



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA PRODUCTIVO LEAN CIRCULAR EN EL  
SECTOR PESQUERO DE LA PARROQUIA POSORJA, PROVINCIA DEL  
GUAYAS, ECUADOR”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTOR:**

**LINDAO ESTUPIÑAN JORDAN ANTONIO**

**TUTOR:**

**ING. MUYULEMA ALLAICA JUAN CARLOS MEng.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2023**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA PRODUCTIVO LEAN CIRCULAR EN EL  
SECTOR PESQUERO DE LA PARROQUIA POSORJA, PROVINCIA  
DEL GUAYAS, ECUADOR”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTOR:**

**LINDAO ESTUPIÑAN JORDAN ANTONIO**

**TUTOR:**

**ING. MUYULEMA ALLAICA JUAN CARLOS MEng.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2023**

## CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Lindao Estupiñan Jordan Antonio**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**.

TUTOR

f.

  
Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos MEng.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f.

  
Ing. Reyes Soriano Franklin Enrique Mgtr.

La Libertad, a los 13 días del mes de diciembre del año 2023

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Ing.

Muyulema Allaica Juan Carlos MEng.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena.

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “DISEÑO DE UN SISTEMA PRODUCTIVO LEAN CIRCULAR EN EL SECTOR PESQUERO DE LA PARROQUIA POSORJA, PROVINCIA DEL GUAYAS, ECUADOR”, elaborado por el Sr. LINDAO ESTUPIÑAN JORDAN ANTONIO, estudiante de la carrera de Ingeniería Industria, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haber estudio y revisado, la apruebo en su totalidad.

f.



Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos MEng.

**La Libertad, a los 13 días del mes de diciembre del año 2023**

# DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Lindao Estupiñan Jordan Antonio**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Diseño de un sistema productivo Lean Circular en el sector pesquero de la parroquia Posorja, provincia del Guayas, Ecuador**, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi/nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, me/nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido,

**La Libertad, a los 13 días del mes de diciembre del año 2023**

**AUTOR**

f. Joedan Lindao

**Lindao Estupiñan Jordan Antonio**

## AUTORIZACIÓN

Yo, **Lindao Estupiñan Jordan Antonio**

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, “**DISEÑO DE UN SISTEMA PRODUCTIVO LEAN CIRCULAR EN EL SECTOR PESQUERO DE LA PARROQUIA POSORJA, PROVINCIA DEL GUAYAS, ECUADOR**”, cuyo contenido, criterios e ideas son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría

**La Libertad, a los 13 del mes de diciembre del año 2023**

**AUTOR**

f. Joedan Lindao

**Lindao Estupiñan Jordan Antonio**

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular con tema **DISEÑO DE UN SISTEMA PRODUCTIVO LEAN CIRCULAR EN EL SECTOR PESQUERO DE LA PARROQUIA POSORJA, PROVINCIA DEL GUAYAS, ECUADOR** elaborado por el egresado **LINDAO ESTUPIÑAN JORDAN ANTONIO**, para optar **EL GRADO DE INGENIERO INDUSTRIAL**, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Me permito declarar que una vez analizado en el Software de antiplagio Compilatio Magister, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, el presente trabajo de titulación se encuentra con un 2% de similitud, siendo esta valoración permita, por consiguiente, se procede emitir el presente informe.

**INFORME DE ANÁLISIS**  
magister

### Trabajo de Integración Curricular - Lindao Estupiñan Jordan Antonio

**2%** Textos sospechosos

- 2% Similitudes
- 0% similitudes entre comillas
- 0% Idioma no reconocido
- 0% Textos potencialmente generados por IA

Nombre del documento: Trabajo de Integración Curricular - Lindao Estupiñan Jordan Antonio.pdf  
ID del documento: 42e93a9ecb143df85f71102c6ee1e8387a1eca9c  
Tamaño del documento original: 535,99 kB

Depositante: JUAN CARLOS MUYULEMA ALLAICA  
Fecha de depósito: 9/12/2023  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 9/12/2023

Número de palabras: 7229  
Número de caracteres: 61.350

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario #a5e5b2 El documento proviene de otro grupo 14 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (132 palabras)
2	Documento de otro usuario #efee6a El documento proviene de otro grupo 10 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (131 palabras)
3	repositorio.upse.edu.ec <a href="https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8345/1/JPSE-TN-2022-0003.pdf">https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8345/1/JPSE-TN-2022-0003.pdf</a> 6 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (112 palabras)
4	repositorio.upse.edu.ec <a href="https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8343/1/JPSE-TN-2022-0006.pdf">https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8343/1/JPSE-TN-2022-0006.pdf</a> 6 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (101 palabras)
5	repositorio.upse.edu.ec   Estudio de factibilidad para la creación de un centro de ... <a href="https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/3542/6/JPSE-TDC-2015-0095.pdf.txt">https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/3542/6/JPSE-TDC-2015-0095.pdf.txt</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (64 palabras)

Atentamente,

FIRMA DEL TUTOR

f.

Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos MEng.

C.C.: 0603932450

# CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

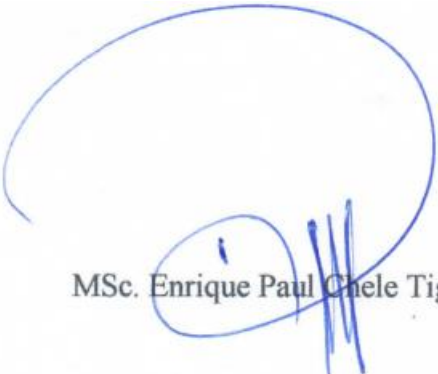
## CERTIFICO

Que, he revisado la redacción y ortografía del trabajo de graduación con el tema: **“DISEÑO DE UN SISTEMA PRODUCTIVO LEAN CIRCULAR EN EL SECTOR PESQUERO DE LA PARROQUIA POSORJA, PROVINCIA DEL GUAYAS, ECUADOR”** elaborado por el egresado **LINDAO ESTUPIÑAN JORDAN ANTONIO**, para optar **EL GRADO DE INGENIERO INDUSTRIAL**, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Que, he realizado las correcciones correspondientes en el trabajo de titulación en mención.

Por lo expuesto, autorizo al peticionario, hacer uso de este certificado, como considere conveniente a sus intereses

Posorja, 11 de diciembre de 2023



MSc. Enrique Paul Chele Tigua



## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero dar gracias a Dios, por darme la oportunidad de poder cumplir una meta más en mi vida, por darme la inteligencia y brindarme siempre una guía en las decisiones de mi vida, a mis padres por ser esas personas que me inculcaron valores y la disciplina necesaria para continuar en este el viaje de la vida, a mis demás familiares porque siempre estuvieron cuando más necesitaba su apoyo con alguna palabra o consejo que me impulsaba a no rendirme y continuar frente a las adversidades, a esos compañeros que con el tiempo se volvieron amigos y hermanos, a mi docente tutor por la confianza y el apoyo que me brindo durante la etapa de formación.

**Lindao Estupiñan Jordan Antonio**

# **DEDICATORIA**

## **A DIOS Y A MIS PADRES**

A Dios porque sin él en mi vida reconozco que nunca hubiera logrado alcanzar este objetivo, a mis padres Antonio Colon Lindao Rodríguez y Esmeralda Ximena Estupiñan Rodríguez, por ser las personas que siempre me han motivado con su ejemplos y por enseñarme a nunca darme por vencido a pesar de las dificultades que se nos atreviesen en la vida.

## **A MI HERMANA Y HERMANOS**

A mi hermana Carla Lissbeth Lindao Estupiñan y a mis hermanos Anderson Renato Lindao Estupiñan y Diego Andrey Lindao Estupiñan, por ser aquellas personas que me sacan una sonrisa cada día y me han apoyado a lo largo de este largo camino en la carrera universitaria.

## **A MIS TIOS, TIAS Y DEMÁS FAMILIARES**

A mi tío Wilson Estupiñan Rodríguez, Leonel Estupiñan Rodríguez, Gloria Estupiñan Rodríguez y demás familiares que estuvieron apoyándome durante esta larga travesía universitaria llena de aprendizaje.

## **A MIS DOCENTES Y COMPAÑEROS**

A mi docentes por ser aquellos que nos guiaron en el camino del aprendizaje, en especial a mi tutor por darme la oportunidad de trabajar junto a él y por su apoyo incondicional, a esos compañeros que con el transcurso del tiempo se convirtieron en amigos y hermanos.

**Lindao Estupiñan Jordan Antonio**

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.   
\_\_\_\_\_

**Ing. Reyes Soriano Franklin Enrique, Mgtr.**

DIRECTOR DE CARRERA

f.   
\_\_\_\_\_


**Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe Mgtr.**

DOCENTE ESPECIALISTA

f.   
\_\_\_\_\_

**Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos, MEng.**

DOCENTE TUTOR

f.   
\_\_\_\_\_

**Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos, MEng.**

DOCENTE GUÍA UIC

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN .....	iii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....	v
AUTORIACIÓN .....	vi
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO .....	vii
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA .....	viii
AGRADECIMIENTOS .....	ix
DEDICATORIA .....	x
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	xi
ÍNDICE GENERAL.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ii
ÍNDICES DE FIGURAS.....	iii
ÍNDICES DE ANEXOS .....	iv
LISTA DE ABREVIATURA Y TABLA DE SÍMBOLOS.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT .....	vii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I.....	8
MARCO TEÓRICO.....	8
1.1 Antecedentes investigativos.....	8
1.2 Estado del arte.....	12
1.2.1 Mapeo bibliométrico de revistas científicas.....	13
1.2.2 Red cooperativa entre países con mayor influencia relacionado con el Lean Circular .....	14
1.2.3 Países con el mayor número de citasiones.....	15
1.2.4 Red cooperativa entre instituciones .....	16
1.2.5 Instituciones con el mayor número de citasiones .....	16

1.3 Recapitulación del Capítulo I.....	25
CAPÍTULO II .....	26
MARCO METODOLÓGICO .....	26
2.1 Enfoque de investigación .....	26
2.2 Diseño de la investigación .....	27
2.3 Procedimiento metodológico .....	28
2.4 Población y muestra .....	30
2.4.1 Población.....	30
2.4.2 Muestra.....	31
2.5 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	33
2.5.1 Métodos de recolección de los datos.....	33
2.5.1 Técnicas de recolección de datos .....	34
2.5.3 Instrumentos de recolección de datos .....	35
2.6 Variables de estudio .....	35
2.7 Procedimiento para la recolección de los datos .....	36
2.8 Plan de análisis e interpretación de los datos .....	37
2.9 Recapitulación del capítulo II .....	39
CAPÍTULO III.....	40
MARCO DE RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	40
3.1 Marco de resultados .....	40
3.1.1 Validación del instrumento .....	40
3.1.2 Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación .....	50
3.1.3.1 Definición de hipótesis .....	51
3.1.3.2 Comprobación de hipótesis mediante análisis de varianza ANOVA .....	51
3.2 Propuesta de mejora .....	60
3.2.1 Tema.....	60
3.2.2 Introducción .....	60

3.2.3 Metodología .....	62
3.2.4 Intención.....	62
3.2.5 Simplificación .....	63
3.2.6 Desarrollo del sistema real .....	63
3.2.7 Desarrollo del modelo conceptual.....	64
3.2.8 Desarrollo del modelo analítico .....	64
3.2.9 Validación del modelo computacional.....	67
3.2.10 Análisis de sensibilidad.....	69
3.2.11 Presupuesto .....	72
3.2.12 Desarrollo del modelo matemático .....	74
3.3 Discusión de los resultados .....	78
3.4 Limitaciones del estudio y futuras líneas de investigación.....	80
CONCLUSIONES .....	81
RECOMENDACIONES .....	82
REFERENCIA (o BIBLIOGRAFÍA) .....	83
ANEXOS.....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Países con el mayor número de citasiones.....	15
<b>Tabla 2.</b> Instituciones con el mayor número de citasiones .....	17
<b>Tabla 3.</b> Matriz referencial de artículos .....	18
<b>Tabla 4.</b> Matriz de ponderación (AHP).....	23
<b>Tabla 5.</b> Empresas del sector pesquero en Ecuador. ....	30
<b>Tabla 6.</b> Empresas del sector pesquero Provincia del Guayas. ....	31
<b>Tabla 7.</b> Empresas del sector pesquero en la parroquia Posorja. ....	32
<b>Tabla 8.</b> Empresas estratificadas por conveniencia.....	33
<b>Tabla 9.</b> Fases para el tratamiento de los datos.....	36
<b>Tabla 10.</b> Plan de análisis e interpretación de los datos.....	38
<b>Tabla 11.</b> Validación de expertos.....	42
<b>Tabla 12.</b> Confiabilidad de Alfa de Cronbach.....	43
<b>Tabla 13.</b> Prueba de KMO y Bartlett.....	44
<b>Tabla 14.</b> Validez externa prueba de Kendall .....	44
<b>Tabla 15.</b> Indicadores del análisis de varianza (ANOVA).....	52
<b>Tabla 16.</b> Valor calculado de Fisher por ANOVA.....	58
<b>Tabla 17.</b> Agentes que conforman el sistema.....	65
<b>Tabla 18.</b> Escenarios para estudiar.....	69
<b>Tabla 19.</b> Presupuesto del proyecto.....	72
<b>Tabla 20.</b> Cálculos del VAN, TIR, PR.....	73
<b>Tabla 21.</b> Flujo asociado en la simulación. ....	74

## ÍNDICES DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Flujograma de la problemática investigativa.....	5
<b>Figura 2.</b> Línea de acción metodológica. ....	13
<b>Figura 3.</b> Red correlación entre revistas.....	14
<b>Figura 4.</b> Red Bibliométrica de los países con mayor divulgación científica sobre Lean Circular. ....	15
<b>Figura 5.</b> Red Bibliométrica de las instituciones con mayor divulgación científica sobre Lean Circular. ....	16
<b>Figura 6.</b> Herramientas para implementar un diseño productivo LC.....	22
<b>Figura 7.</b> Diseño de proceso metodológico.....	28
<b>Figura 8.</b> Plan para la recolección de datos.....	34
<b>Figura 9:</b> Etapas para la validación del instrumento. ....	34
<b>Figura 10.</b> Identificar el daño de los sistemas productivos actuales. ....	45
<b>Figura 11.</b> Compromiso con la sostenibilidad del sector. pesquero.....	46
<b>Figura 12.</b> Nuevos sistemas productivos en el sector pesquero.....	47
<b>Figura 13.</b> Cooperación entre las empresas. ....	47
<b>Figura 14.</b> Desperdicios diarios en el sector pesquero.....	48
<b>Figura 15.</b> Porcentaje de desperdicios.....	48
<b>Figura 16.</b> Sistemas productivos circulares.....	49
<b>Figura 17.</b> Flujo de la simulación.....	62
<b>Figura 18.</b> Sistema Real. ....	63
<b>Figura 19.</b> Diagrama de flujo sistema real. ....	63
<b>Figura 20.</b> Modelo conceptual. ....	64
<b>Figura 21.</b> Modelo Analítico.....	64
<b>Figura 22.</b> Diagrama de flujo de un sistema productivo LC en el sector pesquero .....	66
<b>Figura 23.</b> Etapas para la validación del modelo computacional.....	67
<b>Figura 25.</b> Codificación de los agentes. ....	67



<b>Figura 26.</b> Compilación de los parámetros. ....	68
<b>Figura 27.</b> Simulación de los escenarios. ....	68
<b>Figura 28.</b> Situación actual después de la simulación. ....	70
<b>Figura 29.</b> Situación propuesta después de la simulación. ....	71

## ÍNDICES DE ANEXOS

<b>Anexo A:</b> Bibliometría en software Vosviewer. ....	95
<b>Anexo B:</b> Cuestionario para la recopilación de datos. ....	96
<b>Anexo C:</b> Formato para la validación del instrumento. ....	99
<b>Anexo D:</b> validación del instrumento por experto. ....	100
<b>Anexo E:</b> solicitud dirigida para la recopilación de datos. ....	101
<b>Anexo F:</b> Evidencia de la recopilación de datos. ....	102
<b>Anexo G:</b> Futuras líneas de investigaciones. ....	103
<b>Anexo H:</b> Tabulación de datos en SPSS – 25. ....	104
<b>Anexo I:</b> Tabla de los valores de Fisher. ....	105

## **LISTA DE ABREVIATURA Y TABLA DE SÍMBOLOS**

LC: Lean Circular.

MCSM: Toma de decisiones de multicriterio.

AHP: Proceso de Jerarquía Analítica.

MBA: Modelado Basado en Agentes.

ODS: Objetivo de desarrollo sostenibles.

EC: Economía Circular.

INEN: Servicio Ecuatoriano de Normalización.

AFNOR: Asociación Francesa de Normalización.

PIB: Producto Interno Bruto.

PYMES: Pequeñas y medianas empresas.

CONVEMAR: Convención de la Naciones Unidas sobre el derecho del Mar.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura.

SPPS: Statistical Package for the Social Sciences.

VI: Variable independiente.

VD: Variable dependiente.

RSL: Revisión sistemática de la Literatura.

ANOVA: Análisis de Varianza.

IESS: Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

# “DISEÑO DE UN SISTEMA PRODUCTIVO LEAN CIRCULAR EN EL SECTOR PESQUERO DE LA PARROQUIA POSORJA, PROVINCIA DEL GUYAS, ECUADOR”

**Autor:** Lindao Estupiñan Jordan Antonio

**Tutor:** Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos

## RESUMEN

Los sistemas productivos juegan un papel importante en la economía mundial del país, son los encargados de generar valor a una organización, sus enfoques se refieren a la producción de bienes y servicios. Las operaciones que realizar los sistemas productivos tradicionales son poco amigables con el ambiente, dado que su filosofía se basa en la toma exagerada de los recursos naturales, sin medir las consecuencias graves que provocan a la biodiversidad, son causantes de la sobreexplotación de recursos, la contaminación del ambiente, la degradación del suelo, entre otros factores crítico que ponen en peligro la sostenibilidad del planeta. Bajo este contexto, se evidenció la mejora en estos sistemas con la propuesta del diseño de un sistema productivo LC en el sector pesquero, de la parroquia Posorja, provincia del Guayas. Mediante la implementación de un estudio bibliométrico se evidencio la importancia de la investigación, de la misma a través de toma de decisión de multicriterio (MCSM) y el proceso de jerarquía analítica (AHP) se identificó la herramienta que posibilite el desarrollo de este sistema productivo LC. La ejecución del estudio se basó en un método cuantitativo con un enfoque descriptivo – correlación en términos de la metodología. La recopilación de datos se llevó mediante la encuesta utilizando el cuestionario como instrumento, cuya validez se aseguró mediante el método de validación de instrumentos para garantizar la confiabilidad en la investigación científica. Posteriormente, los datos recopilados fueron analizados utilizando el software SPSS – 25. El Alfa de Cronbach arrojó un resultado de 0,884, considerado como muy bueno según los criterios expuestos, además, la información recopilada permitió la creación del modelo productivo LC utilizando un enfoque de modelado basado en agentes (MBA), para analizar las cooperaciones entres agentes. El modelo estudio el análisis de sensibilidad en dos escenarios, i) Situación actual, ii) Situación propuesta, los resultados demostraron que, para mantener el índice de sostenibilidad del sector pesquero, el escenario óptimo es el propuesto. La inversión que se necesita para poner en marcha el modelo del sistema productivo LC en el sector pesquero, de la parroquia Posorja

es de \$11.457,34 dólares americanos, con la posibilidad de recuperar la inversión en un plazo inferior a los cinco años.

**Palabras Claves:** (Sistema productivo, cooperación, modelado basado en agente, sector pesquero, simulación)

"DESIGN OF A CIRCULAR LEAN PRODUCTIVE SYSTEM IN THE FISHING SECTOR OF POSORJA TOWN, GUAYAS PROVINCE, ECUADOR"

**Author:** Lindao Estupiñan Jordan Antonio

**Tutor:** ING. Muyulema Allaica Juan Carlos MEng.

## **ABSTRACT**

Productive systems play a crucial role in the global economy of a country, as they are responsible for generating value for an organization. Their approaches focus on the production of goods and services. Operations carried out by traditional productive systems are environmentally unfriendly, as their philosophy is based on the excessive use of natural resources, without considering the serious consequences for biodiversity. They contribute to the overexploitation of resources, environmental pollution, soil degradation, among other critical factors that endanger the sustainability of the planet. In this context, improvement in these systems was evidenced through the proposal of designing a Circular Lean (LC) productive system in the fishing sector of the Posorja town, Guayas province. Through the implementation of a bibliometric study, the importance of research was highlighted. The decision-making process involved multicriteria decision-making (MCSM), and the Analytical Hierarchy Process (AHP) identified the tool that would enable the development of this LC productive system. The study's execution was based on a quantitative method with a descriptive-correlational approach in terms of methodology. Data collection was done through surveys using a questionnaire as an instrument. Its validity was ensured through the instrument validation method to guarantee reliability in scientific research. Subsequently, the collected data were analyzed using SPSS-25 software. The Cronbach's Alpha yielded a result of 0.884, considered very good according to the criteria outlined. Additionally, the collected information allowed for the creation of the LC productive model using an agent-based modeling (ABM) approach to analyze cooperation between agents.

The model studied sensitivity analysis in two scenarios: i) Current situation, ii) Proposed situation. The results demonstrated that, to maintain the sustainability index of the fishing sector, the proposed scenario is optimal.

The investment needed to implement the LC productive system model in the fishing sector of the Posorja town is \$11,457.34 US dollars, with the possibility of recovering the investment in less than five years.

**Keywords:** (Productive system, cooperation, agent-based modeling, fishing sector, simulation)

# INTRODUCCIÓN

En un mundo globalizado, la escasez y el despilfarro de los recursos, además, del aumento de los impactos ambientales que se han visto en el mundo, son provocados por prácticas ineficientes de producción y consumo; estos problemas se han convertido en un reto para los países que se han visto en la obligación de generar estrategias como; “los ODS” y “planes de acción climática” con la finalidad de mitigar los impactos que son generados por los procesos productivos lineales para mantener la sostenibilidad ambiental y generar una economía verde (amigable) con el medioambiente (Fatimah et al., 2023).

Las industrias se encuentran encerradas en un bucle paradigmático lineal de coger, utilizar y desechar basándose solo en los patrones de producir y consumir, generando problemas a la hora de manejar los residuos provocados en los procesos. Estos sistemas han generado un aumento en la utilización de los recursos que se ha vuelto irreconciliable con la sostenibilidad ambiental. El Global Environmental Outlook de las Naciones Unidas menciona que la humanidad se está enfrentando a situaciones denigrantes debido a la producción lineal, la cual ha generado el deterioro ambiental, pérdida de la biodiversidad, contaminación y despilfarro de los recursos naturales, por lo que se necesita establecer nuevos enfoques que busquen frenar el consumo excesivo de dichos recursos y reducir los impactos provocados (Kolade et al., 2022; Figge et al., 2022; Rejeb et al., 2022).

Desde las etapas que se han generado en las revoluciones industriales, las empresas que se dedican a la transformación de la materia prima a productos/bienes, siguen tomando como referencia el modelo de producción lineal, es decir, que al momento que termine el ciclo de vida del producto/bien son desechados al ambiente provocando la contaminación ambiental, la sobreexplotación de los recursos, el mal manejo de los residuos, entre otros factores dañinos que están colocando en peligro la sostenibilidad ambiental en el mundo (Andrango - Alobuela & Arroyo, 2022).

En este sentido, la economía circular (EC) es un nuevo modelo que se lo considera como una herramienta importante para afrontar los retos como son la escasez de recursos, la generación de desechos y la pérdida masiva de la biodiversidad. Se define como aquel modelo de negocio que busca la circularidad, la eficiencia y la optimización de los recursos, además, de utilizar los residuos generados para proporcionar un valor, basándose en sus principios de reciclar, reducir y reutilizar, dando origen a un desarrollo industrial sostenible y amigable con el medioambiente (Asante et al., 2022 ; Ahmed et al., 2022).

Con lo mencionado anteriormente, en el año 2021 la ONU afirma que la EC nace con la idea de transmutar un modelo lineal hacia un modelo circular donde los residuos sean cero basado en principios ecológicos y den como resultados la disminución al impacto directo del cambio climático y la prevención de desechos, la relación que existe entre los sistemas productivos e industriales proporcionan factores que afectan de forma negativa al lugar donde se encuentran emplazados tales como son la generación de sustancias tóxicas al ambiente, contaminación del agua local, la mala gestión de los residuos y el empeoramiento de la calidad de vida (Loayza - Pérez & Silva - Meza, 2013).

Durante el transcurso de los años se ha visto el interés por la comunidad de investigadores de establecer sinergia entre la EC y la manufactura esbelta, dado que son conceptos que pueden trabajar de la mano para buscar la sostenibilidad ambiental. La EC busca dar solución a los problemas relacionados con la escasez de los recursos a través del cierre de bucles, mientras, que la manufactura esbelta busca eliminar los desperdicios. Por consiguiente, ambos conceptos buscan crear valor y establecer sistemas más eficientes (Hernandez Marquina et al., 2021).

Para establecer la sinergia entre las prácticas de la manufactura esbelta y la EC, intervienen varios criterios que se exponen a continuación; primero son los factores organizacionales (institucionales, estratégicos y contextual), en segundo lugar, es la adopción de la EC en prácticas de manufactura esbelta y por último el conocimiento de la EC en relación con los dos puntos expuesto anteriormente (Erdiaw-Kwasie et al., 2023).

El Lean Circular (LC), es el concepto que nace de la unión de estos dos filosofía, es aquel modelo de negocio que busca la sostenibilidad ambiental y económica de las industrias cambiando por completo la manera que trabajan actualmente los sistemas productivos ineficientes, es considerado un modelo de negocio circular debido a que tiene como objetivo mejorar la sostenibilidad desvinculando la sobreexplotación de los recursos, mediante reducción y disminuir la rápides en el flujo de los materiales (Muyulema -Allaica & Ruiz-Puente, 2022 ; van Eechoud & Ganzaroli, 2023). Implementar un sistema productivo LC, supone un reto para las industrias debido a las barreras que se presentan al momento de impulsar prácticas sostenibles dentro de ellas; (I) la competencia en el mercado, (II) la conciencia de los consumidores, (III) la regulación de los gobiernos, (IV) la cooperación entre las industrias, (V) el nivel de conciencia de los empresarios y obreros, (VI) el tamaño de

la industria, (VII) la falta de conocimiento tecnológico; (VIII) herramientas adecuadas para evaluar la implementación (Caldera et al., 2019a).

Latinoamérica y El Caribe son las principales regiones que se encarga de exportar productos pesqueros y agrícolas representando el 14% a nivel mundial debido a su gran flota de buque que es de 10.902, representado casi la mitad de flota en el mundo. Ecuador es uno de los países de Latinoamérica que exporta productos derivados del sector pequero en el año 2015 alcanzo a cubrir el 11.6% en las exportaciones a nivel mundial en conservas de atún y otros derivados en Europa y parte de América con un PIB total de 1.5% (Paco - Egdon et al., 2022)

El informe presentado en el mes de marzo de 2022 por la Superintendencia de Bancos evidencia que en el año 2020 Ecuador registra una tasa de crecimiento inferior del PIB total del sector pesquero, mientras que el en año 2021 el PIB total mejoró sus porcentajes llegando a alcanzar un 4.2% y en el año actual el PIB total de nuevo demuestra una disminución significativa alcanzando el 2.8%. El comportamiento por provincia del sector pesquero demuestra que la provincia del Guayas maneja el 40.68% de la cartera bruta en la banca privada y un 19.92% en la banca pública (Superintendencia de Bancos, 2022).

En Ecuador la adopción de los sistemas productivos LC, presentan varios desafíos en el sector pesquero, entre los principales se detallan (I) la escasez de las poblaciones de peces; (II) destrucción de los hábitos marinos; (III) la amenaza a la biodiversidad marina; (IV) la falta de información por parte de las autoridades; (V) la falta de conocimiento en tecnologías digitales; (VI) amenaza a la seguridad alimentaria a las poblaciones; (VII) la falta de cooperación de las industrias, es decir, que las empresas que participan dentro del sector pesquero no tienen conciencia del daño que están provocando al medioambiente y tampoco se preocupan por cooperar en conjunto para dar una solución a esta problemática (Humberto Barzola-López et al., 2020).

La provincia del Guayas es conocida debido a la actividad pesquera, el 98% de sus pobladores se dedican a actividades de este sector, cuenta con una ventaja competitiva debido a su posición geográfica, abriéndole camino en los mercados internacionales, sin embargo, no se nota el interés de parte de las industrias por mejorar sus procesos productivos con el fin de mitigar los impactos ambientales, es por ello por lo que nace la necesidad de este estudio.

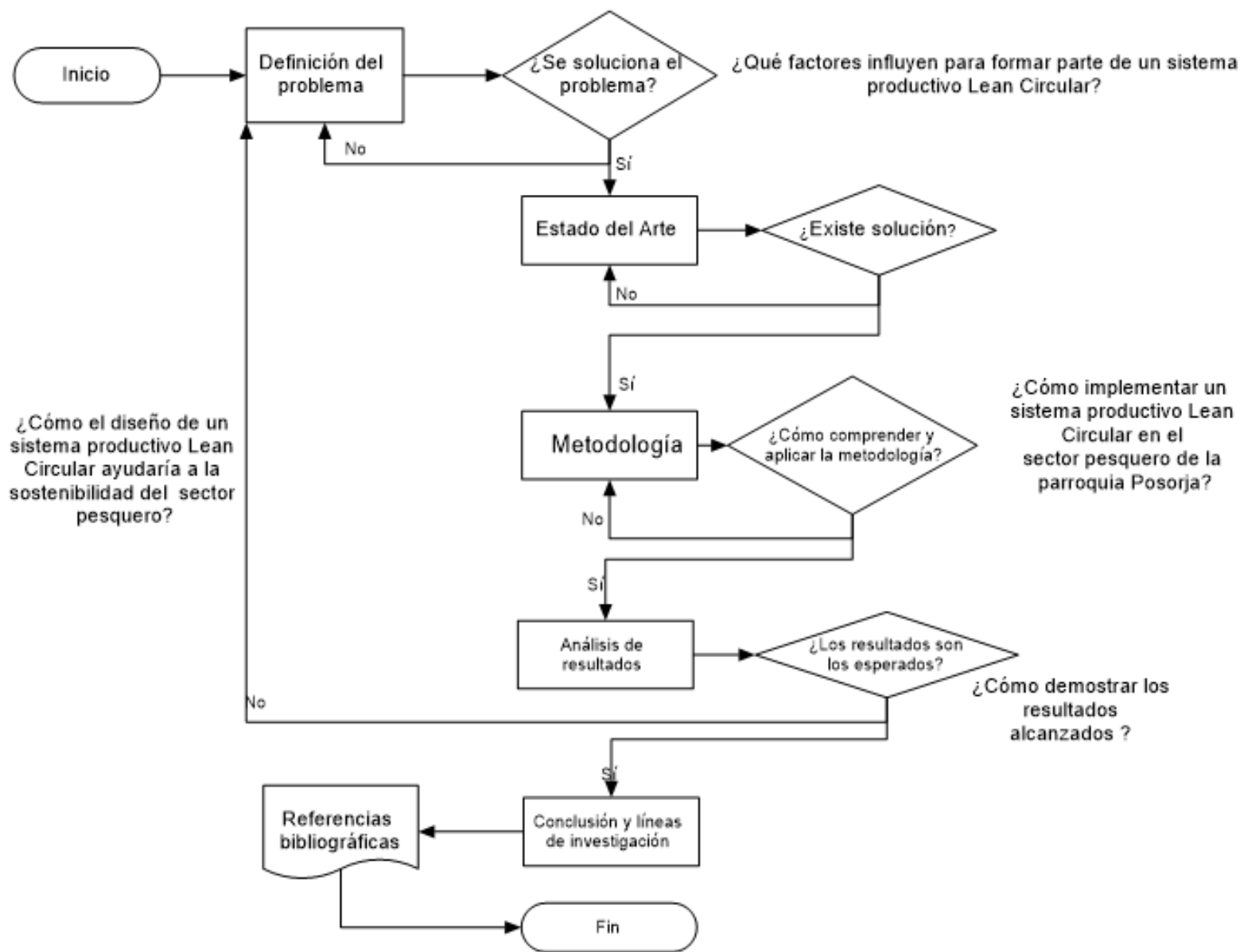


Fomentar la adopción de las prácticas de producción sostenible, es de suma importancia dado que ayuda a mejorar el desempeño ambiental mejorando tanto en rendimiento, como la eficacia mediante la eliminación de todos los procesos que no aportan valor alguno, reduciendo consecuencias económicas, ambientales y sociales. (Hariyani & Mishra, 2023).

En este sentido, en la actualidad, se ha vuelto indispensable fortalecer el compromiso de una amplia gama de actores, incluyendo las industrias, individuos y cualquier entidad que se involucre en los procesos de producción, con el enfoque de promover las prácticas de sostenibles. Esta necesidad surge de la creciente conciencia sobre los impactos negativos que genera las actividades humanas en el medio ambiente y urge la necesidad de abordar los desafíos ambientales y socioeconómicos. Es primordial que las industrias adopten un enfoque responsable y sostenible en sus operaciones, optimizando sus procesos productivos con el fin de minimizar la huella ecológica y maximizar la eficiencia. Por otro lado, a nivel individual el ser humano debe asumir un compromiso activo en promover prácticas sostenibles en su vida cotidiana. La cooperación entre todos los agentes involucrados es fundamental para lograr impulsar el modelo de producción sostenible, lo que proporcionaría mejoras significativas en el rendimiento de los sistemas productivos, conservar los recursos naturales y mejorar la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras. Adoptar un nuevo enfoque no solo es una cuestión de responsabilidad, sino de oportunidad para fomentar la innovación y el crecimiento económico en un periodo de tiempo.

El objetivo central del proyecto de titulación fue generar un valioso conjunto de datos con la finalidad de contribuir de forma significativa a investigaciones futuras en el ámbito de estudio. Este enfoque se basó en la idea de que la investigación debe ser un proceso continuo, y los resultados de un proyecto pueden sentar las bases para investigaciones subsiguientes. Para lograr el propósito, se exhibe el flujograma que aborda minuciosamente la problemática investigativa Figura 1, donde se ofrece un análisis exhaustivo y sistemático abordada en el proyecto.

**Figura 1.** Flujograma de la problemática investigativa.



**Nota:** Elaborado por el autor.

Tomando como punto de partida lo expuesto anteriormente, el trabajo de integración curricular se plantea en la provincia del Guayas, parroquia Posorja. Donde se realizará un boceto de un sistema productivo Lean Circular relacionado con mejorar los sistemas productivos actuales en el sector pesquero debido a las necesidades de mantener la sostenibilidad ambiental generando una nueva vía de desarrollo con un beneficio ambiental y económico.

Bajo este contexto el presente trabajo de titulación se centra en Diseñar un sistema productivo Lean Circular en el sector pesquero de la parroquia Posorja, provincia del Guayas, Ecuador, con la finalidad de identificar cooperaciones simbióticas en busca de la sostenibilidad. Con el fin de dar el cumplimiento del trabajo se presenta los siguientes objetivos específicos.

- Revisar la bibliografía existente, basado en un análisis bibliométrico y AHP, para el sustento de las variables de investigación.
- Establecer una estructura metodológica, mediante métodos y técnica de investigación, para el levantamiento de la información de los parámetros de un sistema productivo.
- Modelar un sistema productivo, basado en diferentes entornos de simulación, para el establecimiento de un entorno cooperativo Lean Circular en el sector pesquero de la Parroquia Posorja, Provincia del Guayas, Ecuador.

La finalidad de esta investigación es dar un aporte en conocimientos innovadores a la provincia del Guayas, parroquia Posorja debido a que los paradigmas de sistemas lineales tienen mayor predominio en el sector pesquero y que quizás estén buscando nuevas ideologías para mejorar sus procesos productivos, esto ayuda a la investigación a presentar un nuevo sistema productivo basado en la sostenibilidad sin afectar a la economía y a su vez buscando mejorar la calidad de vida de la sociedad que se está viendo afectada por la ineficiencia de los procesos productivo de uno de los eslabones más fuerte en vía de desarrollo como son las industrias.

En cuanto a la sección de inferencia en el proyecto, los componentes son los siguientes:

Capítulo I: Establecer un análisis bibliométrico para la revisión de la literatura existente, posteriormente se presentó el método AHP que permitió identificar la herramienta para implementar un diseño productivo LC.

Capítulo II: Este apartado abarca la metodología que se inició para llevar a cabo la investigación. En él, se definieron los límites del estudio, los planos de evaluación y acción, así como las técnicas y herramientas que se emplearían en el desarrollo de la investigación. El propósito de este enfoque metodológico fue establecer una estructura adecuada que permita una definición precisa de la población y muestra del estudio. Esto asegura un procesamiento de datos adecuado y su posterior análisis, lo que ha impulsado la creación del presente trabajo de investigación.

Capítulo III: Se registran los resultados derivados en la etapa de recopilación y análisis de datos, juntos con los escenarios sugeridos para llevar a cabo el modelado, verificando su correcta consecución de los objetivos de la investigación.

# CAPITULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes investigativos

A nivel mundial el interés por parte de las industrias en desarrollar una conciencia cada vez primordial en termino de sostenibilidad ambiental en los diferentes mercados (producir y consumir), se ha convertido en un reto de transformar sus sistemas tradicionales y desarrollar nuevos modelos en búsqueda de fomentar los ODS y los requisitos de sostenibilidad proporcionados por los consumidores. Las industrias se mueven por el modelo de producción lineal, lo cual perjudica de manera consistente a la utilización y la preservación de los recursos naturales poniendo en riesgo la sostenibilidad de las generaciones futuras (González Chávez et al., 2019; Pollard et al., 2023).

En este sentido, el modelo actual de producción se está viendo afectado, debido al rápido crecimiento de la población que era de 1.500 millones de habitantes en el año 2010, pasando a 5.000 millones en 2020, datos proporcionados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, debido a que la utilización y el despilfarro de los recursos se ha incrementado. Desde una visión panorámica los problemas que genera este tipo de modelo de producción son: la degradación del suelo, contaminación del ambiente, sobreexplotación de los recursos, cambio climático y la escasez de los recursos (Neves & Marques, 2022; De Melo et al., 2022)

Mencionando las consecuencias de los sistemas lineales es que nace el interés de varios investigadores que se han encargado de proporcionar divulgación científica con la finalidad de adoptar prácticas más sostenibles enfocada en el modelo de la Economía Circular (EC) y manufactura esbelta, Zhu et al., (2022) afirma que para tener un desarrollo dentro de los países en el concepto de EC se necesita de la cooperación sinérgica de los sectores industriales, incluyendo todos los agentes que intervienen en los procesos productivos y de la misma manera en su cadena de suministros.

La EC es un modelo que busca la sostenibilidad del medio ambiente, en termino de aceptación es uno de los conceptos que se ha articulado desde las últimas décadas debido al enfoque diferente que se plantea, además que es aquella que apunta a transmutar el sistema productivo lineal, basándose en los principios de las 3R reducir – reciclar – reutilizar, apoyando a fomentar los ODS, con el fin de mitigar los impactos ambientales (Abdelmeguid et al., 2022).

El sector pesquero es uno de los más afectado por los procesos lineales, en la mitad del siglo XX se ha visto generado un aumento en los impactos ambientales ocasionado por la ineficiencia de sus sistemas al momento de manejar los residuos provocando la contaminación del aire y agua, la propagación de desperdicios a las costas de las playas y generando un sin número de basura tóxica perjudicial para la calidad de vida de los habitantes de dicho sector (Vázquez-Rowe, 2020).

En América Latina y El Caribe los modelos productivos en el sector pesquero presentan fallas generando consecuencias al medio ambiente como son un sin número de residuos, además, la sobreexplotación de los recursos se ha incrementado poniendo en peligro la sostenibilidad económica del sector, sin embargo, se están estableciendo nuevas políticas para que las industrias pesqueras puedan adaptarse a sistemas productivos más sostenibles (CEPAL, 2019).

Almeida-Guzmán & Andina Simón Bolívar Quito, (2020); afirma que en Ecuador son pocos los sectores que se encuentran comprometidos con el desarrollo de nuevos sistemas productivos circulares, por lo que se ha tomado la iniciativa de crear el libro Blanco de la Economía Circular, además, el Ministerio de producción, comercio exterior, inversiones y pesca en conjunto con el organismo INEN busca la manera de implementar sistemas circulares que cumplan con los requisitos establecidos por el AFNOR.

Beltrán-Lugo et al., (2023) llevó a cabo un estudio en el sector camaronero en el Estado de Sinaloa, México, en el que se implementaron encuestas al personal administrativo con el objetivo de analizar las prácticas industriales y la innovación sostenible, como resultado de este estudio se evidencio el apoyo del personal a la innovación sostenible en las prácticas industriales dentro del sector.

En un estudio realizado en las costas del Golfo al norte de España basado en juegos cooperativos sostenibles, con la finalidad de analizar los conocimientos que tienen los pobladores sobre herramientas en búsqueda de la sostenibilidad, dio como resultado el poco interés por parte de los participantes en la innovación de herramientas que soluciones los problemas que actualmente está viviendo el sector en términos de sostenibilidad ambiental y económica (Torralba-Burrial & Dopico, 2023).

Hirokawa & Thompson, (2023) llevaron a cabo un estudio en Japón acerca de las prácticas sostenibles en los sectores pesqueros, en lo que se utilizaron instrumentos como las entrevistas y encuestas en sectores públicos y privados centrándose en las políticas sobre prácticas sostenibles e impacto ambiental. Como resultado del estudio se pudo establecer que las políticas que actualmente se están llevando en el sector pesquero no aplican reglas sobre la sostenibilidad poniendo en riesgo la biodiversidad.

Mengo et al., (2023) realizó un estudio en las costas de Francia e Inglaterra en pequeñas poblaciones se llevó a cabo una simulación del manejo de los residuos provocado por las actividades de pesca artesanal, como resultado del estudio se pudo constatar que los desperdicios generados por estas actividades pueden mejorar la sostenibilidad ambiental y la económica del sector dado que se pueden reutilizar promoviendo una economía amigable con el ambiente.

Autores como Muyulema - Allaica & Ruiz - Puente, (2022) mediante la metodología híbrida AHP – DEMATEL, establecieron los principales impulsores y controladores relacionando los principios de la manufactura esbelta y EC, dando un paso a un nuevo sistema innovador Lean Circular (LC), demostrando que este sistema se puede integrar bajo el concepto de la ecología industrial que utiliza como herramienta la simbiosis industrial con la finalidad de buscar cooperaciones en búsqueda de la sostenibilidad.

Mientras que Sani et al., (2021) en un estudio realizado en Italia en donde se analizaron las principales barreras que intervienen en el paso para la evolución de los sistemas productivos son: falta de implementación de políticas sostenibles y la falta de financiamiento en el uso de la tecnología orientada a la innovación. El resultado del estudio identificó que disminuir el impuesto para las empresas verdes (amigables con el ambiente), nuevas políticas sostenibles, mejorar la infraestructura y las capacitaciones en tecnologías para el desarrollo e innovación son los principales estímulos para dar una transformación en los sistemas productivos.

Por otro lado Monica Veronesi & Arthur Rigaud, (2019) en su estudio donde se basa en mejorar las prácticas que se utilizan en los sectores pesqueros, propone un diseño ecológico de un modelo sostenibles en la que se utilizaron herramientas computacionales para verificar la validación de este modelo. Como resultado de este se establece que implementar un nuevo modelo basado en la ecología mejora el manejo de los residuos y disminuye la contaminación.

Caldera et al., (2019); en un estudio que realizo en la PYMES, con la necesidad de mejorar sus sistemas ineficientes, plantea un modelo de matriz emergente de estrategia ajustada y verde con la finalidad de establecer sinergia entre los conceptos de Lean y EC, para la aplicación de dicho modelo se requiere de: (I) Establecer como prioridad los objetivos de rendimientos sostenibles; (II) aplicación de la herramientas o herramientas relacionados con los objetivos establecidos y (III) revisar y evaluar el proceso hacia los resultados empresariales sostenibles.

La provincia del Guayas es aquella que se encuentran comprometido con mejorar la sostenibilidad en los sectores pesquero, por lo cual se han adoptado medidas necesarias para evitar el despilfarro de los recursos del océano estableciendo algunos proyectos como son: CONVEMAR y código de conducta de la FAO para la pesca responsable con el fin de reducir el impacto ambiental (Ministerio de Inversión y Pesca, 2020).

Finalmente, en la parroquia Posorja, la cual la mayor parte de sus pobladores se dedica a la actividad que genera el sector pesquero no se evidencia el interés, el compromiso, y la responsabilidad por partes del eje de desarrollo económico que son las industrias en mejorar sus procesos de fabricación con el fin de mantener la sostenibilidad económica y ambiental dentro del sector.

El presente trabajo de integración curricular tiene como objetivo principal plantear un diseño de un sistema productivo lean circular en el sector pesquero de la parroquia Posorja, Provincia del Guayas, con la finalidad de impulsar la optimización dentro de los sistemas productivos.



## 1.2 Estado del arte

Para realizar el estado del arte del trabajo de titulación se llevó a cabo un análisis bibliométrico basado en Nyika & Dinka, (2022) dado que es un método estadístico evolutivo cuantitativo que nos permite analizar el crecimiento de las divulgaciones científicas referente a un tema específico, permite establecer relaciones por parte de países, revistas científicas, autores e instituciones.

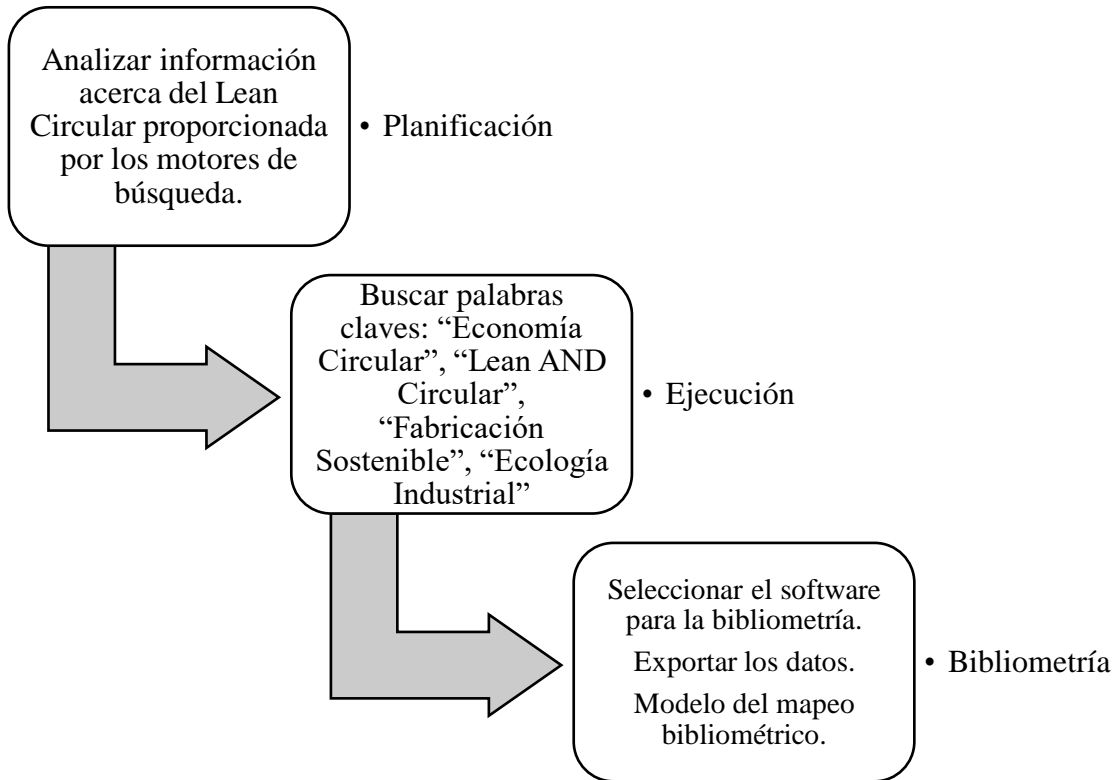
La toma de decisiones multicriterio (MCDM) es un enfoque que es utilizados por aquellos que deben tomar decisiones para elegir la mejor opción entre varias alternativas. Se han creado varios métodos para abordar situaciones de toma de decisiones complejas en MCDM, y el Proceso Analítico de Jerarquía (AHP) destaca como el más ampliamente empleado y reconocido (Hamidah et al., 2022)

El Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) es ampliamente reconocido como una técnica esencial en la toma de decisiones centralizada, imaginemos una situación en la que debemos evaluar y ordenar un conjunto de elementos o alternativas basándonos en su valor o utilidad, pero solo disponemos de información relativa entre ellos, es decir, la comparación de sus valores en pares (Lin & Kou, 2021).

Posteriormente para realizar una búsqueda más especializada con respecto al tema del trabajo de integración curricular se aplicaron los siguientes filtros: primero se limitó al estudio a utilizar los últimos 5 años de trascendencia, en el segundo filtro se seleccionaron los títulos y resúmenes que contenían las palabras claves, a continuación, se filtró por el tipo de publicación en la cual solo debían ser artículos científicos, el cuarto filtro se limitó a artículos de libre acceso (acceso a artículos sin ningún tipo de barrera económica) y por último que estos artículos pertenecerán a la categoría de ingeniería.

Metodológicamente se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para la selección de los artículos más relevante, para realizar este proceso se llevaron las siguientes etapas: (I) planificación de la revisión en la que se analizó información relacionada con el Lean Circular proporcionada por los motores de búsquedas; (II) se realizó la búsqueda en los diferentes motores de búsquedas aplicando palabras claves como: “Economía Circular”, “Lean AND Circular”, “Fabricación Sostenible”, “Ecología Industrial”; (III) realizar el análisis bibliométrico con la ayuda del software Vosviewer.

**Figura 2.** Línea de acción metodológica.



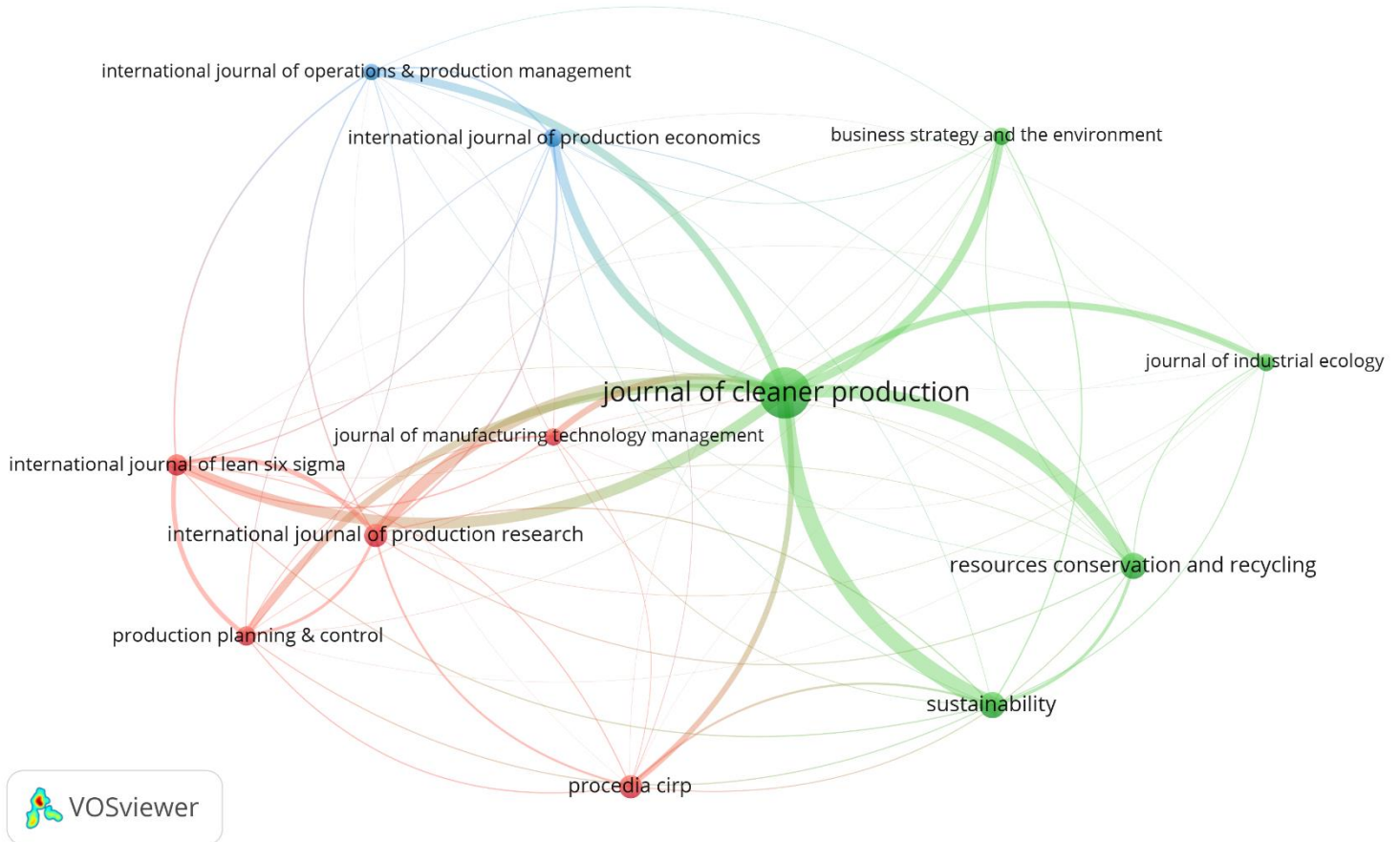
**Nota:** Basado en Nyika & Dinka, (2022) .

### 1.2.1 Mapeo bibliométrico de revistas científicas

En la Figura 3, se puede observar el mapeo bibliométrico de las principales revistas con mayor divulgación científica con respecto al LC, consta de 3 clúster en los que se pueden observar la fuerza y la relación que existe entre revistas. En el primer clúster se encuentra la revista Journal of cleaner production que es aquella que tiene el mayor nivel de enlace de correlación con el resto de la red, está representado por el color verde y en este clúster se encuentran agrupadas revistas que divulgan temas acerca de fabricación limpia y sostenible.

El segundo clúster se encuentra representado por el color rojo, demuestra que la revista International journal of production research es aquella que contiene la mayor fuerza de relación, en este se agrupan las revistas que realizan divulgaciones científicas acerca de producción e innovación sostenible. En el tercer clúster se encuentra representado por el color azul, en este la revista International journal of production economics, es la que muestra la mayor fuerza de enlace y en este se agrupan las revistas que divulgan tema acerca de procesos y producción sostenible en industrias manufactureras.

**Figura 3.** Red correlación entre revistas.

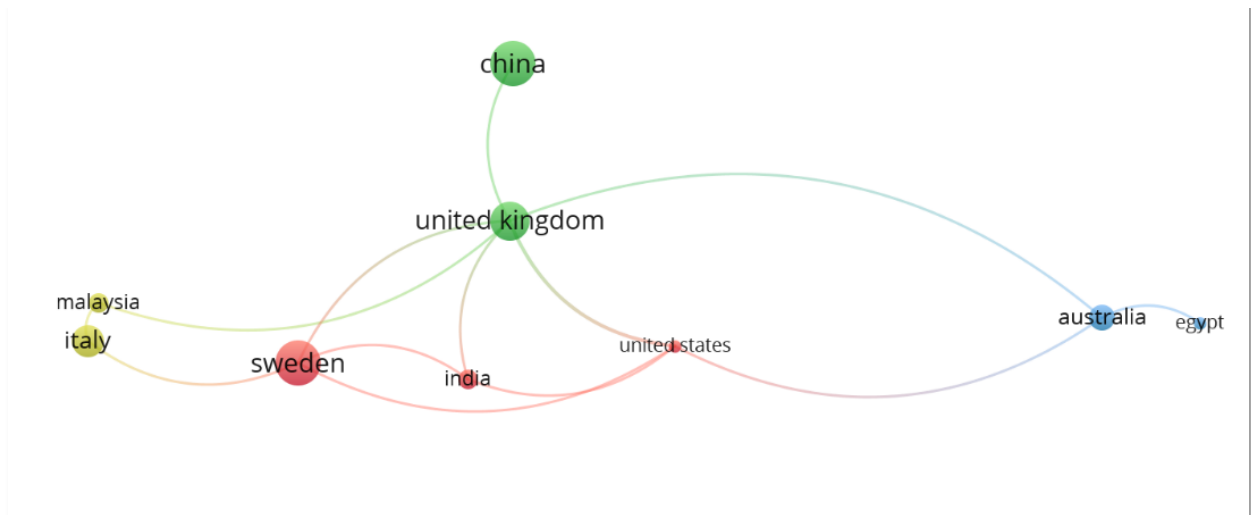


**Nota:** Elaborado por el autor.

### 1.2.2 Red cooperativa entre países con mayor influencia relacionado con el Lean Circular

En la Figura 4, el diagrama del mapeo bibliométrico muestra a los países más influyentes en el campo de investigación dando como resultado a 9 países principales durante el periodo de 2019 – 2023. La cooperación que existe entre países como se puede observar muestra que los países con más divulgación científica se encuentran en el continente europeo y asiático agrupándolos de la siguiente manera: En primer lugar, tenemos a Suecia con un total de 7 publicaciones y está representada por el clúster de color rojo, seguido por Italia también con un número de 7 publicaciones representada por el clúster de color amarillo, en tercer lugar, tenemos a Reino Unido con un total de 6 publicaciones representada por el color verde y por último representada por el color azul tenemos a Australia con un total de 4 publicaciones. El tamaño y el grosor de las líneas en los clústeres representan la sinergia entre países.

**Figura 4.** Red Bibliométrica de los países con mayor divulgación científica sobre Lean Circular.



**Nota:** Elaborado por el autor.

### 1.2.3 Países con el mayor número de citaciones

En la Tabla 1, se puede observar los países con el mayor número de documentos y el mayor número de citaciones que han tenido, se encuentran ordenada de manera descendente de acuerdo con el número de citas. Mostrando el mapeo bibliométrico se puede constatar que los países con el mayor número de citaciones son: Reino Unido con un total de 319 citaciones, India con un total de 262 citaciones, Australia con 204 citaciones, Suecia con un total de 184 citaciones y Malasia con un total de 183 citaciones, de la misma manera se puede identificar los países con mayor fuerzas de enlaces: Reino Unido, Estados Unidos y Suecia.

**Tabla 1.** Países con el mayor número de citaciones.

Número	Países	Documentos	Citaciones	Fuerza de enlace
1	Reino Unido	6	319	7
2	India	3	262	3
3	Australia	4	204	3
4	Suecia	7	184	4
5	Malasia	2	183	2
6	China	2	143	1
7	Estados Unidos	2	125	5
8	Italia	7	118	2
9	Egipto	2	16	2

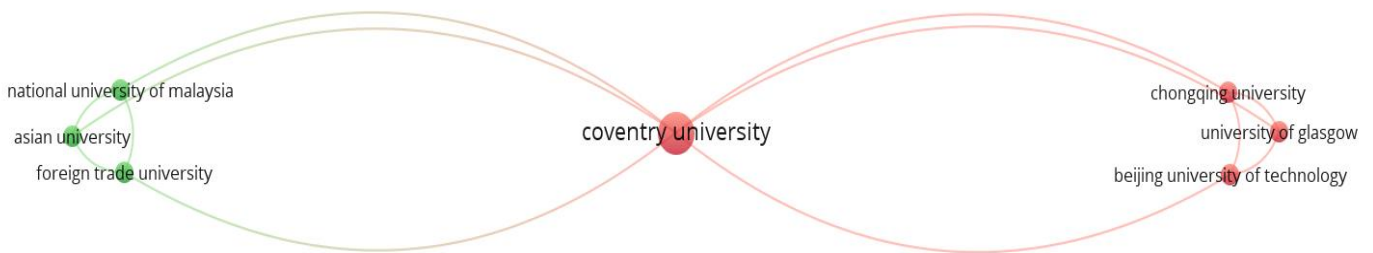
**Nota:** Elaborado por el autor.

### 1.2.4 Red cooperativa entre instituciones

En la Figura 5, se observa las principales instituciones que cooperan con la propagación científica sobre el LC, estas instituciones son las siguientes: La Universidad de Coventry, Universidad de Tecnología de Beijing, Universidad de Chongqing, Universidad Asiática, Universidad de Comercio Exterior e Instituto Nacional de Malasia.

El mapeo bibliométrico muestra que La Universidad de Coventry es la institución que ha generado mayor propagación científica ocupando el eje central de los clústeres, todas las instituciones se encuentran divididas entre el continente asiático y europeo.

**Figura 5.** Red Bibliométrica de las instituciones con mayor divulgación científica sobre Lean Circular.



**Nota:** Elaborado por el autor.

### 1.2.5 Instituciones con el mayor número de citaciones

En la Tabla 2, se puede observar las 40 instituciones que se han comprometido a la divulgación científica acerca del LC, dando como resultado a las siguientes universidades con el mayor número de publicaciones: La Universidad de Coventry y La Universidad de Tecnología de Malasia, de la misma manera se agruparon las instituciones por el número de citaciones que han obtenido quedando de la siguiente manera: La Universidad de Coventry con 179 citas, La Universidad de Comercio Exterior, Asiática y Noroeste con 151 citas, seguidas por La Universidad de Lappeenranta de Malasia, Thapar y Turku con un total de 138 citas y con 127 citas La Universidad de Linkoping. Por último, se agruparon las instituciones con la mayor sinergia quedando de la siguiente manera: La Universidad de Coventry, El Cairo y Linkoping.

**Tabla 2.** Instituciones con el mayor número de citaciones.

Número	Organizaciones	Publicaciones	Citaciones	Fuerzas de enlace
1	Universidad de Coventry	2	179	6
2	Universidad de El Cairo	2	16	5
3	Universidad de Linkoping	2	127	4
4	Universidad de Tecnología de Malasia	2	32	2
5	Universidad Americana de El Cairo	1	5	5
6	Universidad de Helwan	1	5	5
7	Universidad Rey Aldullah De Ciencia y Tecnología	1	5	5
8	Universidad de Mansoura	1	5	5
9	La Universidad de Sydney	1	5	5
10	Instituto Motori	1	16	4
11	Instituto Nacional de Ingeniería Industrial	1	124	4
12	Universidad Médica del Noreste de Ohio	1	1	4
13	Universidad de Northumbria	1	1	4
14	Universidad Parthenope de Nápoles	1	16	4
15	Universidad de I'aquila	1	16	4
16	Universidad de Mumbai	1	124	4
17	Universidad de Namur	1	1	4
18	Universidad de Nápoles Federico II	1	16	4
19	Universidad de Plymouth	1	124	4
20	Universidad de Roma Tor Vergata	1	16	4
21	Universidad de Tennessee en Knoxville	1	124	4
22	Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Tennessee	1	1	4
23	Universidad de Victoria	1	1	4

**Tabla 2.** Instituciones con el mayor número de citaciones.

Número	Organizaciones	Publicaciones	Citaciones	Fuerzas de enlace
24	Universidad asiática	1	151	3
25	Universidad de Tecnología de Beijing	1	28	3
26	Universidad de Chongqing	1	28	3
27	Universidad de Comercio Exterior	1	151	3
28	Universidad de Lappeenranta de Malasia	1	138	3
29	Universidad del Noroeste	1	151	3
30	Universidad de Thapar	1	138	3
31	Universidad de Glasgow	1	28	3
32	Universidad de Turku	1	138	3
33	Universidad de Tuscia	1	68	2
34	Universidad de Derby	1	9	2
35	Universidad de Leicester	1	9	2
36	Universidad de Messina	1	68	2
37	Universidad de Molise	1	12	2
38	Universidad de Szczecin	1	68	2
39	Universidad de Teherán	1	9	2
40	Universidad de Vilnius	1	12	2

**Nota:** Elaborado por el autor.

En la Tabla 3 se detalla los artículos que nos sirvieron para identificar las herramientas al momento de implementar el concepto LC, mostrado en una matriz referencial.

**Tabla 3.** Matriz referencial de artículos.

No	Autor	Objetivo	Herramientas	Sinergia
1	(Joebert Barbosa, 2021)	Diseñar sistemas de fabricación sostenible.	MBA.	Cambio en los procesos productivos mejorando la eficiencia.

<b>No</b>	<b>Autor</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Sinergia</b>
<b>2</b>	(Jelena, 2021)	Evaluar una herramienta para la remanufactura.	The Remometer TM tools.	Mejorar los procesos en la remanufactura.
<b>3</b>	(Huet et al., 2022)	Implementar el diseño de productos sostenibles.	Reglas del diseño ecológico.	Cambios en el diseño de los productos.
<b>4</b>	(Tseng et al., 2021)	Analizar la ingeniería industrial y de operaciones sostenible.	EC en un entorno digital.	Cambiar de un modelo lineal a uno circular.
<b>5</b>	(Lee et al., 2021)	Métodos avanzados en procesos sostenibles con un enfoque ecológico.	Value Stream Mapping (VSM).	Mejorar el flujo de los residuos en los procesos productivos.
<b>6</b>	(Bhatt et al., 2020)	Relacionar concepto del Lean y EC.	Principios Ecológicos.	Herramientas lean en contexto circular.
<b>7</b>	(Pusateri et al., 2023)	Analizar las estrategias de la EC.	Reciclaje en circuito cerrado.	Elevar la eficiencia de los procesos.
<b>8</b>	(Amosha et al., 2021)	Integrar procesos para el manejo de los residuos y disminuir los impactos ambientales.	Modelo Lean Tribe Canvas.	Cambios en los ecosistemas lineales industriales.
<b>9</b>	(Valamede & Akkari, 2020)	Estudio de procesos y estrategias en el ámbito industrial.	Herramientas LM 4.0	Integración de herramientas Lean y avances tecnológicos.
<b>10</b>	(Hartini et al., 2021)	Integración del flujo verde hacia la EC.	6R.	Gestión de residuos.
<b>11</b>	(Roci et al., 2022)	Aplicar simulaciones para comprender el comportamiento de los agentes.	MBA.	Simulación de entornos industriales.
<b>12</b>	(Raimbault et al.,	Analizar sistemas	MBA	Implementar simulaciones en



<b>No</b>	<b>Autor</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Sinergia</b>
	2020)	industriales simbióticos.		entornos circulares.
<b>13</b>	(Asante et al., 2022)	Estrategias para implementar la EC.	6R.	Procesos de manufacturas basadas en las 6R.
<b>14</b>	(Ahmed et al., 2022)	Repercusión de los principios ecológicos en procesos productivos.	Principios ecológicos.	Cambio de los procesos productivos orientado en los principios productivos.
<b>15</b>	(Hernandez Marquina et al., 2021)	Mejorar los sistemas industriales.	Value Stream Mapping (VSM).	Manufactura esbelta en un entorno circular
<b>16</b>	(Fouladvand et al., 2022)	Estudiar la seguridad en los ecosistemas.	MBA	Análisis de los ecosistemas industriales mediante los agentes.
<b>17</b>	(Yan et al., 2019)	Estudiar ecosistemas circulares simbiótico.	MBA	MBA con un funcionamiento de eco – parque.
<b>18</b>	(Figge et al., 2022)	Estudiar la manera que los sistemas lineales utilizan los recurso.	Principios ecológicos	Mejorar la utilización de los recursos apoyados con principios de la ecología.
<b>19</b>	(Almeida-Guzmán & Andina Simón Bolívar Quito, 2020)	Estudiar el paso de una economía lineal a una circular.	Principios ecológicos.	Red industrial en un contexto de la economía circular.
<b>20</b>	(Lange et al., 2021)	Estudiar el comportamiento de individual de los agentes en un entorno industrial.	MBA	Cambiar los negocios lineales a circulares.
<b>21</b>	(Marvuglia et al.,	Estudiar varios entornos de simulación desde el más	MBA y principios	Mejorar la toma de decisiones a través

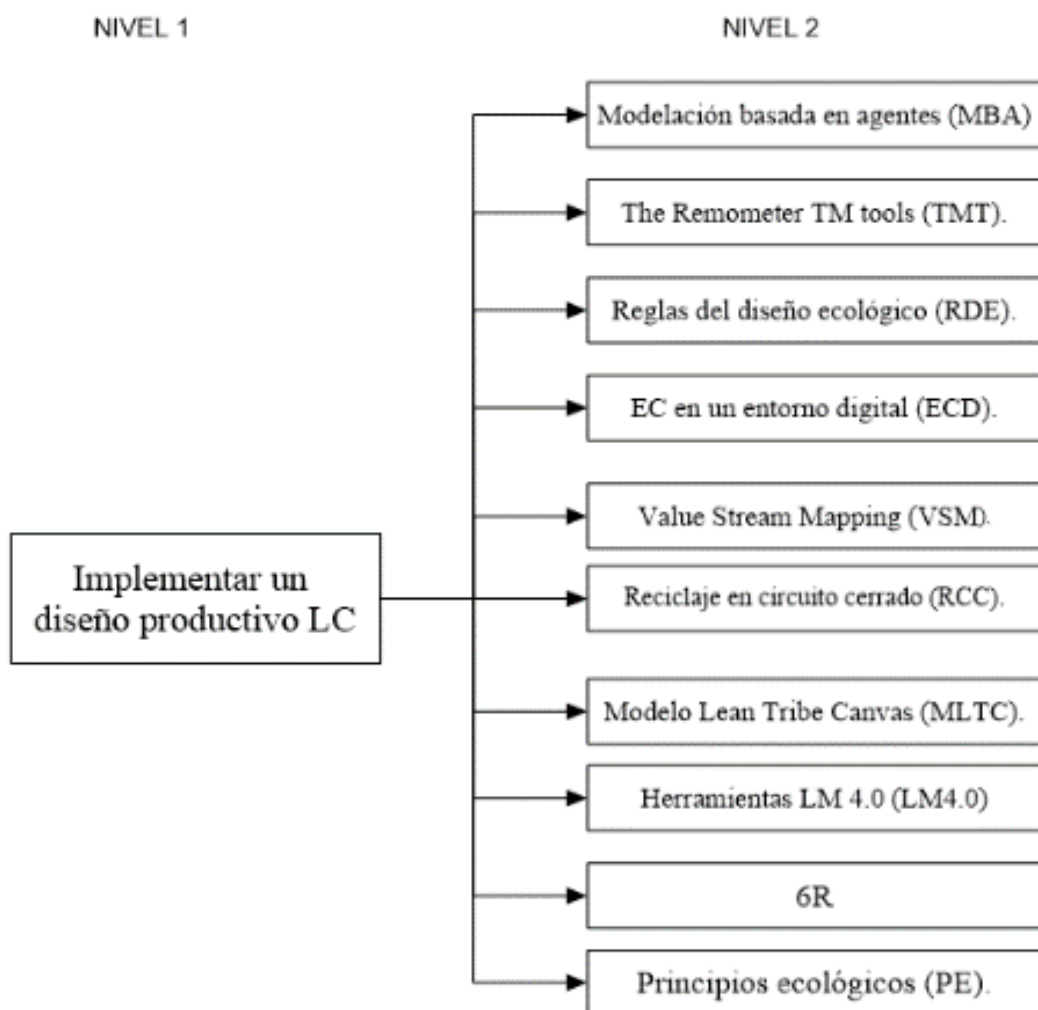
<b>No</b>	<b>Autor</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Sinergia</b>
	2022)	sencillo hasta el más complejo.	ecológicos.	de las simulaciones.
<b>22</b>	(Batwara et al., 2023)	Estudio de la herramienta VSM para llegar a la sostenibilidad.	Value Stream Mapping (VSM).	Mejorar la gestión de los residuos en procesos de manufactura.
<b>23</b>	(Fang et al., 2022)	Estudiar los riesgos que genera el sistema productivo lineal.	Principios ecológicos.	Disminuir el despilfarro de los recursos naturales.
<b>24</b>	(Martínez et al., 2023)	Verificar el cumplimiento de los ODS.	ODS	Integrar los ODS a las industrias.
<b>25</b>	(Bhatnagar et al., 2022)	Analizar el diseño de los productos en los negocios.	Reglas del diseño ecológico.	Nuevas reglas de diseño para alcanzar la circularidad.
<b>26</b>	(Naeemah & Wong, 2023)	Estudio de las herramientas para la manufactura esbelta.	Herramientas LM	Implementar herramientas LM en los sistemas lineales.
<b>27</b>	(Araya & Araya, 2020)	Estudiar la complejidad del comportamiento de los agentes.	MBA	Interacciones de los agentes en los sistemas.
<b>28</b>	(Anderson & Ye, 2019)	Estudiar los tipos de simulaciones en el entorno industrial.	MBA	Simulación de sistemas dinámico.
<b>29</b>	(Mölsä et al., 2022)	Evaluar el impacto ambiental por las industrias.	Principios Ecológicos.	Mejorar los procesos para disminuir el impacto ambiental.
<b>30</b>	(Andrango - Alobuela & Arroyo Morocho Flavio Roberto, 2022)	Establecer la sinergia entre la I4.0 y la EC.	Herramientas de la I4.0 y Ec.	Cambios en la ruta de los procesos lineales a los circulares
<b>31</b>	(Lakshmanan et	Establecer sinergias de la	Herramientas LM y	Cambiar el modelo

No	Autor	Objetivo	Herramientas	Sinergia
	al., 2023)	manufactura esbelta y la fabricación sostenible.	fabricación sostenible	de fabricación de las industrias.

**Nota:** Elaborado por el autor.

En la Figura 6, se detallan las herramientas que se pueden utilizar para implementar un diseño productivo LC

**Figura 6.** Herramientas para implementar un diseño productivo LC.



**Nota:** Elaborado por el autor.

En la Tabla 4, se observan las herramientas que se pueden utilizar para implementar un sistema productivo LC, con los resultados de las ponderaciones no damos cuentas que con el 0.222 una modelación basada en agentes (MBA) ocupa el primer lugar, seguida por las reglas de diseño ecológico (RDE) con una ponderación de 0.183 y en tercer lugar la herramienta de The Remometer TM tools (TMT) con una ponderación de 0.130 siendo estas las tres herramientas óptimas para realizar un diseño LC. Con un CR de 0.095 siendo inferior a 0.1 de acuerdo con el método se valida la evaluación, dado que las calificaciones son consistentes.

**Tabla 4.** Matriz de ponderación (AHP).

Herramientas	Matriz Normalizada										Ponderación	CR
MBA	0,245	0,279	0,266	0,217	0,199	0,318	0,138	0,188	0,169	0,194	<b>0,222</b>	<b>0,095</b>
TMT	0,123	0,140	0,266	0,145	0,100	0,127	0,138	0,113	0,068	0,083	<b>0,130</b>	
RDE	0,123	0,070	0,133	0,361	0,199	0,127	0,138	0,188	0,237	0,250	<b>0,183</b>	
ECD	0,082	0,070	0,027	0,072	0,199	0,127	0,138	0,113	0,068	0,056	<b>0,095</b>	
VSM	0,123	0,140	0,067	0,036	0,100	0,127	0,138	0,075	0,169	0,083	<b>0,106</b>	
RCC	0,049	0,070	0,067	0,036	0,050	0,064	0,138	0,188	0,068	0,056	<b>0,078</b>	
MLTC	0,123	0,070	0,067	0,036	0,050	0,032	0,069	0,075	0,068	0,056	<b>0,064</b>	
LM 4.0	0,049	0,047	0,067	0,024	0,050	0,013	0,034	0,038	0,102	0,139	<b>0,056</b>	
6R	0,049	0,070	0,027	0,036	0,020	0,032	0,034	0,013	0,034	0,056	<b>0,037</b>	

**Nota:** Elaborado por el autor.

Es evidente que los conceptos de prácticas sostenibles son aquellos que nacen con la ecología industrial (EI), que es la ciencia que se encarga de estudiar el flujo de los materiales y energía en actividades industriales con la finalidad de disminuir los impactos ambientales y concientizar a la población y a las industriales de los daños que están generando, poniendo en peligro la sostenibilidad (Gan et al., 2022a). En términos de sostenibilidad se define como la capacidad para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin afectar la capacidad para satisfacer las necesidades de las generaciones venidera (Abad-Segura et al., 2021)

Gan et al., (2022b) Menciona que uno de los conceptos que apoya a la EI es la simbiosis industrial (SI), en un estudio que se realizó en China se pudo constatar que este modelo tiene como finalidad buscar la cooperación de varias empresas con el objetivo de promover el intercambio de los residuos y que estos se puedan convertir en subproductos de otras industrias y de esta manera disminuir la contaminación.

Raimbault et al., (2020) expone que, para comprobar la viabilidad de un sistema simbiótico, es necesario basar las simulaciones mediante agentes en la que se busca simular el comportamiento en las industrias evaluando los impactos que tienen sus interacciones, con el fin de comprender los comportamientos de los individuos y su interacción dentro de un sistema mediante algoritmos matemáticos.

El estudio realizado se llevó a cabo con el objeto de identificar las investigaciones enfocadas en crear oportunidades de innovación en los sistemas productivos, estableciendo sinergias entre dos conceptos fundamentales en búsqueda de mitigar los impactos ambientales, estos conceptos son el Lean y EC con la finalidad de lograr una economía sostenible y una eficiencia correcta al utilizar los recursos.

Varios estudios que se han presentado tienen como finalidad ayudar a la metodología que se llevara a cabo para el desarrollo del estudio, dado que al momento de realizar un MBA, se necesitara de una herramienta para la recolección de datos, además, de una población y muestras que nos permita realizar el estudio y por último llevar la simulación de los agentes en un entorno computacional para proporcionar resultados del estudio.

### **1.3 Recapitulación del Capítulo I**

Con el paso de los últimos años se ha notado el interés por parte de las instituciones con una tendencia bien marcada al promover investigaciones sobre los sistemas LC (Figura 5), de la misma manera se puede evidenciar una tendencia por parte de los países que fomentan divulgaciones científicas, que están comprometidos con generar cambios innovadores en sus sistemas productivos (Figura 4), por último se puede observar la fuerza de cooperación entre revistas científicas que se encargan de publicaciones con temas relacionados es muy fuerte (Figura 3).

Mencionando los desafíos que se enfrentan un sistema LC, como son las políticas gubernamentales, despilfarro de los recursos naturales, la poca eficiencia en los procesos que presentan los sectores pesqueros, se toma el estudio como una herramienta que permita dar un paso hacia sistemas productivos sostenibles, integrando la participación de los agentes que los integra, pretendiendo que cada agente que coopere obtenga un beneficio y los impactos ambientales se vean reducidos.

Generar un diseño productivo LC resulta factible, debido a que con este se quiere lograr representar la aplicabilidad de un sistema simbiótico mediante la aplicación de software basados en agente, lo que permite dar un paso al cambio de paradigma que se tiene con el fin de mitigar el deterioro en el planeta a causa del desarrollo industrial. Por lo mencionado, con una base de respaldo en investigación relacionados con el LC, el trabajo de integración curricular plantea la siguiente incógnita: ¿Cómo el diseño de un sistema productivo Lean Circular ayudaría a la sostenibilidad del sector pesquero?; bajo este contexto, las investigaciones que se realizaron en los antecedentes exponen la viabilidad de un sistema LC en Posorja.

## CAPÍTULO II

### MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Enfoque de investigación

En el Capítulo I, se implementó un enfoque bibliométrico con el propósito de llevar a cabo una evaluación cuantitativa y una medición de características diversas presentes en la literatura científica. El enfoque se centró específicamente en la producción de investigaciones relacionadas con el sistema productivo LC, con el objetivo de analizar la colaboración entre países, instituciones académicas y revistas científicas en este campo de estudio. Además, en una etapa posterior del estudio, se aplicó una metodología de toma de decisiones multicriterio (MCDM) haciendo uso del método AHP, se empleó con el propósito de cuantificar la toma de decisiones en sistemas complejos, como el sistema productivo LC, proporcionando así una base analítica sólida para la toma de decisiones en este contexto específico (sección 1.2).

En este contexto, se estableció el enfoque metodológico que guiaría la investigación, basado en el uso de herramientas que permitieron cuantificar y resaltar información relacionada con el estudio. El enfoque metodológico se caracterizó por seguir procesos sistemáticos y ordenados en una secuencia lógica con el objetivo de obtener resultados relevantes para abordar el problema de investigación (Humberto Ñaupas Paitán et al., 2014). El trabajo responde a un enfoque cuantitativo, la elección del enfoque metodológico para esta investigación se basa en consideraciones específicas relacionadas con los objetivos y la naturaleza de esta. Por un lado, un alcance descriptivo se centra en proporcionar una explicación detallada de las características relevantes y tendencias presentes en la población y, por otro lado, un alcance correlación se enfoca en identificar y analizar las asociaciones o sinergia entre variables dentro de la población del estudio, con el fin de comprender la interacción de estas y si existe un patrón de correlación (Baena Paz, 2017).

En este sentido, la investigación de estilo descriptiva – correlacional es aquella que busca medir la recolección de los datos y a su vez correlacionar ambas variables con el fin de proporcionar un análisis y explicación de estas (Guillén-Gámez et al., 2022; Ramos-Galarza, 2020).

## 2.2 Diseño de la investigación

En el contexto del análisis del diseño de investigación, hay que reconocer que existen diferentes enfoques metodológicos para llevar a cabo investigaciones, uno de estos enfoques se refiere al diseño de investigación no experimental, en donde el investigador no interviene directamente para cambiar o manipular las variables de estudio, sino que observa y registra como estas variables se comportan de manera natural en su entorno (Hernández - Sampieri et al., 2014). Se hace referencia a la elección de un enfoque metodológico específico para el estudio, considerando que existe tres tipos principales de planteamiento de investigación (cuantitativo, cualitativo y mixto) (Del Cid et al., 2011).

Un planteamiento cuantitativo, se caracteriza por utilizar medidas numéricas y grados de asociación para establecer relaciones entre variables, además, se busca concretar los resultados a través de una muestra representativa de la población estudiada, lo que permite realizar inferencias sobre las causas que determinan el comportamiento de esta (Hernández - Sampieri et al., 2014).

En este sentido, se clasifican las variables de acuerdo con los tipos de investigación previamente definidos en la sección anterior del trabajo (sección 2.1). A continuación, se proporciona una descripción de estas variables de acuerdo con su relación con el estudio en cuestión:

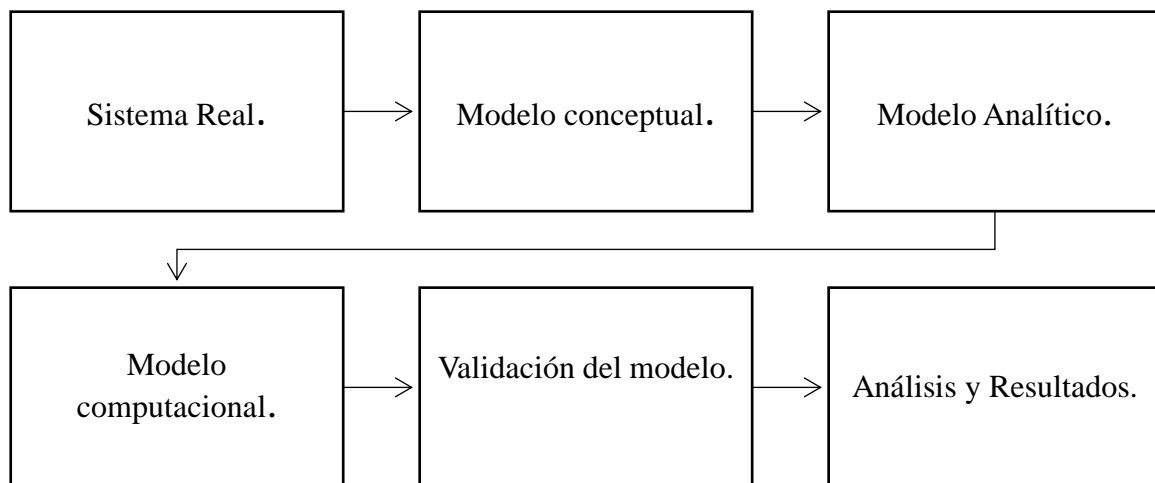
- **Investigación Descriptiva:** Establece la incidencia entre las variables independiente y dependiente. Haciendo referencia a las características específicas de las actividades y procesos involucrados en el alcance de estudio.
- **Investigación Correlacional:** Establece el nivel de relación de las variables siendo este el tipo de estudio que demostró el cambio de los sistemas productivos actuales a LC en la parroquia Posorja.



### 2.3 Procedimiento metodológico

El proceso metodológico adecuado que se llevó en el estudio para llevar a cabo la representación de un sistema productivo LC, está basado en James & Bradshaw, (2023), el mismo que llevó a cabo un modelo de sistema complejo, se realizó la secuencia lógica para formular el modelo. Detallado en la Figura 7.

**Figura 7.** Diseño de proceso metodológico.



**Nota:** Basado en James & Bradshaw, (2023)

**Sistema Real:** Para comenzar con la primera fase, se comienza con una simplificación del sistema real que se pretende representar. A pesar de la complejidad del sistema real, se identifican las características fundamentales en el funcionamiento y se determinan las propiedades relevantes que se deben incluir en el modelado, junto con los parámetros que permitirán medir la evolución del fenómeno. Durante el análisis del sistema real, se profundiza en los objetivos de estudios y en sus componentes, así como en los mecanismos que van a interactuar entre ellos.

**Modelo conceptual:** El desarrollo del modelo conceptual es una etapa creativa para el modelo. En esta fase la atención se centra en la conceptualización del objeto de estudio, separando y definiendo el entorno de acuerdo con los objetivos, propiedades y elementos que lo componen. Permitiendo estudiar la red de intercambio entre las empresas que desean participar en el sistema.

**Modelo Analítico.** En este contexto, las premisas que delimitan la concepción del modelo se expresan de manera analítica a través de ecuaciones matemáticas o expresiones lógicas. Estas ecuaciones o expresiones describen la evolución del sistema a lo largo del tiempo y busca reproducir los comportamientos observados en el sistema real.

**Modelo computacional:** La implementación de un modelo computacional se refiere a la aplicación de la tecnología para acelerar el proceso de análisis e inferencia del modelo analíticos. Según las afirmaciones y principios establecidos en el modelo analítico y su enfoque de modelado, este se traduce en un conjunto de instrucciones codificadas en un lenguaje de programación formal (Arcila - Calderón et al., 2021). El proceso de inferencia implica la ejecución del modelo en una plataforma de simulación adecuada, es decir, la inferencia se basa en utilizar el modelo computacional para obtener información que se asemeje al comportamiento real del sistema en una variedad de condiciones.

**Validación del modelo:** La verificación es un proceso donde se asegura que el modelo computacional esté en concordancia con las premisas establecidas en etapas anteriores. Este procedimiento implica una revisión exhaustiva de los enunciados y estructuras de las proposiciones computacionales, con el propósito de identificar y solucionar posibles errores que podrían resultar en interpretaciones incorrectas durante la inferencia del modelo.

**Análisis y Resultados:** En esta fase, se lleva un proceso de evaluación de los parámetros principales de entradas que fueron introducidos en el modelo computacional, posteriormente, se llevaron a cabo comparaciones necesarias para determinar cómo se relacionan los resultados entre sí o con respecto a algún estándar o referencia y finalmente, se presentaron los resultados obtenidos en la simulación de los escenarios planteados, de forma que proporcione información que respalde al modelo.

## 2.4 Población y muestra

### 2.4.1 Población

En las investigaciones, la población se refiere a un total de elementos o individuos que comparten ciertas características similares y que son el foco de estudio. Representa un grupo más amplio en el que se pretende aplicar los resultados y conclusiones obtenidas a partir de la investigación (Del Cid et al., 2011).

En Ecuador por datos proporcionados por Corporación Financiera Nacional B.P., (2022) y Ministerio de Producción, (2023) se obtiene el resultado de las empresas cuya actividad están vinculadas al sector pesquero.

En la Tabla 5, se registra el número de las empresas que están relacionadas con actividades del sector pesquero en Ecuador, en donde las empresas manufactureras son aquellas que procesan el producto. Y las empresas de ventas son las que se involucran en la compra de materia prima proporcionada por el mar de manera local o por exportación.

**Tabla 5.** Empresas del sector pesquero en Ecuador.

<b>Empresas vinculadas al sector pesquero</b>		
<b>Actividad</b>	<b>N# Empresa</b>	<b>Porcentaje</b>
Manufacturera	102	38%
Venta	169	62%
<b>Total</b>	<b>271</b>	<b>100%</b>

**Nota:** Basado en Corporación Financiera Nacional B.P., (2022)

En la Tabla 6, se evidencia el porcentaje de las empresas que están relacionadas con actividades del sector pesquero en la provincia del Guayas con una referencia documentada obtenida por parte de la (Corporación Financiera Nacional B.P., 2022).

**Tabla 6.** Empresas del sector pesquero Provincia del Guayas.

<b>Empresas vinculadas al sector pesquero</b>			
<b>Actividad</b>	<b>N# Empresa</b>	<b>% Empresas de Guayas</b>	<b>Empresas de Guayas</b>
Manufacturera	102	40%	41
Venta	169	47%	79
Total	271		120

**Nota:** Basado en Corporación Financiera Nacional B.P., (2022)

#### 2.4.2 Muestra

La muestra es una porción representativa del total de la población a estudiar, se obtiene mediante distintos métodos, se clasifica en dos principales (probabilísticos y no probabilístico) (Del Cid et al., 2011).

Para determinar la muestra en el estudio, se basó en la fórmula para población finita establecido por (Del Cid et al., 2011). Esta fórmula de muestreo es la siguiente:

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2 * (N - 1) + z^2 * p * q}$$

Donde:

N= Tamaño de la población

Z= Nivel de confianza del 95% (1.96)

P= Probabilidad de éxito 50%

Q= Probabilidad de fracaso 50%

E= Error máximo admisible 5%

Para determinar el tamaño de la muestra se procede a realizar el cálculo correspondiente:

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 120}{0.05^2 * (120 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{115.25}{1.26}$$

$$n = 91$$

### Muestra estratificada

Se estableció una muestra estratificada mediante el uso de criterio de inclusión y exclusión, como el porcentaje de empresas que se encuentra ubicada en la parroquia Posorja. Como se puede observar en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Empresas del sector pesquero en la parroquia Posorja.

<b>Empresas de Posorja vinculadas al sector pesquero</b>		
Actividad	N# Empresas	Porcentaje
Manufacturera	7	41%
Venta	10	59%
Total	17	100%

**Nota:** Basado en (GAD Rural Parroquial Posorja, 2020)

En este sentido, en la Tabla 8, se detalló un muestreo por conveniencia en la se determinó de manera concisa la falta de cooperación por parte de las empresas seleccionada (Pace, 2021).

**Tabla 8.** Empresas estratificadas por conveniencia.

<b>Empresas de Posorja vinculadas al sector pesquero</b>				
<b>Actividad</b>	<b>N# Empresas</b>	<b>Falta de</b>	<b>Empresas Excluidas</b>	<b>N# Empresas</b>
Manufacturera	7	cooperación	2	5
Venta	10	o	3	7
		participación		
		por las		
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>empresas</b>	<b>5</b>	<b>12</b>
		seleccionada		
		s		

**Nota:** Elaborado por el autor.

## **2.5 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos**

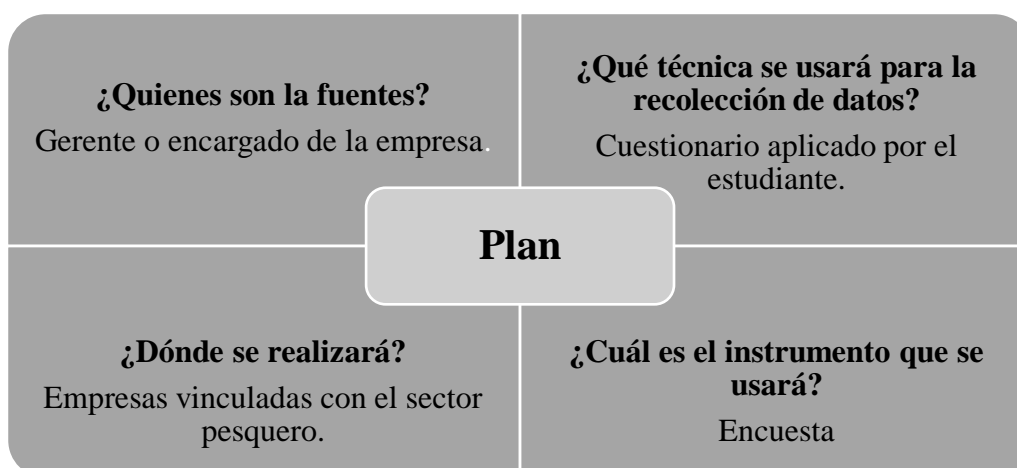
### **2.5.1 Métodos de recolección de los datos**

El desarrollo de una investigación científica involucra la utilización de diversos métodos que, a través de una secuencia lógica, facilitan la evaluación de datos entre sí, estos son: I) método sintético, II) método analítico, III) método deductivo, IV) método inductivo (Del Cid et al., 2011).

El método analítico es un enfoque que implica descomponer un sistema o fenómeno en sus diversos componentes y examinarlos de manera progresiva, comenzando desde una perspectiva general y avanzando hacia detalles específicos, permite establecer conexiones y relaciones significativas entre diferentes características o elementos del sistema, lo que ayuda a una comprensión más profunda y completa del objeto de estudio (Del Cid et al., 2011).

La recolección de datos es la técnica pertinente para llevar a cabo una investigación, implica la elaboración de un plan minucioso en el cual se detallan las etapas que se llevarán a cabo con un propósito específico (Baena Paz, 2017). Figura 8.

**Figura 8.** Plan para la recolección de datos.

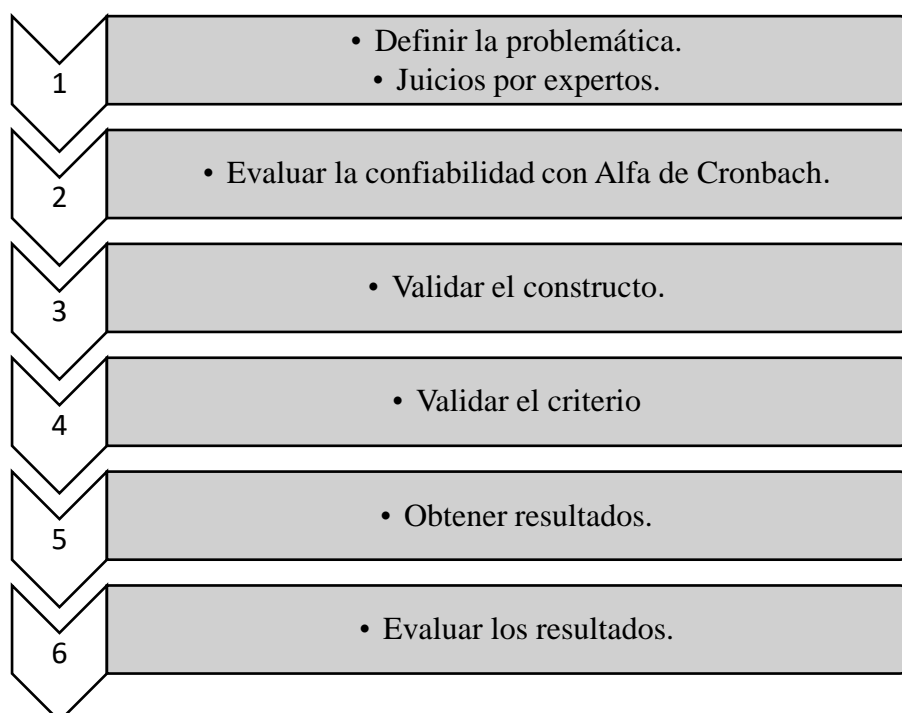


**Nota:** Basado en Baena Paz, (2017)

### 2.5.1 Técnicas de recolección de datos

Con el objetivo de obtener y registrar datos para llevar a cabo el estudio, se aplicó la técnica de encuesta con su instrumento de cuestionario, validando el instrumento conforme al método expuesto por López-Fernández Raúl, (2019), como un medio para asegurar la credibilidad de la investigación científica. En la Figura 9, se evidencia el proceso paso a paso para la validación del instrumento.

**Figura 9:** Etapas para la validación del instrumento.



**Nota:** Basado en López-Fernández Raúl, (2019)

### **2.5.3 Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos que permite la recolección de datos son herramientas empleadas para obtener información relevante y pertinente que permite responder a las preguntas de investigación establecidas, se clasifican en diversas categorías, siendo más comunes entrevistas, cuestionarios, observaciones y análisis de documentos (Del Cid et al., 2011).

En el desarrollo de la investigación, se empleó un cuestionario como la principal herramienta para recopilar datos, el cual se diseñó con diferentes tipos de preguntas centradas en las variables de interés, el cuestionario fue administrado a los jefes responsables de la producción y a los encargados del departamento ambiental, quienes formaron parte de la muestra seleccionada para el estudio. Posteriormente, los datos recopilados fueron procesados mediante el software SPSS 25, con el fin de llevar a cabo el análisis correspondiente.

### **2.6 Variables de estudio**

El análisis de las variables en una investigación implica que el estudio puede ser replicado de manera que se obtengan resultados similares en diferente contexto o con diferentes muestras. En una investigación de tipo cuantitativo las variables permiten separar característica o atributos que están relacionados con el tema (Christian et al., 2018; Cienfuegos, 2022)

En este sentido considerando la importancia que tienen las variables dentro de una investigación cuantitativa, se menciona los conceptos de variables dependiente e independiente:

- Variable independiente (VI): representa a la causa.
- Variable dependiente (VD): representa los resultados de la causa.

Con lo anteriormente mencionado, se estable las variables del estudio:

- VI: Sistema productivo.
- VD: Sector pesquero.



## 2.7 Procedimiento para la recolección de los datos

El procesamiento de la recopilación de datos que se obtienen a través de las técnicas utilizadas para recopilar información de la población y de la muestra con el propósito de llevar a cabo un estudio debe encontrarse alineado con los objetivos de la investigación (Pucha - Medina et al., 2019).

A continuación, en la Tabla 9, se presenta detallado el plan a ejecutarse para el tratamiento de los datos con sus respectivas actuaciones.

**Tabla 9.** Fases para el tratamiento de los datos.

Número	Plan	Actuaciones
1	Tratamiento de datos	1. Verificar la información recopilada.
		2. Tabulación de la información recopilada.
		3. Tabulación de la información recopilada según las variables con análisis estadísticos.
2	Presentación de los resultados	1. Presentar los resultados del cuestionario aplicado relacionado con sistema productivo lean circular.
		2. Presentación de los resultados a través del uso de herramientas estadísticas.
		3. Presentación de los resultados a través del uso de gráficos para una mejor comprensión.

**Nota:** Basado en Pucha - Medina et al., (2019).

## **2.8 Plan de análisis e interpretación de los datos**

El apartado enfatizó la relevancia de lograr los objetivos específicos que fueron previamente establecido en la investigación. Para ello, se elaboró un plan mediante el cual se detalla la ejecución del primer objetivo específico, en el que fue necesario realizar la revisión de la bibliografía existente mediante un análisis bibliométrico para la conceptualización, herramientas y otros aspectos relacionados con las variables (sección 1.2).

Posteriormente, se describen las técnicas utilizadas para la recopilación de datos, así como el uso de instrumentos previamente probado y validado por expertos. Para el instrumento utilizado se aplicó el método de validación propuesto por López-Fernández Raúl, (2019) (sección 2.5.1) Figura 9. Además, se proporcionan los resultados de los análisis relacionados con la recopilación de datos cuantitativos a partir del cuestionario que fue diseñado y validado, para ello se utilizó el software IBM SPSS Statistics 25. Estos resultados demuestran la viabilidad y confiabilidad al medir el grado del coeficiente de Alfa de Cronbach (sección 3.1.1).

Se presentan los resultados de los análisis de datos de manera visual, utilizando gráficos y tablas estadísticas, con el fin de facilitar la comprensión por parte del lector. Además, se procedió a mostrar la interfaz del sistema complejo, ejecutado bajo la modelación en simulación en el software Anylogic (sección 3.2.9).

Con la intención de ofrecer una comprensión clara y completa del plan para analizar e interpretar los resultados obtenidos al alcanzar los objetivos específicos del estudio, la Tabla 10, proporciona una descripción detallada de los procesos y las herramientas utilizadas para este propósito. Explica cómo se llevaron a cabo las acciones necesarias y que instrumentos se emplearon para llevar a cabo el análisis e interpretación de los resultados de manera efectiva y coherente.

**Tabla 10.** Plan de análisis e interpretación de los datos.

N#	Objetivos Específicos	Procedimientos	Instrumentos	Resultados esperados
1	<b>Objetivo 1:</b> Revisar la bibliografía existente, basado en un análisis bibliométrico y AHP, para el sustento de las variables de investigación.	1. Revisión de la literatura.	1. RSL. 2. Base de datos. 3. Software Vosviewer. 4. MCDM	1. Establecer sinergias entre variables.  2. Determinar herramientas para un sistema productivo LC
		2. Análisis Bibliométrico.		
		3. Método AHP		
2	<b>Objetivo 2:</b> Establecer una estructura metodológica, mediante métodos y técnica de investigación, para el levantamiento de la información de los parámetros de un sistema productivo.	1. Planeación para obtener datos.	1. Técnicas para recopilar datos.  2. Método para validar instrumento.  3. Fases para elaboración del modelo en base teórica.	1. Desarrollo metodológico.  2. Estratificación poblacional y muestral.  3. Fases estructuradas para modelar.
		2. Planeación para validar instrumento.		
		3. Fases del desarrollo de un modelado.		
3	<b>Objetivo 3:</b> Modelar un sistema productivo, basado en diferentes entornos de simulación, para el establecimiento de un entorno cooperativo Lean Circular en el sector pesquero de la Parroquia Posorja, Provincia del Guayas, Ecuador.	1. Ejecución de técnicas de recopilación de datos.	1. Software estadístico SPSS-25.  2. Análisis ANOVA.  3. Software Anylogic.	1. Tabulación de los datos.  2. Aplicación del modelo.  3. Reporte y conclusiones del modelo
		2. Análisis de varianza.		
		3. Elaboración del modelo.		

**Nota:** Elaborado por el autor.

## **2.9 Recapitulación del capítulo II**

La metodología que se llevó a cabo para este estudio se desarrolló a través de un análisis de enfoques de investigación, lo cual dio como resultado en la clasificación de una investigación cuantitativa. Además, se definió el alcance del estudio mediante la aplicación del método de estratificación poblacional y muestral. Posteriormente, se describió el plan de evaluación y acción que se llevaría a cabo durante la recopilación de datos en el campo. Después de esto, se procedió a definir y verbalizar las variables del estudio, que se dividen en variable independiente (VI) y variable dependiente (VD). La técnica que se seleccionó para la recopilación de datos fue la encuesta, y se utilizó un cuestionario para llevar a cabo el desarrollo de ésta. Para garantizar la credibilidad de la investigación, se procedió a validar la encuesta utilizando el método propuesto por López-Fernández Raúl, (2019). Esta validación involucró la participación de un comité de expertos que fueron seleccionado en base a criterios de inclusión y exclusión. Finalmente, para el análisis de los resultados obtenidos, se comprobó la viabilidad y confiabilidad de los datos mediante Alfa de Cronbach, utilizando el software SPSS-25.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO DE RESULTADO Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 Marco de resultados**

En el capítulo II, se proporcionó un detalle (Sección 2.1) sobre la metodología adoptada en la investigación, la cual sigue un enfoque cuantitativo y se caracterizó por adherirse a un proceso sistemático de secuencia lógica, posteriormente, a través de un enfoque descriptivo, se identifican las características y tendencias relevantes de la población. Además, en un enfoque correlacional (Sección 2.2), se destacó la correlación entre las variables tanto independiente como dependiente, este análisis nos condujo a la presentación del procedimiento metodológico (Sección 2.3), y a la vez, la elección de los métodos, técnicas e instrumentos para la recopilación de datos (Sección 2.5).

En este sentido en la (sección 3.1.1), donde una vez construido y validado el instrumento de recopilación de datos, para lo cual fue importante un juicio por expertos, se aplicó el cuestionario a la muestra estratificada del estudio, con la finalidad de obtener resultados, los cuales permitieron estudiar la situación actual del sector pesquero de la parroquia Posorja, generada por los sistemas productivos de las empresas que laboran en la localidad, detectando que la mayoría de las industrias, no están de acuerdo, ni desacuerdo, en que los sistemas productivos lineales que están llevando ponen en peligro la sostenibilidad de dicho sector, del mismo modo se puede observar que ellos si están dispuestos en la colaboración con empresas vecinas con el objetivo de mantener la sostenibilidad del sector pesquero, además, se obtuvo información relevante de la cantidad de desechos diarios que generan dichos sistemas en el sector.

Posteriormente se llevó a cabo la definición de las hipótesis nulas y alternativas, mediante el análisis de varianza ANOVA (sección 3.1.3.2), donde se comprobaron las hipótesis, lo cual permitió aceptar la hipótesis alternativa, lo cual dio como punto de partida la esquematización del procedimiento metodológico.

#### **3.1.1 Validación del instrumento**

Para realizar adecuadamente la evaluación del instrumento para la recopilación se los datos, se llevó a cabo la ejecución de las siguientes fases, propuestas por López-Fernández Raúl, (2019)

## **Fase 1: Definir la problemática**

Utilizando como punto de partida el marco teórico y los antecedentes presentados en el Capítulo I del estudio, se procedió a desarrollar el instrumento de recopilación de datos que se encuentra detallado en el (ANEXO B). Cuenta con un total de 12 preguntas diseñadas con el fin de obtener información necesaria para la investigación, con el objetivo de salvaguardar la privacidad de las entidades, el cuestionario se contestó de manera anónima.

### **Juicio por experto**

Para la selección de los expertos se llevó a cabo criterios de inclusión y exclusión, se escogieron tres expertos para la validación del instrumento para la recopilación de los datos, a continuación, se describen los criterios para la selección:

- Los expertos deben ser miembros activos en la comunidad académicas o pertenecer a una institución académica.
- Se requiere que, los expertos tengan el título de doctorado y al menos 10 años en la realización de investigaciones en su campo de especialización.

Los expertos fueron contactos de manera presencial dentro de la academia, la respectiva documentación fue proporcionada de forma presencial, de la misma manera la recepción de las respuestas. Bajo este contexto los expertos evaluaron y proporcionaron comentarios de varios aspectos del cuestionario, la terminología utilizada en una pregunta, el número de preguntas presentes en el cuestionario y la longitud de estas, las observaciones y recomendaciones fueron acogida de manera positiva para llevar a cabo las respectivas correcciones necesarias. Estas correcciones ayudaron a mejorar la apariencia del cuestionario, lo que dio como resultado un cuestionario más efectivo y preciso. En la Tabla 11, se detalla las puntuaciones que se otorgó a las preguntas por parte de los expertos, para la cual se utilizó la escala de tipo Likert (Toth et al., 2020), donde: 1 = totalmente en desacuerdo; 2 = algo en desacuerdo; 3 = ni de acuerdo, ni en desacuerdo; 4 = algo de acuerdo; 5 = totalmente de acuerdo, para lo cual una puntuación igual o mayor a 4 es considerada como válida.

**Tabla 11.** Validación de expertos

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTO					Validación pregunta (SI/NO)	
Nº	Evaluación	1 <sup>1</sup>	2 <sup>1</sup>	3 <sup>1</sup>	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones		
1	Adecuación	5	5	5	15	5	5	SI
	Calificación	5	5	5	15	5		NO
2	Adecuación	5	5	5	15	5	4,83	SI
	Calificación	4	5	5	14	4,67		NO
3	Adecuación	5	5	5	15	5	5	SI
	Calificación	5	5	5	15	5		NO
4	Adecuación	5	5	5	15	5	5	SI
	Calificación	5	5	5	15	5		NO
5	Adecuación	5	5	5	15	5	5	SI
	Calificación	5	5	5	15	5		NO
6	Adecuación	5	5	5	15	5	4,83	SI
	Calificación	5	4	5	14	4,67		NO
8	Adecuación	5	5	5	15	5	5	SI
	Calificación	5	5	5	15	5		NO
9	Adecuación	5	5	5	15	5	5	SI
	Calificación	5	5	5	15	5		NO
10	Adecuación	5	5	5	15	5	5	SI
	Calificación	5	5	5	15	5		NO
11	Adecuación	5	5	5	15	5	5	SI
	Calificación	5	5	5	15	5		NO
12	Adecuación	5	5	5	15	5	5	SI
	Calificación	5	5	5	15	5		NO

**Nota:** Elaborado por el autor.

## Fase 2: Determinar la confiabilidad

La importancia de esta fase radica en establecer la confiabilidad del instrumento de recopilación de datos, para su correcta aplicación. El Alfa de Cronbach, ha sido caracterizado como una herramienta estadística fundamental y ampliamente utilizada en las investigaciones que implica la creación y la aplicación de pruebas (Taber, 2018). En este sentido, se calculó el Alfa, siguiendo los criterios establecidos (Hernández & Pascual - Barrera, 2018)

- Alfa de Cronbach  $> 0.9$  es excelente.
- Alfa de Cronbach  $> 0.8$  es bueno.
- Alfa de Cronbach  $> 0.7$  es aceptable.
- Alfa de Cronbach  $> 0.6$  es cuestionable.
- Alfa de Cronbach  $> 0.5$  es pobre.
- Alfa de Cronbach  $< 0.5$  es inaceptable.

Estableciendo una confiabilidad del cuestionario como muy buena (Tabla 12)

**Tabla 12.** Confiabilidad de Alfa de Cronbach.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,884	8

**Nota.** Elaborado por el autor.

## Fase 3: Determinar la validez del constructo

Esta etapa se realizó con el propósito de evaluar la validez interna del cuestionario. Se optó por realizar un análisis factorial, que incluye la aplicación de la Prueba de eficiencia de Bartlett, cuya prueba mide la fuerza de intercorrelación entre las variables, siguiendo los criterios expuestos por (Martínez - Ávila, 2021)

- Coeficiente KMO mayores de 0.90 excelente.
- Coeficiente KMO de 0.80 a 0.90 son buenos.
- Coeficiente KMO de 0.70 a 0.80 son aceptables.
- Coeficiente KMO de 0.60 a 0.70 son regulares
- Coeficiente de KMO de 0.50 a 0.60 y menores a 0.50 son inaceptables.



En la Tabla 13, se describe el resultado de la Prueba de Bartlett, y la Prueba de KMO misma que proporcionó un valor de 0.823 lo que demuestra que nuestros datos son buenos.

**Tabla 13.** Prueba de KMO y Bartlett.  
**Prueba de KMO y Bartlett**

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,823
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	108,610
	gl	10
	Sig.	,000

**Nota.** Elaborado por el autor.

#### **Fase 4: Validez del criterio**

Esta etapa aborda la validez externa y se evaluó mediante la medición del grado de concordancia Kendall, cuyos criterios de las medidas deben estar en el rango de 0 a 1 (Pozo Franco et al., 2021).

- $W = 1$  concordancia total entre los expertos.
- $W = 0$  no existe concordancia entre los expertos.

En la Tabla 14, se observa que el coeficiente  $W$  es de 0.849, por lo que, indica que existe un nivel alto de concordancia entre los expertos, lo que hace que instrumentos sea validó.

**Tabla 14.** Validez externa prueba de Kendall

<b>Estadísticos de prueba</b>	
N	24
W de Kendall <sup>a</sup>	,849

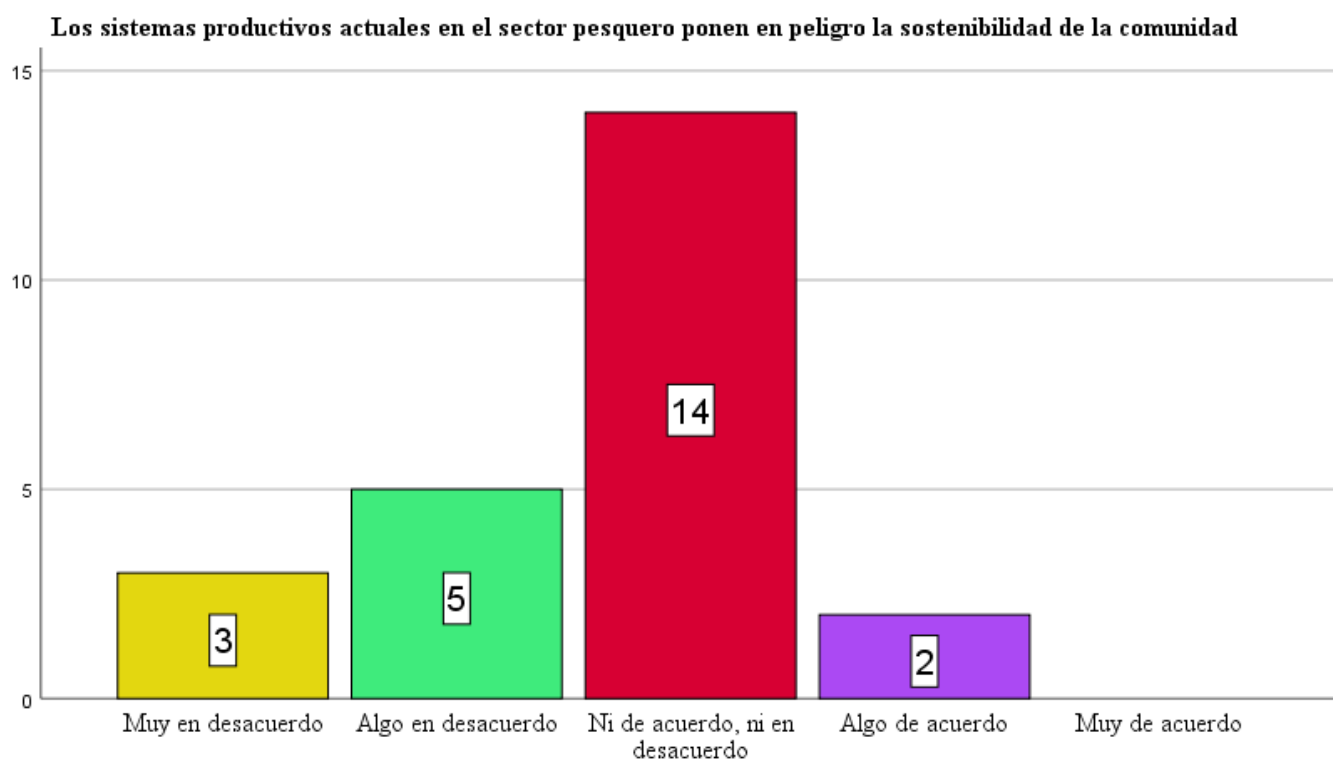
**a. Coeficiente de concordancia de Kendall**

**Nota.** Elaborado por el autor.

## Fase 5: Obtención de resultados

Para llevar a cabo la recopilación de datos, se implementó un muestreo por conveniencia, como se detalló en el Capítulo II, (Sección 2.4.2). Como resultado de este enfoque, se aplicó el cuestionario a 12 empresas pertenecientes al sector productivo de la provincia del Guayas, parroquia Posorja, el cuestionario se aplicó a dos personas seleccionada en las empresas, estas deberían ser el jefe encargado de producción y el encargado del departamento ambiental. Bajo este contexto, una vez completada el proceso de recopilación de datos, se observa que, de las 24 personas encuestadas, 14 personas encuestadas no están de acuerdo, ni en desacuerdo con que los sistemas productivos actuales en el sector pesquero pone en peligro la sostenibilidad de la comunidad, mientras que 5 personas y 3 personas están algo en desacuerdo y muy desacuerdo y por ultimo solo 2 personas están algo de acuerdo que estos sistemas están poniendo en peligro la sostenibilidad de la parroquia (Figura 10).

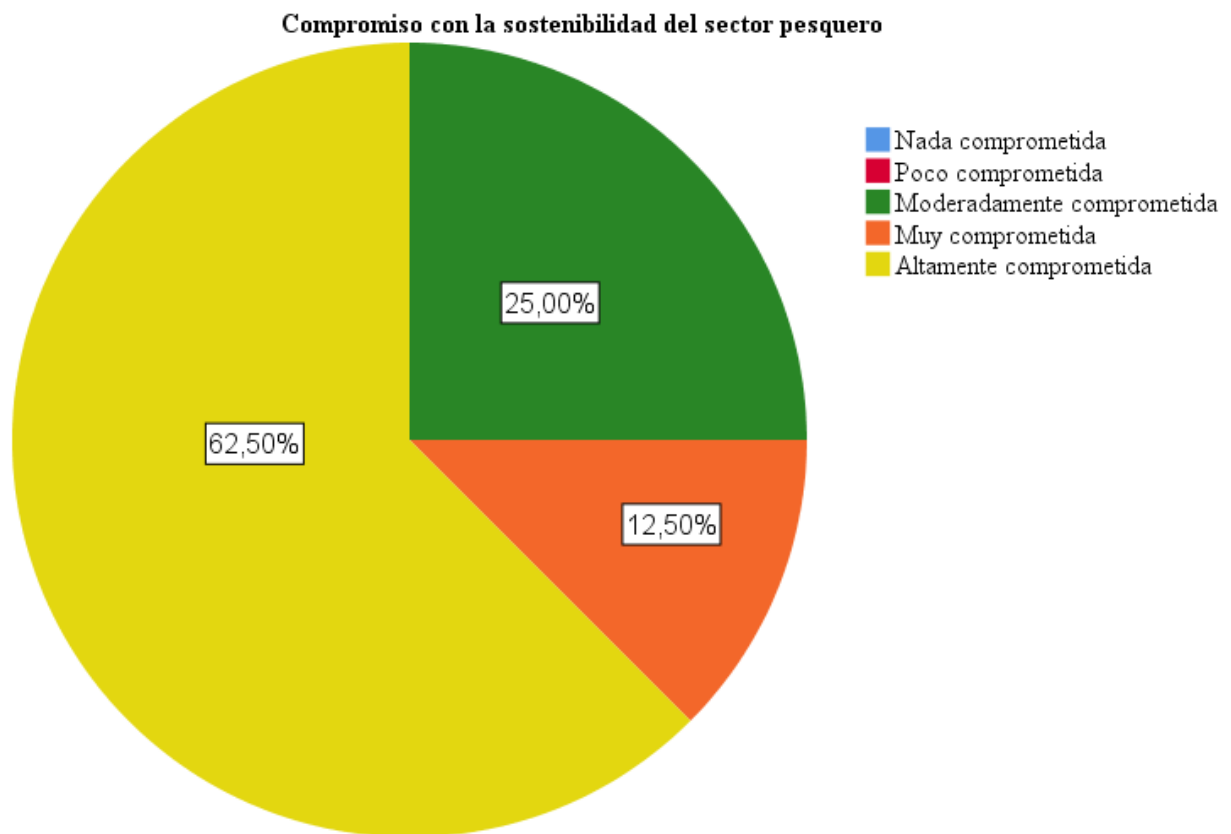
**Figura 10.** Identificar el daño de los sistemas productivos actuales.



**Nota.** Elaborado por el autor.

En la Figura 11, se observa las respuestas a la pregunta 2 ¿Considera que las empresas que funcionan en el sector pesquero están comprometidas con la sostenibilidad de la parroquia?, considerando sostenibilidad como la capacidad que tienen para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin afecta la capacidad para satisfacer las necesidades de las generaciones venideras. Obteniendo como resultado que el 62.50% se encuentra altamente comprometida, 12.50% se encuentra muy comprometida y por último el 25% se encuentra moderadamente comprometida con la sostenibilidad del sector pesquero.

**Figura 11.** Compromiso con la sostenibilidad del sector.

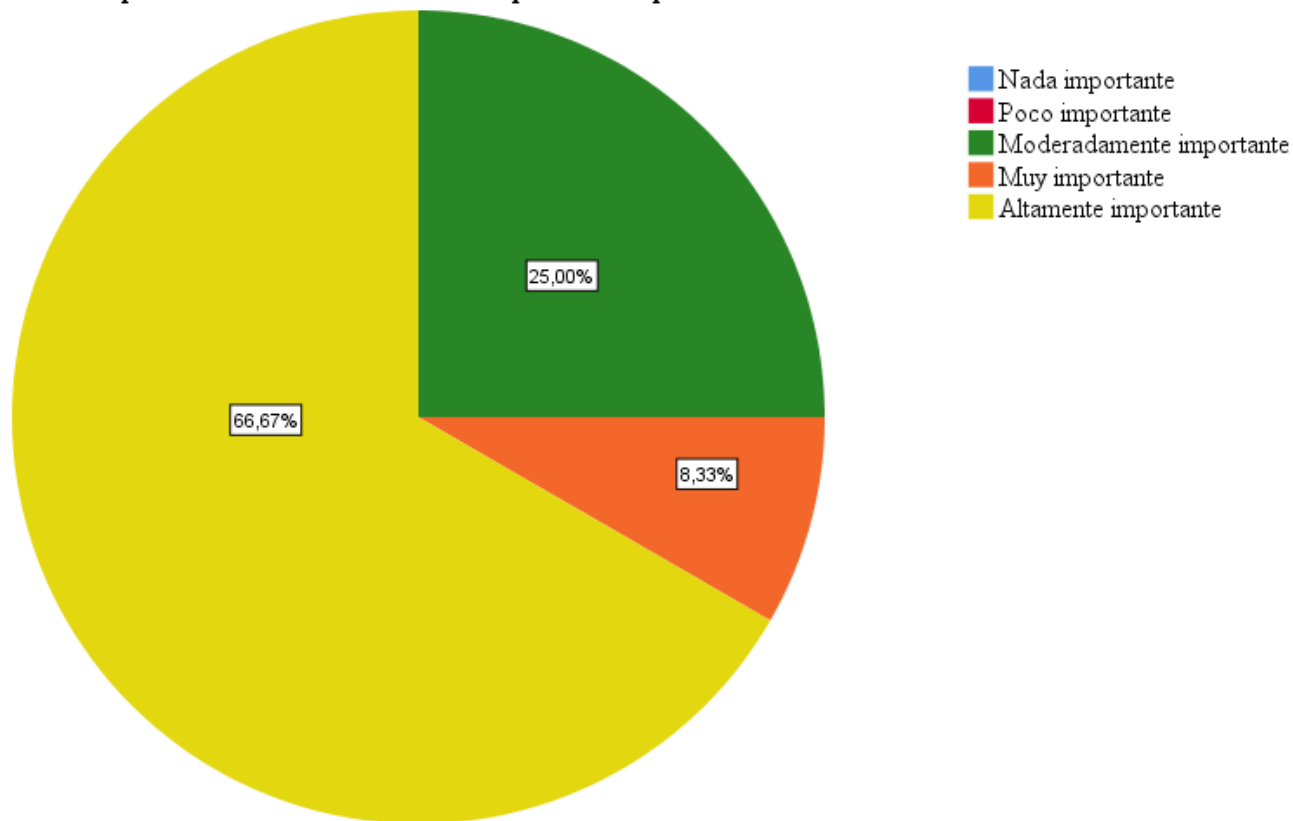


**Nota.** Elaborado por el autor.

En la Figura 12, se observa las respuestas a la pregunta 3 ¿Qué tan importante considera usted la implementación de nuevos sistemas productivos en búsqueda de la sostenibilidad ambiental y económica del sector pesquero?, considerando el impacto ambiental que generan los sistemas productivos actuales. Obteniendo como resultado que el 66.67% está de acuerdo que esto es sumamente importante, el 8.33% considera que, si es importante, mientras que el 25% considera que los sistemas actuales se encuentran en equilibrio con el planeta.

**Figura 12.** Nuevos sistemas productivos en el sector pesquero.

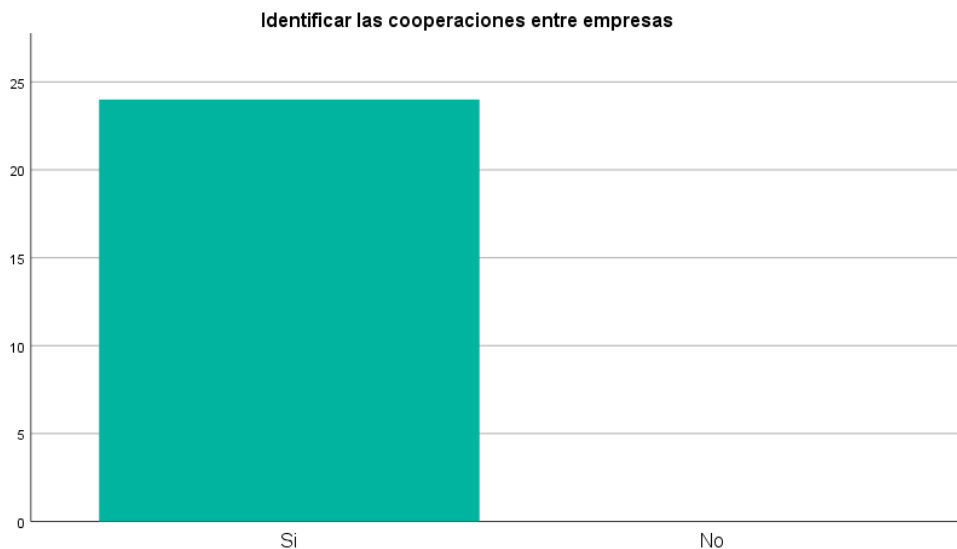
**Implementación de nuevos sistemas productivos para buscar la sostenibilidad del sector**



**Nota.** Elaborado por el autor.

En la Figura 13, se observa las respuestas a la pregunta 5 ¿Estaría dispuesto a cooperar con otras empresas que trabajen con una misma perspectiva?, considerando que las empresas trabajen en un entorno simbiótico. Obteniendo como resultado que el 100% de los encuestados está dispuesto a establecer sinergias con el fin de buscar la sostenibilidad en el sector pesquero de la parroquia Posorja.

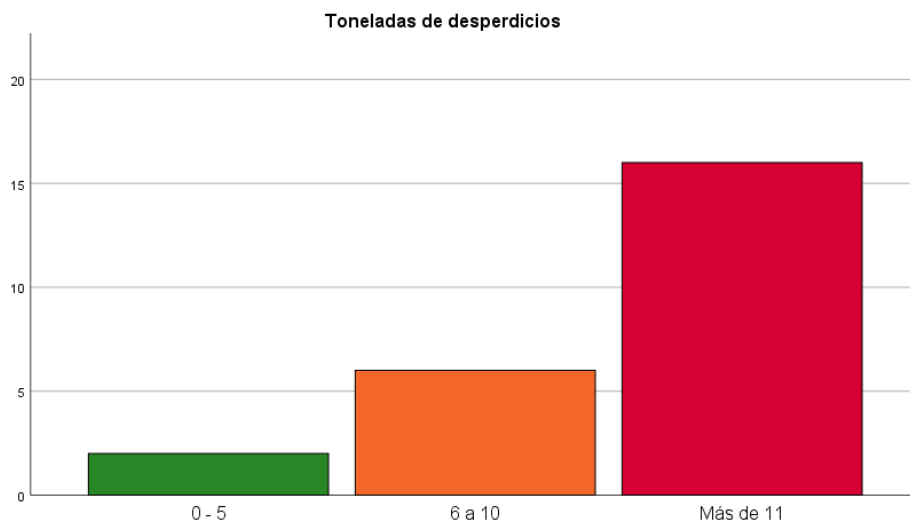
**Figura 13.** Cooperación entre las empresas.



**Nota.** Elaborado por el autor.

En la Figura 14, se observa las respuestas a la pregunta 10 ¿Qué cantidad diaria de desperdicio genera su sistema productivo?, considerando la contaminación existente en la parroquia Posorja generada por las industrias. Obteniendo como resultado que la gran mayoría de las industrias general diariamente más de 11 toneladas de desperdicios, un número considerable para la contaminación del medio ambiente en la parroquia Posorja.

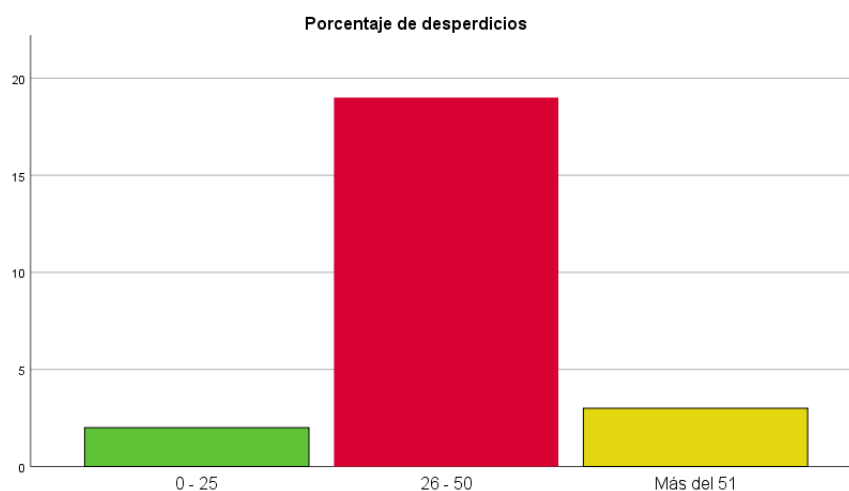
**Figura 14.** Desperdicios diarios en el sector pesquero



**Nota.** Elaborado por el autor.

En la Figura 15, se observa las respuestas a la pregunta 7. En sus procesos productivos ¿Cuál es el porcentaje de desperdicio que genera diariamente?, obteniendo como resultado que la mayor parte de las empresas del sector se encuentra en un rango de 26% al 50% de desperdicio generados al día por parte de sus sistemas productivos.

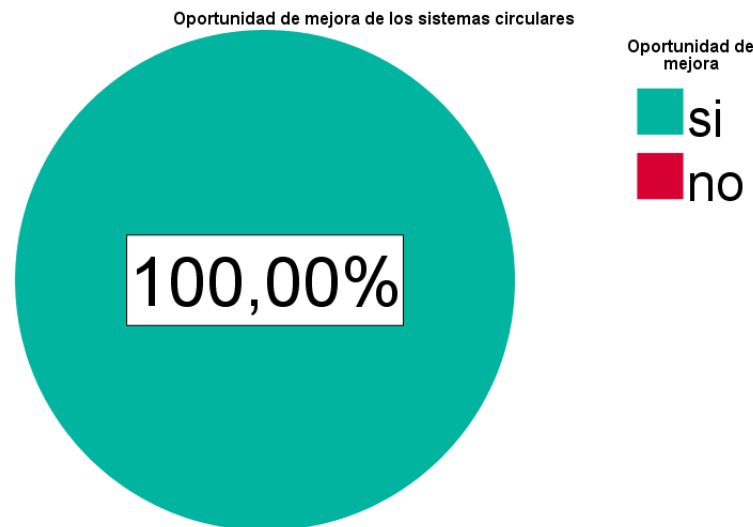
**Figura 15.** Porcentaje de desperdicios.



**Nota.** Elaborado por el autor.

En la Figura 16, se observa las respuestas a la pregunta 12 ¿Considera usted una oportunidad de mejora, el cambio de una producción lineal a una producción circular?, considerando la mejora continua de los sistemas productivos actuales, con el fin de mantener la sostenibilidad ambiental, económica, socioeconómica y política del sector pesquero, de la parroquia Posorja. Obteniendo como resultado el 100% de los encuestados con una acogida y respuesta positiva hacia esta interrogante.

**Figura 16.** Sistemas productivos circulares.



**Nota.** Elaborado por el autor.

### **Fase 6: Evaluación de los resultados.**

Con los resultados obtenidos una vez que se realizó la recopilación de los datos a la muestra estratificada bajo el criterio estadístico de conveniencia, en el sector pesquero de la parroquia Posorja, provincia del Guayas, se determinó que las empresas según sus sistemas productivos no están ni acuerdo, ni en desacuerdo que los sistemas productivos actuales estén poniendo en peligro la sostenibilidad de la comunidad de la parroquia Posorja, dado que según sus conocimientos en cierta manera estos sistemas se mantienen neutrales en beneficios del hombre y el medioambiente, el 65.50% de los encuestado están de acuerdo que se genere líneas de investigaciones en torno a los sistemas productivos que ayuden a mitigar el impacto ambiente y contribuya a la sostenibilidad, el 66.67% demuestra la necesidad de implementar nuevos sistemas productivos que sean amigables con el ambiente y que a su vez ayude al desarrollo económico del sector pesquero, diariamente las empresas que laboral dentro de la parroquia Posorja, generan más de 11 toneladas de desperdicios, lo cual representa un

intervalo del 26% al 50% del porcentaje producido por el sector pesquero. Finalmente, las empresas si están dispuesta a cooperar con otras empresas emplazadas en el sector con el objetivo de establecer sinergias que ayude a mitigar los impactos ambientales y por ende ayude al desarrollo ambiental, político, social y económica, debido a que ellos consideran que un cambio de producción lineal a circular es una gran oportunidad de mejora y crecimiento para el sector pesquero, en la parroquia Posorja, provincia del Guayas.

### **3.1.2 Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación**

El cambio de los modelos tradicionales “tomar, hacer y desechar”, hacia nuevos sistemas ecológicos “reducir, reutilizar y reciclar”, no solo ayuda a disminuir las repercusiones ambientales, sino que a la vez genera oportunidades para la innovación, creación de empleo y el desarrollo económico, estos nuevos modelos abogan por la sostenibilidad y la reevaluación de los modelos de producción lineales, que solo se fundamentan en la sobreexplotación de recursos y el descarte de bienes después de su uso (Ren et al., 2023).

Con el propósito de respaldar de manera adecuada las hipótesis planteadas, se llevó a cabo el análisis de varianza (ANOVA), este método permite examinar la relación existente entre múltiples factores mediante la comprobación de las varianzas y aplicando la prueba de hipótesis. En este contexto, se formula la hipótesis nula ( $H_0$ ) de forma estadística que es aquella que el investigador intenta rechazar, y en su contraste se formula la hipótesis alternativa ( $H_a$ ) en lo que se detalla la variedad de lo investigado y lo que se estima, por lo cual, al momento de plantear los cálculos y resultados si el valor no se encuentra dentro del rango establecido en la hipótesis nula, se rechaza dando como aceptación a la hipótesis alternativa (Alassaf & Qamar, 2022; Zhou et al., 2022).

En el análisis de varianza (ANOVA), al momento de establecer la significancia, es importante considerar el valor del coeficiente de Fisher (F), el cual se emplea de manera precisa cuando se busca establecer sinergia entre dos variables cualitativas, es decir, determinar si las proporciones de una variable difieren en relación con los valores de la otra variable (Molina M, 2021).

En el presente trabajo de integración curricular se analizó la variable independiente “sistema productivo”, con la finalidad de proporcionar una solución a la hipótesis actual, la cual ha sido debidamente verificada.

### 3.1.3.1 Definición de hipótesis

#### Hipótesis Nula ( $H_0$ )

El diseño de un sistema productivo LC no resulta aplicable para el sector pesquero, de la parroquia Posorja, provincia del Guayas.

#### Hipótesis Alternativa ( $H_a$ )

El diseño de un sistema productivo LC resulta aplicable para el sector pesquero, de la parroquia Posorja, provincia del Guayas.

### 3.1.3.2 Comprobación de hipótesis mediante análisis de varianza ANOVA

Para la validación de las hipótesis se empleó el análisis de varianza (ANOVA), el cual es un método estadístico que facilita la identificación de la significancia de los resultados de una prueba, posibilita la evaluación de si es pertinente rechazar la hipótesis nula o, en su lugar, aceptar la hipótesis alternativas.

#### Condición de decisión

- Para aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ), el valor calculado del estadístico de Fisher ( $F_c$ ) deber ser igual o menor que el valor de Fisher tabulado ( $F_t$ ).

$$H_0 = F_c \leq F_t$$

- Para aceptar la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), el valor calculado del estadístico de Fisher ( $F_c$ ) deber ser igual o mayor que el valor de Fisher tabulado ( $F_t$ ).

$$H_a = F_c \geq F_t$$

Destacando la importancia para la toma de decisiones en función de los escenarios ANOVA, se describen los criterios que se deben considerar:

- $k$  = número de grupos.
- $n_i$  = lado de muestra del grupo.
- $N_{total}$  = lado de la muestra general, incluyendo todo los grupos.
- $x_{itotal}$  = suma total de grupo  $i$ .
- $x$  = suma en general.
- $s_i$  = desviación estándar de grupos.



Destacando los escenarios ANOVA, en la Tabla 15, se establecen los criterios que se deben considerar.

**Tabla 15.** Indicadores del análisis de varianza (ANOVA)

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de medios	F
Entre las muestras	$k - 1$	$SC_{Trat}$ $= \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2$	$CM_{Trat} = \frac{SC_{Trat}}{k - 1}$	
Dentro de las muestras	$n - k$	$SC_{Error}$ $= \sum_{i=1}^k (n_i - 1) s_i^2$	$CM_{error} = \frac{SC_{Error}}{n - 1}$	$F = \frac{CM_{Trat}}{CM_{error}}$
<b>Total</b>	$n - 1$	$SC_{total}$ $= SC_{Error} - SC_{Trat}$	$\sigma = \frac{SS(total)}{n - 1}$	

**Nota:** Elaborado por el autor.

**a) Promedio de cada pregunta**

*Promedio<sub>1</sub>*

$$= \frac{3 + 3 + 3 + 3 + 2 + 2 + 2 + 1 + 1 + 1 + 2 + 2 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 4 + 4 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3}{24} = \frac{63}{24}$$

$$= 2,625 \quad \text{(Ec. 1)}$$

*Promedio<sub>2</sub>*

$$= \frac{5 + 5 + 4 + 4 + 3 + 3 + 5 + 5 + 3 + 3 + 3 + 3 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 4 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5}{24} = \frac{105}{24}$$

$$= 4,375$$

*Promedio<sub>3</sub>*

$$= \frac{5 + 5 + 5 + 5 + 4 + 3 + 3 + 4 + 3 + 3 + 3 + 3 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5}{24} = \frac{106}{24}$$

$$= 4,417$$

*Promedio<sub>4</sub>*

$$= \frac{5 + 5 + 5 + 5 + 3 + 3 + 3 + 5 + 5 + 5 + 4 + 4 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5}{24} = \frac{112}{24}$$

$$= 4,667$$

*Promedio<sub>5</sub>*

$$= \frac{1+1}{24} = \frac{24}{24}$$
$$= 1$$

*Promedio<sub>6</sub>*

$$= \frac{4+4+4+4+1+1+1+1+1+1+1+1+1+4+4+4+4+4+4+4+4+4+4+4}{24} = \frac{72}{24}$$
$$= 3$$

*Promedio<sub>7</sub>*

$$= \frac{2+2+2+2+3+3+3+1+1+2+2+2+2+2+2+2+2+2+2+2+2+2+2+2}{24} = \frac{49}{24}$$
$$= 2,041$$

*Promedio<sub>8</sub>*

$$= \frac{5+5+5+5+3+3+4+4+4+4+5+5+5+5+5+5+5+5+5+5+5+5+5+5}{24} = \frac{112}{24}$$
$$= 4,667$$

*Promedio<sub>9</sub>*

$$= \frac{3+3+3+3+2+2+2+2+2+2+3+3+3+3+3+3+3+3+3+3+3+3+3+3}{24} = \frac{66}{24}$$
$$= 2,75$$

*Promedio<sub>10</sub>*

$$= \frac{3+3+3+3+2+2+2+2+1+1+2+2+3+3+3+3+3+3+3+3+3+3+3+3}{24} = \frac{62}{24}$$
$$= 2,583$$

*Promedio<sub>11</sub>*

$$= \frac{1+1}{24} = \frac{24}{24}$$
$$= 1$$

*Promedio<sub>12</sub>*

$$= \frac{1+1}{24} = \frac{24}{24}$$
$$= 1$$

$$\text{promedio general} = \frac{2,625 + 4,375 + 4,417 + 4,667 + 1 + 3 + 2,041 + 4,667 + 2,75 + 2,583 + 1 + 1}{24}$$
$$= \frac{34,125}{12} = 2,844 \quad (\text{Ec. 2})$$

**b) Suma de cuadrados entre las muestras: Método N#1**

$$(\bar{x}_i - \bar{x})^2$$

$$Pregunta\#1 = (2,625 - 2,844)^2 = 0,0478 \quad (\text{Ec.3})$$

$$Pregunta\#2 = (4,375 - 2,844)^2 = 2,3447$$

$$Pregunta\#3 = (4,417 - 2,844)^2 = 2,4740$$

$$Pregunta\#4 = (4,667 - 2,844)^2 = 3,3230$$

$$Pregunta\#5 = (1 - 2,844)^2 = 3,3994$$

$$Pregunta\#6 = (3 - 2,844)^2 = 0,0244$$

$$Pregunta\#7 = (2,401 - 2,844)^2 = 0,6433$$

$$Pregunta\#8 = (4,667 - 2,844)^2 = 3,3230$$

$$Pregunta\#9 = (2,75 - 2,844)^2 = 0,008789$$

$$Pregunta\#10 = (2,583 - 2,844)^2 = 0,06781$$

$$Pregunta\#11 = (1 - 2,844)^2 = 3,3394$$

$$Pregunta\#12 = (1 - 2,844)^2 = 3,3394$$

$$n(\bar{x}_i - \bar{x})^2$$

$$SS_{pregunta\ 1} = 0,0478 * 24 = 1,1484 \quad (\text{Ec.4})$$

$$SS_{pregunta\ 2} = 2,3447 * 24 = 56,2734$$

$$SS_{pregunta\ 3} = 2,4740 * 24 = 59,3776$$

$$SS_{pregunta\ 4} = 3,3230 * 24 = 79,7526$$

$$SS_{pregunta\ 5} = 3,3994 * 24 = 81,5859$$

$$SS_{pregunta\ 6} = 0,0244 * 24 = 0,5859$$

$$SS_{pregunta\ 7} = 0,6433 * 24 = 15,4401$$

$$SS_{pregunta\ 8} = 3,3230 * 24 = 79,7526$$

$$SS_{pregunta\ 9} = 0,008789 * 24 = 0,2109$$

$$SS_{pregunta\ 10} = 0,06781 * 24 = 1,6276$$

$$SS_{pregunta\ 11} = 3,3994 * 24 = 81,5859$$

$$SS_{pregunta\ 12} = 3,3994 * 24 = 81,5859$$

$$SSG = 1,1484 + 56,2734 + 59,3776 + 79,7526 + 81,5859 + 0,5759 + 15,4401 + 79,7526 + 0,2109 + 1,6276 + 81,5859 + 81,5859 \quad \text{(Ec.5)}$$

$$SSG = SC_{Trat} = \mathbf{538,9271}$$

**c) Suma de cuadrados entre las muestras: método N#2**

$$\begin{aligned} Pregunta\ 1 &= 3 + 3 + 3 + 3 + 2 + 2 + 2 + 1 + 1 + 1 + 2 + 2 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 4 + 4 + 3 + 3 + 3 \\ &+ 3 + 3 = 63 \quad \text{(Ec. 6)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pregunta\ 2 &= 5 + 5 + 4 + 4 + 3 + 3 + 5 + 5 + 3 + 3 + 3 + 3 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 4 + 5 + 5 + 5 \\ &+ 5 + 5 = 105 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pregunta\ 3 &= 5 + 5 + 5 + 5 + 4 + 3 + 3 + 4 + 3 + 3 + 3 + 3 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 \\ &+ 5 + 5 = 106 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pregunta\ 4 &= 5 + 5 + 5 + 5 + 3 + 3 + 3 + 5 + 5 + 5 + 4 + 4 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 \\ &+ 5 + 5 = 112 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pregunta\ 5 &= 1 + 1 \\ &+ 1 + 1 = 24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pregunta\ 6 &= 4 + 4 + 4 + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 \\ &+ 4 + 4 = 72 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pregunta\ 7 &= 2 + 2 + 2 + 2 + 3 + 3 + 3 + 1 + 1 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 \\ &+ 2 + 2 = 49 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pregunta\ 8 &= 5 + 5 + 5 + 5 + 3 + 3 + 4 + 4 + 4 + 4 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 \\ &+ 5 + 5 = 112 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pregunta\ 9 &= 3 + 3 + 3 + 3 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 \\ &+ 3 + 3 = 66 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pregunta\ 10 &= 3 + 3 + 3 + 3 + 2 + 2 + 2 + 2 + 1 + 1 + 2 + 2 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 \\ &+ 3 + 3 = 62 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pregunta\ 11 &= 1 + 1 \\ &+ 1 + 1 = 24 \end{aligned}$$



$$SC_{trab\ 18} = 4^2 + 5^2 + 5^2 + 5^2 + 1^2 + 4^2 + 2^2 + 5^2 + 3^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 = 157$$

$$SC_{trab\ 19} = 4^2 + 4^2 + 5^2 + 5^2 + 1^2 + 4^2 + 2^2 + 5^2 + 3^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 = 148$$

$$SC_{trab\ 20} = 3^2 + 5^2 + 5^2 + 5^2 + 1^2 + 4^2 + 5^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 = 150$$

$$SC_{trab\ 21} = 3^2 + 5^2 + 5^2 + 5^2 + 1^2 + 4^2 + 5^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 = 150$$

$$SC_{trab\ 22} = 3^2 + 5^2 + 5^2 + 5^2 + 1^2 + 4^2 + 5^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 = 150$$

$$SC_{trab\ 23} = 3^2 + 5^2 + 5^2 + 5^2 + 1^2 + 4^2 + 5^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 = 150$$

$$SC_{trab\ 24} = 3^2 + 5^2 + 5^2 + 5^2 + 1^2 + 4^2 + 5^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 = 150$$

$$x_{i\ total}^2 = 150 + 150 + 141 + 141 + 68 + 61 + 84 + 96 + 70 + 73 + 84 + 84 + 150 + 150 + 150 + 150 + 150 + 157 + 148 + 150 + 150 + 150 + 150 + 150 = 3007 \quad (\text{Ec.10})$$

$$SC_{total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n x_{ij}^2 - \frac{x^2}{N} \quad (\text{Ec. 11})$$

$$SC_{Total} = 3007 - \frac{(819)^2}{288}$$

$$SC_{Total} = \mathbf{677,9688}$$

$$SC_{error} = SC_{Total} - SC_{Trat} \quad (\text{Ec.12})$$

$$SC_{error} = 677,9688 - 538,9270$$

$$SC_{error} = \mathbf{139,0418}$$

### e) Cálculo de los cuadrados medios

$$CM_{tratamiento} = \frac{SC_{tratamiento}}{K - 1} \quad (\text{Ec. 13})$$

$$CM_{tratamiento} = \frac{538,9270}{12 - 1}$$

$$CM_{tratamiento} = \mathbf{48,9933}$$

$$CM_{error} = \frac{SC_{error}}{N - K} \quad (\text{Ec. 14})$$

$$CM_{error} = \frac{139,0418}{288 - 12} = \mathbf{0,5037}$$

$$CM_{total} = \frac{SC_{total}}{N - 1} \quad (\text{Ec. 15})$$

$$CM_{total} = \frac{677,9688}{288 - 1} = 2,3622$$

**f) Cálculo del coeficiente de Fisher**

$$F = \frac{CM_{tratamiento}}{CM_{error}} \quad (\text{Ec. 16})$$

$$F = \frac{48,9933}{0,5037}$$

$$F = 97,2668$$

En la Tabla 16, se puede evidenciar el resultado conclusivo que incluye el valor del estadístico de Fisher obtenido mediante el análisis de varianza (ANOVA)

**Tabla 16.** Valor calculado de Fisher por ANOVA

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	F al 95%
Entre las muestras	538,9270833	11	48,9933712	97,2526494	1,82
Dentro de las muestras	139,0	276	0,50377415		
Total	678,0	287			

**Nota:** Elaborado por el autor.

La tabla de Fisher (Anexo I), se puede observar la ausencia de  $F_{\alpha}$  para los grados de libertad que se obtuvieron en los cálculos previos, se optó por llevar a cabo la interpolación lineal. La interpolación lineal es la más básica en la que se conecta dos puntos que tienen datos mediante una línea recta (Chapra & Canale, 2015)

$$f_1(x) = f(x_0) + \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0} (x_1 - x_0) \quad (\text{Ec. 17})$$

$$C_p = C(p_0) + \frac{C(p_1) - C(p_0)}{T_1 - T_0} (T - T_0) \quad (\text{Ec. 18})$$

200 => 1,837

276 => x

500 => 1,808

$$C_p = 1,837 + \frac{1,808 - 1,837}{500 - 200} (276 - 200) \quad (\text{Ec. 17 - 18})$$

$$C_p = 1,837 + \frac{-0,029}{300} (76)$$

$$C_p = 1,837 + (-0,0073467)$$

$$C_p = 1,82$$

Destacando los grados de libertad que se establecieron bajo el estadístico de Fisher (F) en el grupo y el error ya cuantificado, es entonces que se afirma que:

- Si el  $F_c = 97,2526494 < F$  de la Tabla de distribución  $F_t = 1,82$ ; se considera la  $H_0$  excluyendo la  $H_a$ .
- Si el  $F_c = 97,2526494 > F$  de la Tabla de distribución  $F_t = 1,82$ ; se considera la  $H_a$  excluyendo la  $H_0$ .

Bajo este contexto, se demuestra que el valor del Fisher calculado ( $F_c$ ) supera al valor crítico de Fisher tabulado ( $F_t$ ) de la tabla, por lo tanto, se descarta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), la cual sostiene que: “El diseño de un sistema productivo LC resulta aplicable para el sector pesquero, de la parroquia Posorja, provincia del Guayas”.



## **3.2 Propuesta de mejora**

### **3.2.1 Tema**

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA PRODUCTIVO LEAN CIRCULAR EN EL SECTOR PESQUERO DE LA PARROQUIA POSORJA, PROVINCIA DEL GUAYAS, ECUADOR”**

### **3.2.2 Introducción**

Preservar la biodiversidad y los recursos naturales depende en gran medida en la reducción de la contaminación industrial, las actividades que realizan las manufactureras representan alrededor del 50% de emisiones de gases invernaderos a nivel global (GEI), estos gases son reconocidos como los principales contribuyentes en el agotamiento de los recursos naturales, para mitigar el cambio climático, del mismo como abordar la generación excesiva desechos y la escasez de los recursos naturales, es crucial adoptar medidas efectivas para reducir la contaminación generada por las manufactureras (Manco et al., 2023).

En términos de eficacia en el modelo de la economía lineal en el uso de recursos y gestión de residuos ha demostrado ser inadecuada, dando como resultado elevados niveles en el impacto ambiental y socioeconómico, según la Brecha de Circularidad en su último informe en el 2021, destaca la gravedad de esta situación, evidenciando: i) aumento de temperatura (3-6 grados), y ii) emisiones de 65 mil millones de toneladas de gases de efecto invernadero para el año 2030, siendo crucial destacar que el 70% de las emisiones están relacionadas con el manejo y el uso de materiales (Urain et al., 2022).

Dada la emergencia de optimizar el uso de los recursos y disminuir las emisiones derivadas de las actividades humanas a nivel global, se propugnan soluciones no solo a un nivel internacional, sino también en un enfoque colaborativo a nivel local, soluciones industriales que implican la cooperación entre dos o más organizaciones, que faciliten el intercambio, colaboración o negociación sistemáticas de los recursos excedentes, como desechos o subproductos, teniendo como objetivo reducir de manera significativa el consumo de material virgen, insumos energéticos y del mismo modo la generación de desechos y emisiones (Schlüter et al., 2023).

El modelo de la EC, surge como una alternativa de reemplazo para el modelo lineal de producción y consumo, con la finalidad de proporcionar nuevos estímulos para el desarrollo de nuevos sistemas industriales socioeconómicos y ambientales, con características de flujo cíclicos y la regeneración de la materia, en espera que estos modelos industriales contribuyan de manera positiva a los cambios ambientales, sociales y económicos para lograr en conjunto el desarrollo sostenible (Calzolari et al., 2023).

En los últimos años, con el creciente interés de la sostenibilidad, se han planteado la paradigma acerca de la manufactura esbelta no solo genera valor para los clientes, sino que también genere beneficios ambientales, debido a sus diferentes enfoques propuestos, en los que aumenta la eficiencia al eliminar los desperdicios y centrarse en generar un valor, dado a estos nuevos enfoques nace la discusión académica con la finalidad de llevar a cabo posibles sinergias entre Lean y Circular (Schmitt et al., 2021).

Bajo este contexto, la eficiencia en los sistemas productivos y las economías circulares sostenible representan una sinergia innovadora para desarrollar nuevos sistemas productivos contemporáneos que favorecen la desmaterialización, el LC es aquel sistema que integra los principios de cierres de bucles con prácticas laborales eficientes que añaden valor, respaldados por sus respectivas redes de apoyo, con la finalidad de disminuir la generación de residuos en las actividades de transformación de materia a producto, así como el uso de recursos nuevos (Muyulema - Allaica & Ruiz - Puente, 2022).

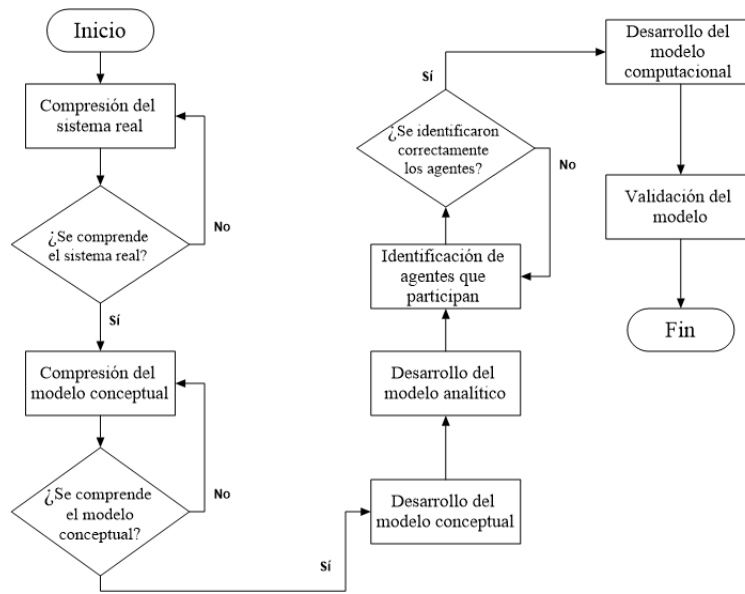
La comprensión de un sistema complejo se facilita por avances tecnológicos que hacen posibles la exploración del comportamientos e interacciones sinérgicas entre industrias, originando enfoques analíticos centrados en procesos, fabricación, y otros aspectos, por lo tanto, las herramientas digitales se utilizan como medio para mejorar el rendimiento en las industrias y la evaluación e identificación de oportunidades circulares (Syu et al., 2022).

Bajo el contexto, del desarrollo tecnológico, se destacan varios softwares entre los principales de ellos Anylogic, siendo reconocido por su capacidad para analizar sistemas complejos mediante el enfoque de la metodología basada en agentes (MBA), ofreciendo una experiencia de realidad que integra a los agentes con respuestas dinámicas, modelando una representación abstracta del mundo real en una realidad virtual, para la toma de decisiones acertadas para los cambios propuestos en los sistemas productivos (Anderson & Ye, 2019 ; Araya & Araya, 2020 ;Marvuglia et al., 2022 ; Yan et al., 2019)

### 3.2.3 Metodología

Para llevar a cabo la metodología computacional se centró en la combinación de teoría conceptual, análisis y observación, aprovechando el software Anylogic en su versión gratuita, se estableció la elección de este debido a que permite crear y simular escenarios reales virtuales, para realizar el modelo se siguieron las etapas descritas en la Figura 17.

**Figura 17.** Flujo de la simulación.



**Nota:** Elaborado por el autor.

### 3.2.4 Intención

El diseño de un sistema productivo LC, nace de la necesidad de establecer sistemas circulares dentro del entorno industrial en la parroquia Posorja, además, en la (sección 3.1.1) en la parte del análisis de datos, se puede observar que aunque las empresas piensas que sus sistemas no perjudican al medio ambiente y no poden en peligro la sostenibilidad del sector, esto es incongruente con la cantidad de desechos que genera diariamente que es más de 11 toneladas, lo que presentan una contaminación del 50% por parte de sus sistemas productivos, debido a esto es que los parámetros a estudiar son los siguientes:

$$\sum Be_{cooperación} > \sum Be_{nocooperación} \quad \text{Ec. 1}$$

$$\sum BA_{cooperación} > \sum BA_{nocooperación} \quad \text{Ec. 2}$$

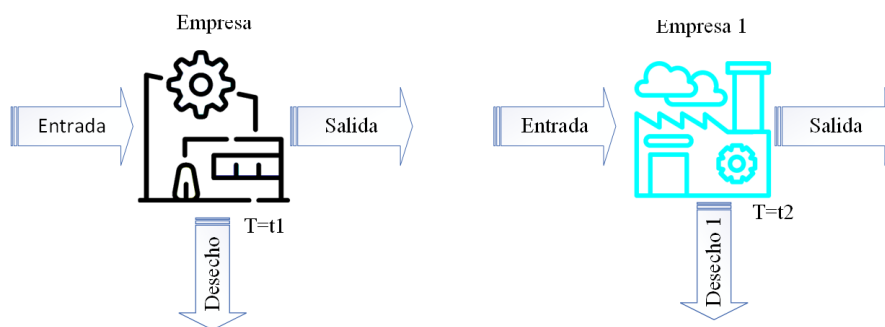
$$ISSP_{cooperación} > ISSP_{nocooperación} \quad \text{Ec. 3}$$

### 3.2.5 Simplificación

### 3.2.6 Desarrollo del sistema real

En primer lugar, el proceso para construir el modelo inicia con la simplificación del sistema real que se pretende representar. Sabemos que los sistemas reales resultan ser extremadamente complejo, el propósito principal radica en destacar sus principales características con el fin de identificar las propiedades cruciales que se desean estudiar e incorporar a la representación, junto con los parámetros para cuantificar el cambio en el fenómeno en un período de tiempo determinado. En la Figura 18 se muestra el sistema real.

**Figura 18.** Sistema Real.

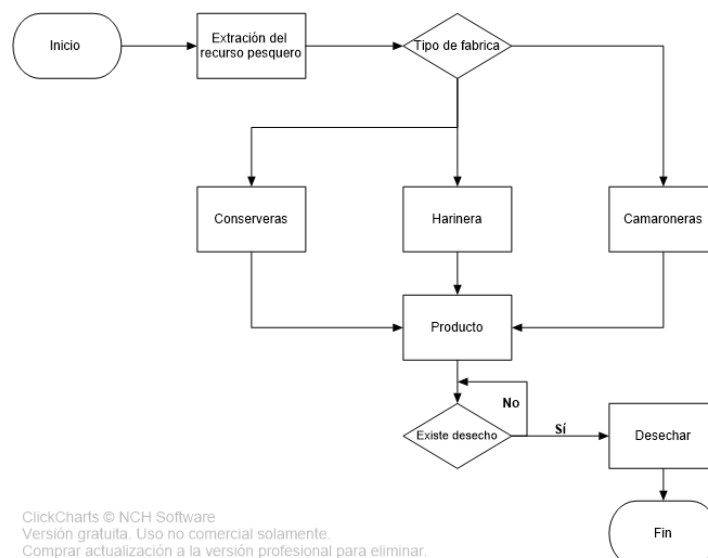


**Nota:** Elaborado por el autor.

### Diagrama de flujo del Sistema Real

En la Figura 19, se puede observar el diagrama de flujo del sistema real de los sistemas productivos que se llevan a cabo en el sector pesquero, el propósito es estudiar el comportamiento, obteniendo como resultado que sus sistemas se comportan de manera lineal de tomar – hacer – desechar.

**Figura 19.** Diagrama de flujo sistema real.

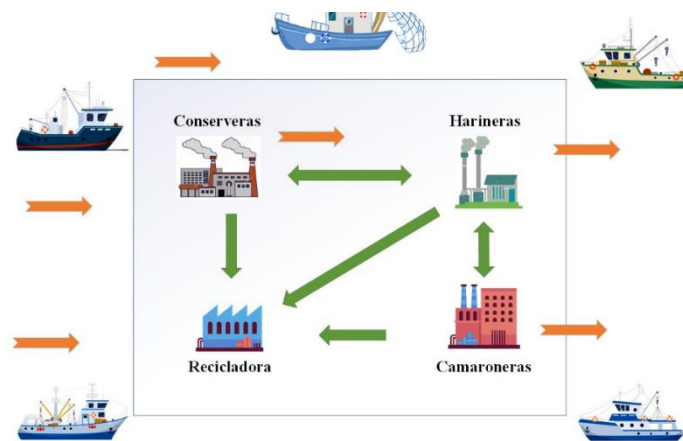


**Nota:** Elaborado por el autor.

### 3.2.7 Desarrollo del modelo conceptual

Con el objetivo de proporcionar un entorno de simulación que incluya a todos los participantes del sistema, se creó un modelo conceptual. Este modelo sirve como base para la creación del modelo de simulación basado en agente (MBA). Para poder lograr esto se desarrolló técnicas analíticas que permitieran representar de una forma efectiva y detallada los elementos en el entorno de simulación. En la Figura 20, se exhibe el modelo conceptual adaptado para reflejar las condiciones reales del entorno natural.

**Figura 20.** Modelo conceptual.

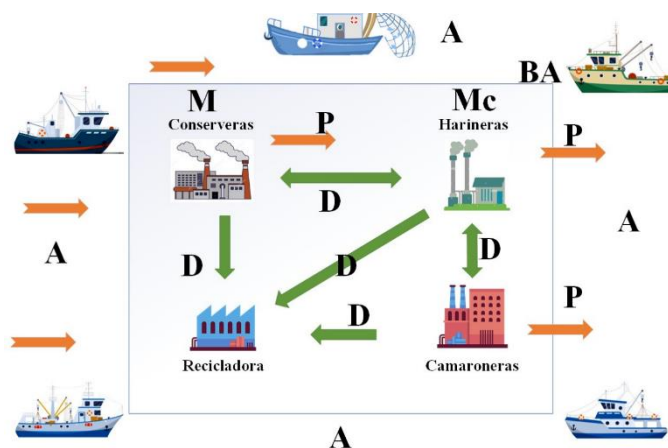


**Nota:** Elaborado por el autor.

### 3.2.8 Desarrollo del modelo analítico

Para llevar a cabo la evaluación precisa del sistema real y el modelo conceptual, que vincula las diversas características técnicas de los agentes, es importante desarrollar un modelo analítico. Este modelo se construye con un lenguaje adecuado para llevar a cabo la simulación mediante la aplicación del software computacional (Anylogic) utilizado. La representación de dicho modelo se encuentra en la Figura 21, donde se puede apreciar las expresiones analíticas asociadas a cada componente en relación con el modelo conceptual.

**Figura 21.** Modelo Analítico.



**Nota:** Elaborado por el autor.

En el modelo analítico expuesto en la figura, cada variable mencionada se refiere a:

- **A:** Ambiente.
- **M:** Manufacturera.
- **Mc:** Manufacturera consumidor.
- **P:** Producto.
- **D:** Desecho
- **BA:** Beneficio Ambiental.

En la Tabla 17, se evidencia los agentes que conforman el sistema del modelo analítico, descrito previamente (Figura 19).

**Tabla 17.** Agentes que conforman el sistema.

<b>Categoría de los agentes</b>	<b>Agente</b>	<b>Descripción</b>
<b>Entrada</b>	Ambiente	El medio ambiente se encarga de generar recursos para las empresas.
<b>Proceso</b>	Manufacturera	Se centra en la transformación de materia prima a producto terminado.
<b>Beneficio</b>	Producto	Producto final vendido para generar beneficio económico.
<b>Residuo</b>	Desecho	Desperdicios generados por los procesos de transformación.
<b>Consumidor</b>	Manufacturera consumidora	Adquisición de los desperdicios como materia prima en sus procesos.

---

**Nota:** Elaborado por el autor.

Estableciendo una relación con el conjunto de los agentes y las variables que se asocian a ellos, se logró definir la interrelación mediante las siguientes formulas:

$$\sum A + \sum M = P \quad \text{Ec. 1}$$

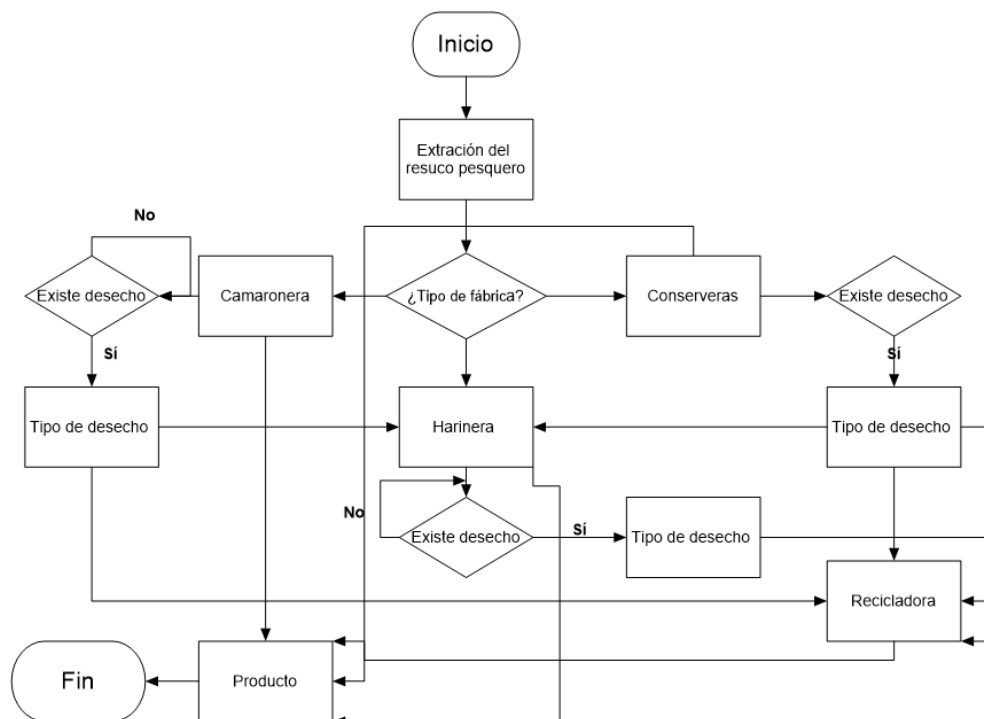
$$\sum P + \sum M = D \quad \text{Ec. 2}$$

$$\sum D + \sum M_c = BA \quad \text{Ec. 3}$$

### Diagrama de Flujo de un sistema productivo Lean Circular en el sector pesquero

En la Figura 22, se observa el diagrama de flujo de un sistema productivo LC en el sector pesquero, donde se pueden observar las iteraciones que se establecen entre las industrias encontradas en el sector, permitiendo una economía más amigable y sostenible dentro del sector pesquero de la parroquia Posorja.

**Figura 22.** Diagrama de flujo de un sistema productivo LC en el sector pesquero

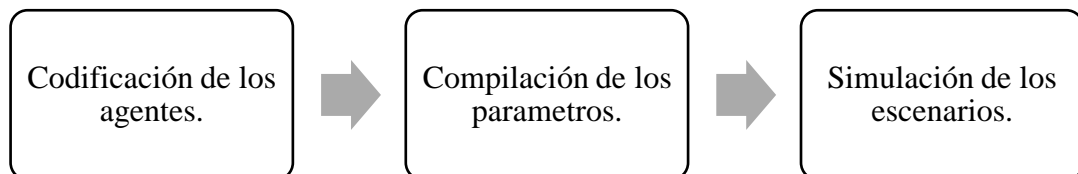


**Nota:** Elaborado por el autor.

### 3.2.9 Validación del modelo computacional

Una vez que se realizó el mapa conceptual y analítico, se procede a realizar el modelado computacional, con su respectiva validación la cual sigue los pasos propuestos por Ayt et al., (2009).

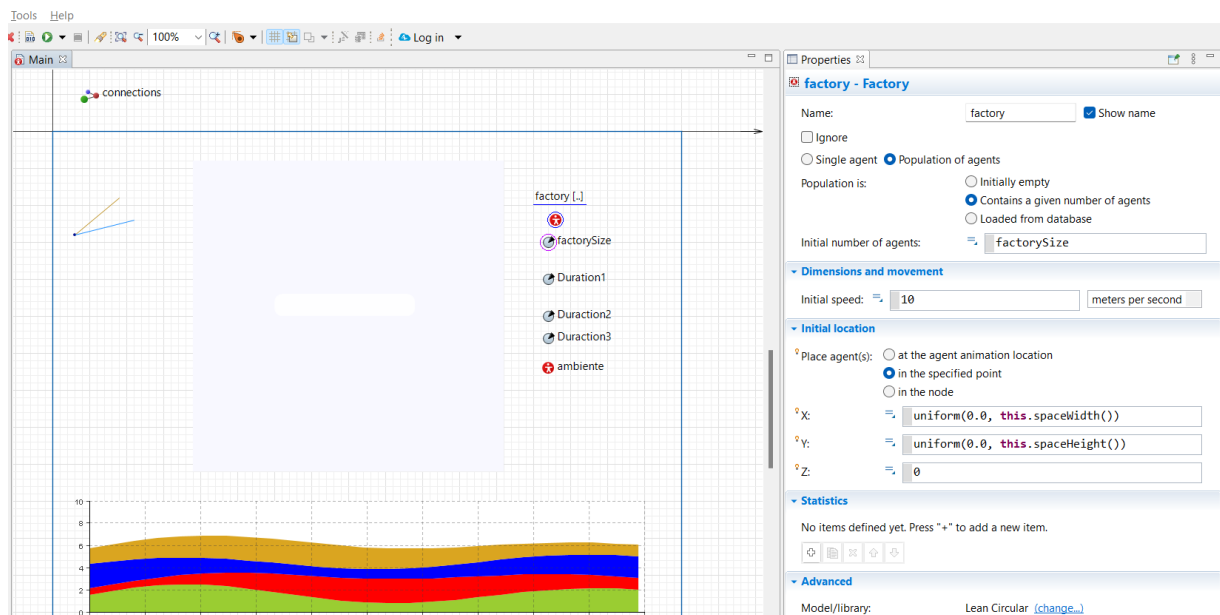
**Figura 23.** Etapas para la validación del modelo computacional



**Nota:** Basado en Ayt et al., (2009) .

**Etapa 1:** en esta etapa se lleva a cabo la selección del software que se va a utilizar para la simulación, posteriormente la codificación de los agentes siguiendo el bosquejo previamente (Figura 20).

**Figura 25.** Codificación de los agentes.

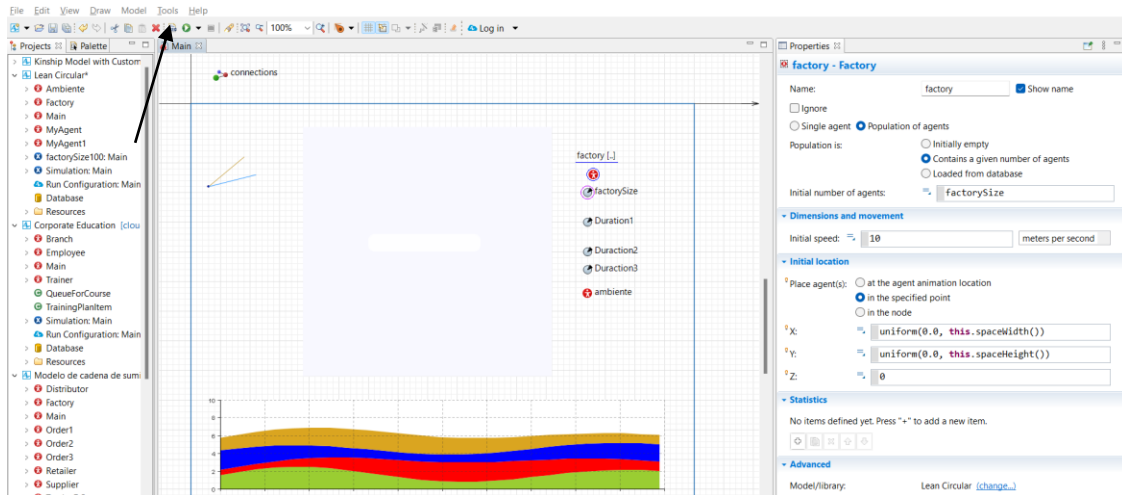


**Nota:** Elaborado por el autor.



**Etapa 2:** en esta etapa se desarrolla el control de los parámetros establecidos, para llevar el control de la simulación, se verifica si existen errores en el modelo, si en caso de ser así, se toma las correcciones pertinentes, para llevar a cabo el desarrollo de esta etapa, se usa la función de compilado que tiene el programa para la comprobación de errores (Figura 26)

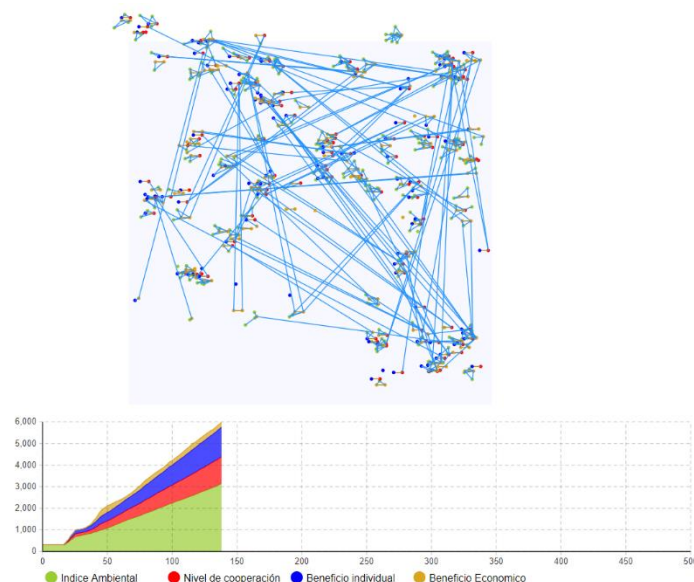
**Figura 26.** Compilación de los parámetros.



**Nota:** Elaborado por el autor.

**Etapa 3:** en esta etapa se lleva a cabo la simulación, del modelo creado, una vez que se llevó a cabo la etapa 1 de codificación de los agentes (Figura 25) y la etapa 2 la compilación para evitar errores (Figura 26). En la Figura 27 se presenta el flujo simulado.

**Figura 27.** Simulación de los escenarios.



**Nota:** Elaborado por el autor.

### 3.2.10 Análisis de sensibilidad

En este apartado, se llevó a cabo el análisis de sensibilidad de las dos situaciones presentes, sus respectivos desenlaces en relación con los sistemas productivos en la parroquia Posorja, provincia del Guayas, los escenarios se evaluaron en el sector pesquero, los cuales fueron examinados mediante la recopilación de datos que se llevó a cabo en el capítulo II.

Para llevar a cabo este análisis de sensibilidad, se consideró la teoría de juegos que es una herramienta que facilita al investigador evaluar diversas situaciones con la finalidad de mejorar la toma de decisiones, aplicando juegos cooperativos, en el cual los participantes (agentes) tienen la oportunidad de interactuar y establecer alianzas, permitiendo llegar a acuerdos mutuos que generen beneficios para ambas partes.

**Tabla 18.** Escenarios para estudiar.

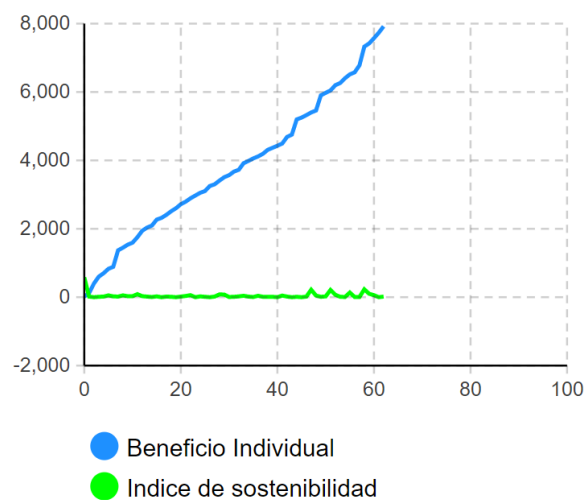
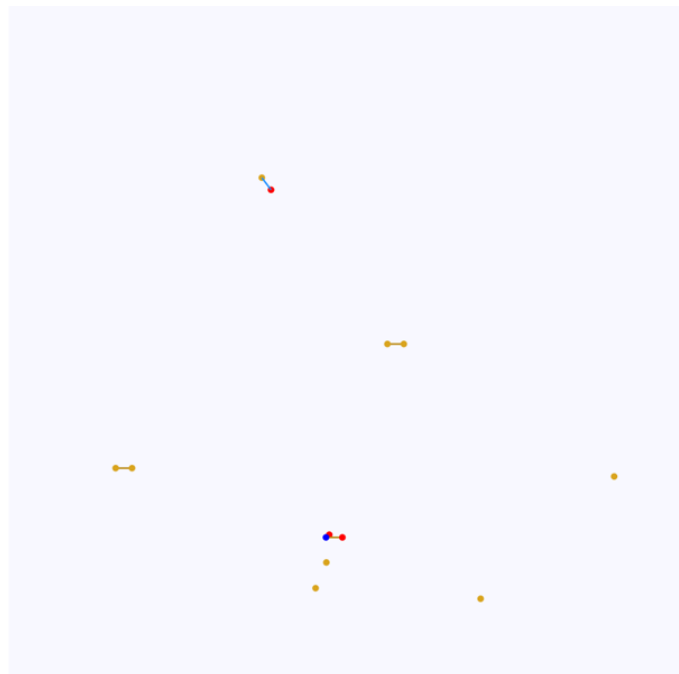
Escenario	Descripción	Cooperación
Actual	Sistema productivo lineal	No
Propuesto	Sistema productivo LC	Si

**Nota:** Elaborado por el autor.

**Escenario actual:** en este escenario se estudió el comportamiento de los sistemas productivos lineales, en donde se estableció el parámetro de que pasaría con las sostenibilidad del sector pesquero y con el beneficio individual de las empresas emplazadas en la parroquia si el medio ambiente deja de proporcionar recursos debido a la sobre explotación, dentro de una simulación de 30 años, en donde se puede observar que los resultados de la simulación son muy negativos en cuanto al índices de sostenibilidad del sector, generando valores menores a 1 y en ciertas ocasiones un poco mayores a este margen, pero esto se debe a la relación con el beneficio individual de la empresa dado que mientras que el índice de la sostenibilidad es menor, sus beneficios son mayores, eso quiere decir que consumen más recursos para poder generar más productos y venderlos a los consumidores aumentando sus ganancias, mientras que cuando el índice de sostenibilidad es igual o mayor que el margen establecido, se puede observar que los beneficios se mantienen constantes o disminuyen para las empresas, es decir, que en esta simulación se puede constatar que las empresas no tiene resiliencia a los cambios, poniendo no solo el peligro su entorno, sino también el de la parroquia.

En la Figura 28, se puede observar el escenario del sector pesquero de la parroquia Posorja, si se sigue manteniendo el modelo de la economía lineal, los resultados son cruciales, dado que llegará el momento que no tenga recurso proporcionados por el medio ambiente, lo que hace que el índice de sostenibilidad sea menor y los beneficios también, lo cual perjudicaría a las empresas y los pobladores que depende del sector pesquero.

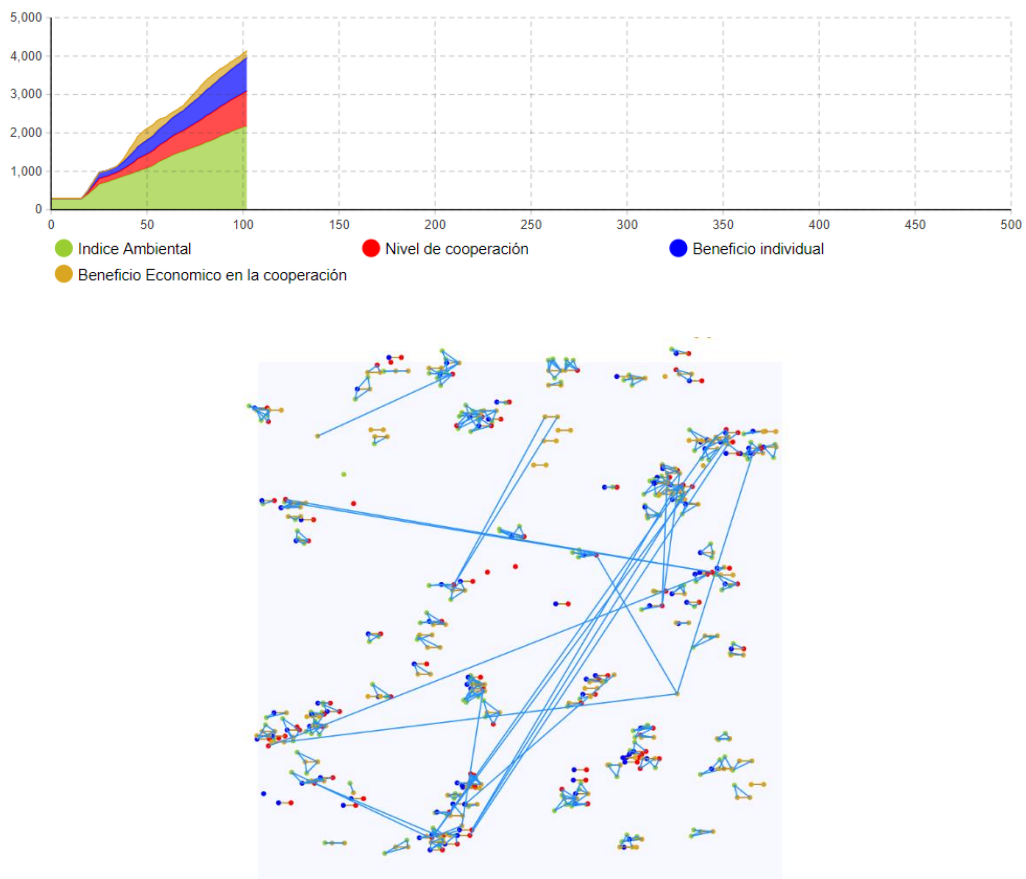
**Figura 28.** Situación actual después de la simulación.



**Nota:** Elaborado por el autor.

**Escenario propuesto:** en este escenario se propone un sistema productivo LC, en el cual se establecieron parámetros de cooperaciones sinérgicas entre las empresas, se estudiaron los beneficios económicos individuales y cuando la empresas cooperan con otras, además se midió los niveles de sinergias en la simulación y del mismo modo se analizó el índice de sostenibilidad del sector pesquero, el tiempo establecido en la simulación fue igual a la de la situación actual de 30 años, en la Figura 29, se puede observar que durante el periodo de los 10 primeros años, tanto el índice de sostenibilidad, los niveles de cooperación, beneficio individual y beneficios económicos en la cooperación, se mantienen constante, es decir, que durante este tiempo las empresas se están adaptando a este nuevo sistema circular antes de que lo adopten de manera continua, como se observa luego de este tiempo se puede ver el crecimiento de los elementos estudiados concluyendo que el modelo es factible en el sector pesquero de la parroquia Posorja, además, se puede observar que luego de los 30 años gracias a que hubo el cambio de paradigma de lineal a circular las empresas gracias a las cooperaciones que formaron, estas pueden sobrevivir en el tiempo.

**Figura 29.** Situación propuesta después de la simulación.



**Nota:** Elaborado por el autor.

### 3.2.11 Presupuesto

Para determinar presupuesto del proyecto de investigación, se consideró el salario que gana un investigador normal en el año 2023 emitido por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), en cuanto a la licencia del software a utilizar se contactó mediante vía correo a la empresa contratista para averiguar el valor, para el valor de la computadora se consideró el precio comercial dependiendo las característica propia del equipo, tomando en cuenta lo mencionado el presupuesto del proyecto fue de \$11.457,34 en dólares americano, en la Tabla 19, se detallan los rubros.

**Tabla 19.** Presupuesto del proyecto.

Rubro	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Humano	Modelador	1	\$465,00	\$465,87
	Internet	3	\$35,00	\$105,00
Tecnológico	Software	1	\$6.200,00	\$6.200,00
	Computador	1	\$1.850,00	\$1.850,00
	Cursos de capacitación	1	\$350,00	\$350,00
Oficina	Materiales de oficina	1	\$15,00	\$15,00
Otros	Transporte		\$150,00	\$150,00
	Impresiones		\$30,00	\$30,00
<b>Subtotal</b>				\$9.165,87
<b>10% de imprevistos</b>				\$916,59
<b>15% de reajuste</b>				\$1.374,88
<b>TOTAL</b>			\$11.457,34	

**Nota:** Elaborado por el autor.

Para proponer el diseño del sistema productivo LC en la parroquia Posorja, se requiere una inversión de activo fijo total de \$11.457,34 dólares americanos, generando flujos de efectivo de \$3.437,20 dólares americanos anuales durante el periodo de cinco años, con una tasa del 10%. Para lo cual se procedió al cálculo de las herramientas financieras VAN, TIR y PR como estimación de la solidez financiera en relación con la inversión inicial.

- **VAN (\$):** Valor Actual Neto.
- **TIR (%):** Tasa Interna de Retorno.
- **PR (t):** Periodo de recuperación.

En la Tabla 20, se puede evidenciar los cálculos necesarios para la determinación de las herramientas financieras.

**Tabla 20.** Cálculos del VAN, TIR, PR.

	0	1	2	3	4	5
<b>Flujo Fondo</b>	<b>\$-11.457,34</b>	\$ 3.437,20	\$ 3.437,20	\$ 3.437,20	\$ 3.437,20	\$ 3.437,20
Saldo Actual de 10%	<b>\$-11.457,34</b>	\$ 3.124,73	\$ 2.840,66	\$ 2.582,42	\$ 2.347,65	\$ 2.134,23
Saldo Actualizado Acumulado	<b>\$-11.457,34</b>	<b>\$ -8.332,61</b>	<b>\$ -5.491,95</b>	<b>\$ -2.909,53</b>	<b>\$ -561,87</b>	\$ 1.572,36

**Nota:** Elaborado por el autor.

Donde:

- TASA (%) = Valor por definición.
- TASA (%) = 10%
- VNA (\$) = VNA (Interés; flujo de caja) + desembolso inicial
- VNA (\$) = \$13.029,70
- VAN (\$) = Beneficio Neto Actualizado – Inversión inicial.
- VAN (\$) = \$1.572,36
- TIR (%) = Diferencia del valor inicial (costo) y el valor final (retorno de la inversión) de la operación, dividido entre el valor inicial, el resultado se multiplicado por 100
- TIR (%) = 15,24%
- PR (t) = Relación entre la inversión inicial y el flujo de efectivo por periodo
- PR = 4 años 2 meses y 26 días

El análisis de las herramientas financieras demuestra que, el valor neto actual (VNA) es de \$13.029,70, en contraste, se observa que el VAN (Valor actual neto) muestra una utilidad de \$1.572,36, con una tasa interna de retorno (TIR) de 15%, superando la tasa propuesta del 10%. De esta manera, se observa que el periodo de recuperación de la inversión (PR) se cumplirá en cuatro años, dos meses y veintiséis días.

### 3.2.12 Desarrollo del modelo matemático

Los enfoques matemáticos tienen como objetivo la simplificación diferencial fraccionarias, al transformarlas en un problema más manejable que requiere únicamente resolver un conjunto de ecuaciones algebraicas, además, que favorece a la toma de decisiones en escenarios sociales, económicos ambientales, empresariales, entre otros (Kumar et al., 2023; Li, 2023).

Desarrollar el análisis del modelo matemático partió de la interrogante **¿Se pueden establecer cooperaciones sinérgicas entre las empresas dentro del sector pesquero, que contribuyan al mejorar la sostenibilidad ambiental y socioeconómica de la parroquia?**

Para dar respuesta a esta interrogante, se definen las propiedades de los agentes que se encuentran asociados al flujo de simulación, que permitieron llevar a cabo el planteamiento de las ecuaciones (Tabla 21).

**Tabla 21.** Flujo asociado en la simulación.

Propiedades	Descripción	Expresiones
$Q_p$	Cantidad de producto fabricados.	$\sum p = [P_1 ; P_2 ; \dots \dots P_n]$ $P_i \in R$
$Cu_p$	Costo unitario asociado al producto fabricado.	$Cu = \frac{CF + CV + GADV}{TPF} \in R$ <p>Donde:</p> <p>CF: Costo fijo</p> <p>CV: Costo Variable</p> <p>GADV: Gastos administrativos y ventas</p> <p>TPF: Total de productos fabricados.</p>

$Q_M$	Cantidad de material usado.	$\sum M = [M_1 ; M_2 ; \dots \dots M_n]$ $M_i \in R$
$Cp_M$	Costo asociado al material usado.	$CP = MP + MD + MOD$ <p>Donde:</p> <p>MP: Materia prima</p> <p>MD: Materia directa</p> <p>MOD: Mano de obra directa</p>
$Q_d$	Cantidad de desechos generados en el proceso productivo.	$\sum D = [D_1 ; D_2 ; \dots \dots D_n]$ $D_i \in R$
$C_d$	Costo asociado a la gestión de los desechos que se generan	$\sum C = [C_{d1} ; C_{d2} ; \dots \dots C_{dn}]$ $d_i \in R$

**Nota:** Elaborado por el autor.



Una vez que se definió el flujo asociado a la simulación, el cual nos permitirá plantear los parámetros específicos para la formulación de las ecuaciones que facilitara la comprensión en distintos escenarios y la interpretación de los resultados, partiendo de los flujos se obtiene en la ecuación uno el beneficio individual de las empresas cuando no existe cooperación.

$$B_{ei} = (Q_p * Cu_p) - ((Q_M * Cp_M) + (Q_d * C_d)) \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

- $Q_p =$  toma valores aleatorios de [1 – 10.000]
- $Cu_p =$  toma valores aleatorios de [5 – 10]
- $Q_M =$  toma valores aleatorios de [1 – 9.500]
- $Cp_M =$  toma valores aleatorios de [1,50 – 4,50]
- $Q_d =$  toma valores aleatorios de [1 – 5.000]
- $C_d =$  toma valores aleatorios de [1 – 3]

Calculado el beneficio económico individual de las empresas, se calcula el beneficio obtenido de las empresas en la cooperación sinérgica, estableciendo un parámetro que corresponda a la cantidad de desechos vendidos y el material ahorrado correspondiente.

$$B_{ec} = (Q_{dx} * C_d) + (Q_{Mx} * Cp_M) + B_{ei} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

- $Q_{dx} =$  toma valores aleatorios de [1 – 2.500]
- $C_d =$  toma valores aleatorios de [1,50 – 4,50]
- $Q_{Mx} =$  toma valores aleatorios de [1 – 4.500]
- $Cp_M =$  toma valores aleatorios de [1 – 4]
- $B_{ei} =$  Valor del beneficio individual

Teniendo en cuenta que el impacto ambiental mejora con la disminución de los desechos generados y ahorro del material se plante.

$$B_A = Q_{dx} + Q_{Mx} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

- $Q_{dx} = \text{toma valores aleatorios de } [1 - 2.500]$
- $Q_{Mx} = \text{toma valores aleatorios de } [1 - 4.500]$

En este sentido, estableciendo los tres tipos de beneficios que se presentan, se establece el nivel de sinergia entre empresas que es la suma de los  $B_{ec}$  obtenidos por cada empresa.

$$S_{cop} = B_{ec1} + B_{ec2} + B_{ec3} \dots \dots \dots + B_{ecn} \quad \text{Ec. 4}$$

Una vez planteada las ecuaciones se establece un índice de sostenibilidad para el sector pesquero en cual se mide por el índice de los beneficios económicos total de las empresas en relación con el índice del impacto ambiental generado, en donde el índice de los beneficios económicos total es la relación entre el beneficio de cooperación e individual, cuyo valor debe ser adimensional y mayor a 1.

$$BECT = \frac{B_{ec}}{B_{ei}} > 1 \quad \text{Ec. 5}$$

Mientras que para calcular el índice del impacto total generado por las empresas es la relación el beneficio ambiental ( $B_A$ ) y la suma del material consumido y los desechos generados por parte de la empresa cuando no existe cooperación, siendo un valor con tendencia decreciente, es decir, menor a 1.

$$IPAT = \frac{B_A}{Q_d + Q_M} < 1 \quad \text{Ec. 6}$$

Donde:

- $Q_d = \text{toma valores aleatorios de } [1 - 5.000]$
- $Q_M = \text{toma valores aleatorios de } [1 - 9.500]$

Por último, se establece el índice de sostenibilidad para el sector pesquero, estableciendo la relación económica y ambiental para la comprensión y la comparación en distintos

escenarios, siendo un valor con tendencia creciente mostrando mejores resultados en el entorno económico y ambiental del sector.

$$ISSP = \frac{BECT}{IPAT} > 1 \text{ Ec. 7}$$

### **3.3 Discusión de los resultados**

Considerando que los sistemas productivos tradicionales están cada vez más asociados a poner en peligro la sostenibilidad, resulta crucial avanzar hacia una economía circular donde el enfoque se centre en fabricar, usar y reutilizar. La incorporación de sistemas productivos que mezclen la filosofía Lean y Circular presenta un desafío significativo para investigadores, organizaciones y, especialmente, para empresas que buscan mejorar sus procesos de fabricación y contribuir a la sostenibilidad, esto se logra mediante la integración de estos sistemas de manera que fomenten un comportamiento más respetuoso con el medio ambiente, aunque el sistema LC es un tema relativamente nuevo, muchos investigadores lo relacionan con el Lean Green (LG), ya que la literatura existente sugiere una integración del lean con prácticas circulares (Schmitt et al., 2021 ; Colijn et al., 2022)

Con lo mencionado anteriormente, la finalidad de realizar una exploración profunda acerca de los antecedentes existentes relacionados a sistemas productivos LC, sinergia entre Lean y Circular y modelación de sistemas complejos, se estableció una RSL exhaustiva en el capítulo I (sección 1.1), para recopilar investigaciones relevantes para el desarrollo de la investigación, posteriormente en el estado del arte (sección 1.2), se estudiaron las herramientas que nos permiten modelar sistemas complejos.

Para dar cumplimiento al capítulo II, se estableció que la investigación corresponde un enfoque cuantitativo, con un alcance descriptivo – correlacional (Baena Paz, 2017), del mismo modo se estableció el proceso metodológico que se llevaría a cabo al desarrollar la investigación (sección 2.3). De igual manera se estableció el proceso para la validación del instrumento a utilizar en la investigación (sección 2.5.1)

En el capítulo III, para la recopilación de datos, se realizó el proceso de estratificación de la muestra, empleando el criterio por conveniencia propuesto por Pace, (2021), (sección 2.4.2). Luego de esta etapa, se empleó el enfoque de encuestas, para el cual se creó un cuestionario como herramienta para la recopilación de datos mismo que fue validado,

siguiendo las etapas de la (sección 2.5.1), como una medida para la credibilidad de los datos, para la validación de este cuestionario se usó el software SPSS – 25 donde se analizó los datos con las diferentes alternativas en las preguntas planteadas las preguntas fueron creadas con diferentes tipos de respuestas, como preguntas usando la escala de Likert, preguntas de SI o No y preguntas donde se establecieron valores escalares dentro de un rango.

En esta investigación se llevó a cabo un análisis de sensibilidad, mismo que se planteó en dos escenarios para los sistemas productivos del sector pesquero, parroquia Posorja en el escenario uno (situación actual) desarrollado en un simulación de 30 años, se recreó el funcionamiento de los sistemas productivos tradicionales que se llevan acabó en el sector actualmente, para ellos se utilizaron los datos recopilados con anterioridad, el parámetro principal en esta simulación se formuló con la pregunta ¿Qué pasaría con la sostenibilidad del sector pesquero, si el medio ambiente se queda sin recursos?, en el escenario puedo constatar que después de los 30 años en el flujo de simulación la sostenibilidad del sector era crítica con valores menores a 1 según el modelo matemático planteado en la (sección 3.2.12).

En el segundo escenario (situación propuesta) desarrollado en una simulación igual a 30 años, se recreó la situación del sector si adopta un sistema productivo LC, para ellos los parámetros establecido en el flujo de simulación nacieron con la pregunta ¿Qué pasaría con la sostenibilidad del sector pesquero, si se establece cooperaciones entre agentes productivos?, al momento de iniciar la simulación se puede observar que en un período de tiempo no existe beneficio, ni sinergias cooperativas y tampoco el índice mejora, pero con el transcurso de la simulación se puede observar una mejor significativa en el índice de sostenibilidad y además se corrobora que el sistema no solo ayuda de manera positiva al medio ambiente, sino que de la misma manera genera un beneficio para las empresas que participen en las cooperaciones.

Como un sustento del segundo escenario, en investigaciones sobre simbiosis industrial, donde se puede establecer este tipo de sinergias igual al sistema productivo LC, Demartini et al., (2022) afirma que este tipo de modelo de negocio es prometedor, debido que motiva a las empresas a transitar su enfoque lineal a circular, no obstante también comenta, que esta transición se revela como un proceso complejo, debido a que deben rediseñar y replantear sus procesos, considerando la participación de nuevos agentes, gestionando la incorporación de desechos y evaluando su influencia en el desarrollo de productos, de igual manera, considerando la inversión económica y recursos tecnológicos

### **3.4 Limitaciones del estudio y futuras líneas de investigación**

Dada a la situación actual que se está presentando en la parroquia Posorja en termino de seguridad, la principal limitación que se presentó en el proyecto de investigación, fue la recopilación de datos, debido al temor de las empresas a abrir las puertas y ser motivo de extorsiones, esta limitación presento un retraso en el presente trabajo, pero como investigadores no deben ver esto como un excusas para abandonar, dado que después de varios intentos se logró la aceptación de las empresas para poder realizar el cuestionario, aunque nace otra limitación, que es la falta de evidencia debido a que las organizaciones no permiten el ingreso de aparatos tecnológicos en sus instalaciones, por esta razón es que en los ANEXO F, no se puede constatar el número de evidencia necesaria para la recopilación de datos.

Las futuras líneas de investigación que surgió gracias al trabajo de investigación se pueden observar en el ANEXO G, donde se observa la mala gestión de los desechos por partes de las industrias dedicada a la actividades relacionadas con el sector pesquero, por lo que esto se toma como iniciativa, para investigaciones futuras que ponga en acción, prácticas más sostenibles en su sector, el estudio acerca de su cadena de valor que ayude a mantener la sostenibilidad del sector, el cambio de sus cadenas de suministros a ser más circulares, con la finalidad de mantener un ambiente amigable entre el sector industrial y el medio ambiente con fines de sostenibilidad ambiental, política, social y económica de la parroquia Posorja.

## CONCLUSIONES

La fundamentación científica para respaldar la propuesta de un diseño productivo Lean Circular se llevó a cabo mediante un análisis bibliométrico que examinó 182 artículos. La red demostró la importancia que ha adquirido la relación entre Lean and Circular y las prácticas de fabricación sostenible, durante los últimos cinco años a nivel mundial, además, se empleó un modelo de toma de decisión de multicriterio (MCSM), mediante el proceso de jerarquía analítica (AHP) para exponer las herramientas utilizadas para llevar a cabo la modelación de estos sistemas complejos.

Mediante una revisión exhaustiva de los artículos científicos que utilizaron simulaciones en programas computacionales para investigaciones vinculadas a la modelación de sistemas complejos y modelos basados en agentes (MBA), se estableció un marco metodológico que incorporó diversas etapas científicas, las cuales posibilitaron la obtención de resultados.

La aplicación de herramientas metodológicas, como la validación de instrumentos, se utilizó para medir y asegurar la credibilidad en la investigación, se llevó a cabo un proceso de validación mediante el uso del software SPSS – 25, que consistía en el cálculo del Alfa de Cronbach, la Prueba esférica de Bartlett y KMO y W de Kendall, los cuales permitieron validar la técnica de encuestas que usa el cuestionario como instrumento de recopilación de datos. El software Anylogic permitió una representación virtual abstracta del entorno real mediante un (MBA), el cual demostró la validez de un sistema productivo LC, a través de la cooperación entre empresas. Por último, se verificó que un modelo matemático facilita la solución de situaciones problemáticas del mundo real, estos pueden ser computacionales o físicos.

## **RECOMENDACIONES**

Implementar el uso de diversas metodologías, como un análisis bibliométrico que, a través de las bases de datos, posibilita al investigador acceder a una extensa cantidad de documentos académicos actualizados de forma abierta, además, permite relacionarlos ya sea por años de publicación, número de citas, revistas que realizan publicaciones acerca del tema, entre otros criterios, para llevar a cabo el análisis correspondiente en la investigación.

Establecer de manera anticipada la comunicación con los expertos elegidos para la validación del cuestionario, con la finalidad de evitar una extensión innecesaria en las fases posteriores del proceso de investigación.

Realizar la recopilación de datos con antelación para evitar los posibles retrasos que podrían extender el proceso de investigación debido a la participación de la muestra a encuestar. Con respecto a la implementación de la simulación, la elección del software debe ser rigurosa y verificar que este tenga una validez científica, en caso de que se use un lenguaje de programación desconocido para el investigador, se debe tener en cuenta que el proceso de aprendizaje puede retrasar las etapas subsiguientes en el proceso de la creación del modelo. Por último, el cálculo de las herramientas financieras (VAN, TIR, PR), para conocer la viabilidad de la propuesta en la investigación.

## REFERENCIA (o BIBLIOGRAFÍA)

- Abad-Segura, E., Batlles-Delafuente, A., González-Zamar, M. D., & Belmonte-Ureña, L. J. (2021). Implications for Sustainability of the Joint Application of Bioeconomy and Circular Economy: A Worldwide Trend Study. *Sustainability* 2021, Vol. 13, Page 7182, 13(13), 7182. <https://doi.org/10.3390/SU13137182>
- Abdelmeguid, A., Afy-Shararah, M., & Salonitis, K. (2022). Investigating the challenges of applying the principles of the circular economy in the fashion industry: A systematic review. *Sustainable Production and Consumption*, 32, 505–518. <https://doi.org/10.1016/J.SPC.2022.05.009>
- Ahmed, Z., Mahmud, S., & Acet, Dr. H. (2022). Circular economy model for developing countries: evidence from Bangladesh. *Heliyon*, 8(5), e09530. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09530>
- Alassaf, M., & Qamar, A. M. (2022). Improving Sentiment Analysis of Arabic Tweets by One-way ANOVA. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 34(6), 2849–2859. <https://doi.org/10.1016/J.JKSUCI.2020.10.023>
- Almeida-Guzmán, M., & Andina Simón Bolívar Quito, U. (2020). Economía circular, una estrategia para el desarrollo sostenible. Avances en Ecuador. *Estudios de La Gestión: Revista Internacional de Administración*, 8, 34–56. <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.8.10>
- Amosha, O., Cherevatskyi, D., Lyakh, O., Soldak, M., & Zaloznova, Y. (2021). Canvas model of the mining regions' industrial ecosystem based on a circular economy. *E3S Web of Conferences*, 255. <https://doi.org/10.1051/E3SCONF/202125501001>
- Anderson, B. D. O., & Ye, M. (2019). Recent Advances in the Modelling and Analysis of Opinion Dynamics on Influence Networks. *International Journal of Automation and Computing*, 16(2), 129–149. <https://doi.org/10.1007/S11633-019-1169-8/METRICS>
- Andrango Alobuela, M. S., & Arroyo Morocho Flavio Roberto. (2022). *Vista de Industria 4.0 y economía circular: revisión de la literatura y recomendaciones para una industria*



<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/1422/1966>

- Araya, F., & Araya, F. (2020). Agent based modeling: *Revista Ingeniería de Construcción*, 35(2), 111–118. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732020000200111>
- Arcila Calderón, C., Van Atteveldt, W., Trilling, D., Arcila Calderón, C., Van Atteveldt, W., & Trilling, D. (2021). Dossier Métodos Computacionales y Big Data en la Investigación en Comunicación. *Cuadernos.Info*, 49, 1–4. <https://doi.org/10.7764/CDI.49.35333>
- Asante, R., Faibil, D., Agyemang, M., & Khan, S. A. (2022). Life cycle stage practices and strategies for circular economy: assessment in construction and demolition industry of an emerging economy. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(54), 82110–82121. <https://doi.org/10.1007/S11356-022-21470-W/FIGURES/2>
- Aydt, H., Turner, S. J., Cai, W., Yoke, M., Low, H., & Ayani, R. (2009). *Symbiotic Simulation Model Validation for Radiation Detection Applications*.
- Baena Paz, Guillermina. (2017). *Metodología de la investigación*. Grupo Editorial Patria.
- Batwara, A., Sharma, V., Makkar, M., & Giallanza, A. (2023). Towards smart sustainable development through value stream mapping – a systematic literature review. *Heliyon*, 9(5), e15852. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2023.E15852>
- Beltrán-Lugo, L., Izaguirre-Díaz de León, F., Peinado-Guevara, V., Peinado-Guevara, H., Herrera-Barrientos, J., Cuadras-Berrelleza, A. A., & Montoya-Leyva, M. Á. (2023). Sustainable Innovation Management in the Shrimp Sector of the Municipality of Guasave, State of Sinaloa, Mexico. *Sustainability 2023*, Vol. 15, Page 3161, 15(4), 3161. <https://doi.org/10.3390/SU15043161>
- Bhatnagar, R., Keskin, D., Kirkels, A., Romme, A. G. L., & Huijben, J. C. C. M. (2022). Design principles for sustainability assessments in the business model innovation process. *Journal of Cleaner Production*, 377, 134313. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.134313>
- Bhatt, Y., Ghuman, K., & Dhir, A. (2020). Sustainable manufacturing. Bibliometrics and content analysis. *Journal of Cleaner Production*, 260. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.120988>

- Caldera, H. T. S., Desha, C., & Dawes, L. (2019a). Evaluating the enablers and barriers for successful implementation of sustainable business practice in ‘lean’ SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 218, 575–590. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.01.239>
- Caldera, H. T. S., Desha, C., & Dawes, L. (2019b). Transforming manufacturing to be ‘good for planet and people’, through enabling lean and green thinking in small and medium-sized enterprises. *Sustainable Earth 2019* 2:1, 2(1), 1–19. <https://doi.org/10.1186/S42055-019-0011-Z>
- Calzolari, T., Bimpizas-Pinis, M., Genovese, A., & Brint, A. (2023). Understanding the relationship between institutional pressures, supply chain integration and the adoption of circular economy practices. *Journal of Cleaner Production*, 139686. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2023.139686>
- CEPAL. (2019). *Aglomeración pesquera en América Latina*.
- Chapra, S. C. , & Canale, R. P. (2015). *Métodos numéricos para ingenieros*.
- Christian, B., Torrico, H., Ariel, E., Gonzales, R., Erick, :, & Gonzales, A. R. (2018). Metodología científica para la realización de investigaciones de mercado e investigaciones sociales cuantitativas. *Revista Perspectivas*, 42, 123–160. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1994-37332018000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1994-37332018000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Cienfuegos, METRO. , G. PAG. , & G. C. (2022). Lo cuantitativo y cualitativo desde un tratamiento estadístico. *RICSH Revista Iberoamericana de Las Ciencias Sociales y Humanísticas*, 11(21), 18–49. <https://doi.org/10.23913/ricsh.v11i21.275>
- Colijn, I., Fraiture, F., Gommeh, E., Schroën, K., & Metze, T. (2022). Science and media framing of the future of plastics in relation to transitioning to a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 370, 133472. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.133472>
- Corporación Financiera Nacional B.P. (2022). *FICHA SECTORIAL PESCA SUBGERENCIA DE ANÁLISIS DE PRODUCTOS Y SERVICIOS*.

- De Melo, T. A. C., De Oliveira, M. A., De Sousa, S. R. G., Vieira, R. K., & Amaral, T. S. (2022). Circular Economy Public Policies: A Systematic Literature Review. *Procedia Computer Science*, 204, 652–662. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2022.08.079>
- Del Cid, A., Méndez, R., & Sandoval, F. (2011). *Investigación. Fundamentos y metodología Segunda edición.*
- Demartini, M., Tonelli, F., & Govindan, K. (2022). An investigation into modelling approaches for industrial symbiosis: A literature review and research agenda. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 3, 100020. <https://doi.org/10.1016/J.CLSCN.2021.100020>
- Erdiaw-Kwasie, M. O., Abunyewah, M., Yusif, S., & Erdiaw-Kwasie, A. (2023). Does circular economy knowledge matter in sustainable service provision? A moderation analysis. *Journal of Cleaner Production*, 383, 135429. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.135429>
- Fang, Z., Wang, H., Xue, S., Zhang, F., Wang, Y., Yang, S., Zhou, Q., Cheng, C., Zhong, Y., Yang, Y., Liu, G., Chen, J., Qiu, L., & Zhi, Y. (2022). A comprehensive framework for detecting economic growth expenses under ecological economics principles in China. *Sustainable Horizons*, 4, 100035. <https://doi.org/10.1016/J.HORIZ.2022.100035>
- Fatimah, Y. A., Kannan, D., Govindan, K., & Hasibuan, Z. A. (2023). Circular economy e-business model portfolio development for e-business applications: Impacts on ESG and sustainability performance. *Journal of Cleaner Production*, 415, 137528. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2023.137528>
- Figue, F., Dimitrov, S., Schlosser, R., & Chenavaz, R. (2022). Does the circular economy fuel the throwaway society? The role of opportunity costs for products that lose value over time. *Journal of Cleaner Production*, 368, 133207. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133207>
- Fouladvand, J., Ghorbani, A., Sari, Y., Hoppe, T., Kunneke, R., & Herder, P. (2022). Energy security in community energy systems: An agent-based modelling approach. *Journal of Cleaner Production*, 366, 132765. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.132765>
- GAD Rural Parroquial Posorja. (2020). *PDOT\_VIGENTE\_posorja.*

- Gan, L., Yang, X., Chen, L., Lev, B., & Lv, Y. (2022a). Optimization path of Economy-Society-Ecology system orienting industrial structure Adjustment: Evidence from Sichuan Province in China. *Ecological Indicators*, *144*, 109479. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2022.109479>
- Gan, L., Yang, X., Chen, L., Lev, B., & Lv, Y. (2022b). Optimization path of Economy-Society-Ecology system orienting industrial structure Adjustment: Evidence from Sichuan Province in China. *Ecological Indicators*, *144*, 109479. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2022.109479>
- González Chávez, C. A., Romero, D., Rossi, M., Luglietti, R., & Johansson, B. (2019). Circular Lean Product-Service Systems Design: A Literature Review, Framework Proposal and Case Studies. *Procedia CIRP*, *83*, 419–424. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2019.03.109>
- Guillén-Gámez, F. D., Ruiz-Palmero, J., Palacios Rodríguez, A., & Martín-Párraga, L. (2022). Formación del profesorado universitario en Competencia Digital: análisis con métodos de investigación correlacionales y comparativos. *Hachetetepe. Revista Científica de Educación y Comunicación*, *24*. <https://doi.org/10.25267/hachetetepe.2022.i24.1101>
- Hamidah, M., Mohd Hasmadi, I., Chua, L. S. L., Yong, W. S. Y., Lau, K. H., Faridah-Hanum, I., & Pakhriazad, H. Z. (2022). Development of a protocol for Malaysian Important Plant Areas criterion weights using Multi-criteria Decision Making - Analytical Hierarchy Process (MCDM-AHP). *Global Ecology and Conservation*, *34*, e02033. <https://doi.org/10.1016/J.GECCO.2022.E02033>
- Hariyani, D., & Mishra, S. (2023). Structural Equation Modeling of Drivers for the Adoption of an Integrated Sustainable-Green-Lean-Six Sigma-Agile Manufacturing System (ISGLSAMS) in Indian Manufacturing Organizations. *Cleaner and Circular Bioeconomy*, *4*, 100037. <https://doi.org/10.1016/J.CLCB.2023.100037>
- Hartini, S., Wicaksono, P. A., M D Rizal, A., & Hamdi, M. (2021). Integration lean manufacturing and 6R to reduce wood waste in furniture company toward circular economy. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *1072(1)*, 012067. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1072/1/012067>

- Hernández - Sampieri et al. (2014). *Metodología de la investigación*.
- Hernández, H. A., & Pascual - Barrera, A. E. (2018). Validación de un instrumento de investigación para el diseño de una metodología de autoevaluación del sistema de gestión ambiental. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(1), 157–164. <https://doi.org/10.22490/21456453.2186>
- Hernandez Marquina, M. V., Zwolinski, P., & Mangione, F. (2021). Application of Value Stream Mapping tool to improve circular systems. *Cleaner Engineering and Technology*, 5, 100270. <https://doi.org/10.1016/J.CLET.2021.100270>
- Huet, A., Pinquie, R., Veron, P., Segonds, F., & Fau, V. (2022). Design rules application in manufacturing industries: a state of the art survey and proposal of a context-aware approach. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 16(1), 317–322. <https://doi.org/10.1007/S12008-021-00821-W>
- Humberto Barzola-López, L. I., Jacinto Campos-Vera, R. I., & Iván Soto-Galarza III, B. (2020). Threatening factors of sustainable development of pelagic fish in Ecuador from a management perspective Fatores ameaçadores do desenvolvimento sustentável de peixes pelágicos no Equador sob uma perspectiva de gestão. *Especial*, 6(1), 583–600. <https://doi.org/10.23857/dc.v6i1.1333>
- Humberto Ñaupas Paitán, Elías Mejía Mejía, Eliana Novoa Ramírez, & Alberto Villagómez Paucar. (2014). *Metodología de la investigación: Cuantitativa - Cualitativa*.
- James, C. L., & Bradshaw, K. L. (2023). Agent-based model development of a complex socio-ecological system: Methods for overcoming data and domain limitations. *Ecological Informatics*, 77, 102224. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2023.102224>
- Jelena, K. P. (2021). On Remanufacturing Readiness Level - An introduction to a Remometer<sup>TM</sup>. *Procedia CIRP*, 98, 91–96. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2021.01.011>
- Joebert Barbosa, V. (2021). SUSTAINABLE MANUFACTURING: REDUCING CARBON FOOTPRINT IN MANUFACTURING – OPTIMIZATION OF RESOURCE UTILIZATION, RECOVERY OF WASTAGES AND USE OF RENEWABLE ENERGY: - BEING LEAN AND GOING GREEN. *International Journal of*

*Engineering Applied Sciences and Technology*, 6(7), 246–251.  
<https://doi.org/10.33564/IJEAST.2021.V06I07.039>

Kumar, D., Nama, H., & Baleanu, D. (2023). Numerical and computational analysis of fractional order mathematical models for chemical kinetics and carbon dioxide absorbed into phenyl glycidyl ether. *Results in Physics*, 53, 107003.  
<https://doi.org/10.1016/J.RINP.2023.107003>

Lakshmanan, R., Nyamekye, P., Virolainen, V. M., & Piili, H. (2023). The convergence of lean management and additive manufacturing: Case of manufacturing industries. *Cleaner Engineering and Technology*, 13, 100620.  
<https://doi.org/10.1016/J.CLET.2023.100620>

Lange, K. P. H., Korevaar, G., Oskam, I. F., Nikolic, I., & Herder, P. M. (2021). Agent-based modelling and simulation for circular business model experimentation. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 12, 200055.  
<https://doi.org/10.1016/J.RCRADV.2021.200055>

Lee, J. K. Y., Gholami, H., Saman, M. Z. M., Ngadiman, N. H. A. Bin, Zakuan, N., Mahmood, S., & Omain, S. Z. (2021). Sustainability-Oriented Application of Value Stream Mapping: A Review and Classification. *IEEE Access*, 9, 68414–68434.  
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3077570>

Li, J. (2023). Evaluation of dynamic growth trend of renewable energy based on mathematical model. *Energy Reports*, 9, 48–56.  
<https://doi.org/10.1016/J.EGYR.2022.11.139>

Lin, C., & Kou, G. (2021). A heuristic method to rank the alternatives in the AHP synthesis. *Applied Soft Computing*, 100, 106916. <https://doi.org/10.1016/J.ASOC.2020.106916>

Loayza Pérez, & Silva Meza. (2013). *Los procesos industriales sostenibles y su contribución en la prevención de problemas ambientales*.

López-Fernández Raúl, A.-M. R. P.-U. D. E. S.-G. S. & Q.-Á. Moisés. (2019). *Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas*.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-65572019000500011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572019000500011)

- Manco, P., Caterino, M., Rinaldi, M., & Macchiaroli, R. (2023). A sustainability-oriented methodology to compare production strategies: The case of AM-based remanufacturing. *Journal of Cleaner Production*, 423, 138594. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2023.138594>
- Martínez, A. P., Jara-Alvear, J., Andrade, R. J., & Icaza, D. (2023). Sustainable development indicators for electric power generation companies in Ecuador: A case study. *Utilities Policy*, 81, 101493. <https://doi.org/10.1016/J.JUP.2023.101493>
- Martínez Ávila, M. (2021). Análisis factorial confirmatorio: un modelo de gestión del conocimiento en la universidad pública. *RIDE. Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 12(23), 306. <https://doi.org/10.23913/RIDE.V12I23.1103>
- Marvuglia, A., Bayram, A., Baustert, P., Gutiérrez, T. N., & Igos, E. (2022). Agent-based modelling to simulate farmers' sustainable decisions: Farmers' interaction and resulting green consciousness evolution. *Journal of Cleaner Production*, 332, 129847. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.129847>
- Mengo, E., Randall, P., Larssonneur, S., Burton, A., Hegron, L., Grilli, G., Russell, J., & Bakir, A. (2023). Fishers' views and experiences on abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear and end-of-life gear in England and France. *Marine Pollution Bulletin*, 194, 115372. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2023.115372>
- Ministerio de Inversión y Pesca. (2020). “MEJORA EN LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR ACUÍCOLA Y PESQUERO.”
- Ministerio de Producción. (2023). *Registro Nacional de Empresas Pesqueras – Subsecretaria de Recursos Pesqueros*. [https://srp.produccion.gob.ec/registro-nacional-de-empresas-pesqueras/?meta\\_actividad=Comercializadora](https://srp.produccion.gob.ec/registro-nacional-de-empresas-pesqueras/?meta_actividad=Comercializadora)
- Molina M. (2021). *Una historia de té y números. La prueba exacta de Fisher*.
- Mölsä, K. M., Horn, S., Dahlbo, H., & Rissanen, M. (2022). Linear, reuse or recycling? An environmental comparison of different life cycle options for cotton roller towels. *Journal of Cleaner Production*, 374, 133976. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.133976>

- Monica Veronesi, & Arthur Rigaud. (2019). *Economía Circular en el sector pesquero*.
- Muyulema Allaica, J. C., & RUIZ PUENTE, C. (2022). FRAMEWORK PROPOSAL FOR THE DESIGN OF LEAN CIRCULAR PRODUCTION SYSTEMS BASED ON CASE STUDIES. *DYNA*, 97(5), 515–521. <https://doi.org/10.6036/10540>
- Naeemah, A. J., & Wong, K. Y. (2023). Sustainability metrics and a hybrid decision-making model for selecting lean manufacturing tools. *Resources, Environment and Sustainability*, 13, 100120. <https://doi.org/10.1016/J.RESENV.2023.100120>
- Neves, S. A., & Marques, A. C. (2022). Drivers and barriers in the transition from a linear economy to a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 341, 130865. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.130865>
- Nyika, J., & Dinka, M. O. (2022). Integrated approaches to nature-based solutions in Africa: Insights from a bibliometric analysis. *Nature-Based Solutions*, 2, 100031. <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2022.100031>
- Pace, D. S. (2021). PROBABILITY AND NON-PROBABILITY SAMPLING-AN ENTRY POINT FOR UNDERGRADUATE RESEARCHERS. *International Journal of Quantitative and Qualitative Research Methods*, 9(2), 1–15.
- Paco - Egdon, Merino - Murillo, & Plúa - Parrales. (2022). *La pesca industrial y su incidencia en la generación de empleo*.
- Pollard, J., Osmani, M., Grubnic, S., Díaz, A. I., Grobe, K., Kaba, A., Ünlüer, Ö., & Panchal, R. (2023). Implementing a circular economy business model canvas in the electrical and electronic manufacturing sector: A case study approach. *Sustainable Production and Consumption*, 36, 17–31. <https://doi.org/10.1016/J.SPC.2022.12.009>
- Pozo Franco, P. E. Del, Peñafiel Palacios, A. J., Cruz Piza, I. A., Pozo Franco, P. E. Del, Peñafiel Palacios, A. J., & Cruz Piza, I. A. (2021). Estudio causal mediante Kendall y Pareto de la violencia contra la mujer en tiempos de confinamiento por COVID-19. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 8(SPE3). <https://doi.org/10.46377/DILEMAS.V8I.2711>
- Pucha Medina Paola Martina, Muyulema Allaica Juan Carlos, Burgos Arcos Carlos Leonel, & Buenanño Buenaño Edison Noe. (2019). *Gestión de la calidad como estructura del*



*desempeño operacional en el sector Cooperativo Financiero del segmento cinco de la provincia de Chimborazo.*

- Pusateri, V., Olsen, S. I., Hauschild, M. Z., & Kara, S. (2023). Potential for absolute sustainability of Wire-Arc Additive Manufacturing: A boat propellers case. *CIRP Annals*. <https://doi.org/10.1016/J.CIRP.2023.04.034>
- Raimbault, J., Broere, J., Somveille, M., Serna, J. M., Strombom, E., Moore, C., Zhu, B., & Sugar, L. (2020). A spatial agent based model for simulating and optimizing networked eco-industrial systems. *Resources, Conservation and Recycling*, *155*, 104538. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2019.104538>
- Ramos-Galarza, C. A. (2020). Alcances de una investigación. *CienciAmérica*, *9*(3), 1–6. <https://doi.org/10.33210/ca.v9i3.336>
- Ren, Y., Li, R., Wu, K. J., & Tseng, M. L. (2023). Discovering the systematic interlinkages among the circular economy, supply chain, industry 4.0, and technology transfer: A bibliometric analysis. *Cleaner and Responsible Consumption*, *9*, 100123. <https://doi.org/10.1016/J.CLRC.2023.100123>
- Roci, M., Salehi, N., Amir, S., Asif, F. M. A., Shoaib-ul-Hasan, S., & Rashid, A. (2022). Multi-method simulation modelling of circular manufacturing systems for enhanced decision-making. *MethodsX*, *9*, 101709. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101709>
- Sani, D., Picone, S., Bianchini, A., Fava, F., Guarnieri, P., & Rossi, J. (2021). An Overview of the Transition to a Circular Economy in Emilia-Romagna Region, Italy Considering Technological, Legal–Regulatory and Financial Points of View: A Case Study. *Sustainability 2021, Vol. 13, Page 596, 13*(2), 596. <https://doi.org/10.3390/SU13020596>
- Schlüter, L., Mortensen, L., Gjerding, A. N., & Kørnø, L. (2023). Can we replicate eco-industrial parks? Recommendations based on a process model of EIP evolution. *Journal of Cleaner Production*, *429*, 139499. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2023.139499>
- Schmitt, T., Wolf, C., Lennerfors, T. T., & Okwir, S. (2021). Beyond “Leanear” production: A multi-level approach for achieving circularity in a lean manufacturing context. *Journal of Cleaner Production*, *318*, 128531. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.128531>

- Superintendencia de Bancos. (2022). *SISTEMA DE BANCA PRIVADA Y PÚBLICA INFORME DEL SUBSECTOR PESCA, PESCA MARINA Y DE AGUA DULCE*.
- Syu, F. S., Vasudevan, A., Despeisse, M., Chari, A., Bekar, E. T., Gonçalves, M. M., & Estrela, M. A. (2022). Usability and Usefulness of Circularity Indicators for Manufacturing Performance Management. *Procedia CIRP*, *105*, 835–840. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2022.02.138>
- Taber, K. S. (2018). The Use of Cronbach's Alpha When Developing and Reporting Research Instruments in Science Education. *Research in Science Education*, *48*(6), 1273–1296. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2>
- Torralba-Burrial, A., & Dopico, E. (2023). Promoting the Sustainability of Artisanal Fishing through Environmental Education with Game-Based Learning. *Sustainability 2023, Vol. 15, Page 12905*, *15*(17), 12905. <https://doi.org/10.3390/SU151712905>
- Toth, L., Schiffer, A., Nyitrai, M., Pentek, A., Told, R., & Maroti, P. (2020). Developing an anti-spastic orthosis for daily home-use of stroke patients using smart memory alloys and 3D printing technologies. *Materials & Design*, *195*, 109029. <https://doi.org/10.1016/J.MATDES.2020.109029>
- Tseng, M. L., Tran, T. P. T., Ha, H. M., Bui, T. D., & Lim, M. K. (2021). Sustainable industrial and operation engineering trends and challenges Toward Industry 4.0: a data driven analysis. *Journal of Industrial and Production Engineering*, *38*(8), 581–598. <https://doi.org/10.1080/21681015.2021.1950227>
- Urain, I., Eguren, J. A., & Justel, D. (2022). Development and validation of a tool for the integration of the circular economy in industrial companies: Case study of 30 companies. *Journal of Cleaner Production*, *370*, 133318. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.133318>
- Valamede, L. S., & Akkari, A. C. S. (2020). Lean 4.0: A New Holistic Approach for the Integration of Lean Manufacturing Tools and Digital Technologies. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, *5*(5), 854–868. <https://doi.org/10.33889/IJMEMS.2020.5.5.066>
- van Eechoud, T., & Ganzaroli, A. (2023). Exploring the role of dynamic capabilities in digital circular business model innovation: Results from a grounded systematic

inductive analysis of 7 case studies. *Journal of Cleaner Production*, 401, 136665.  
<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2023.136665>

Vázquez-Rowe, I. (2020). A fine kettle of fish: the fishing industry and environmental impacts. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 13, 1–5.  
<https://doi.org/10.1016/J.COESH.2019.08.004>

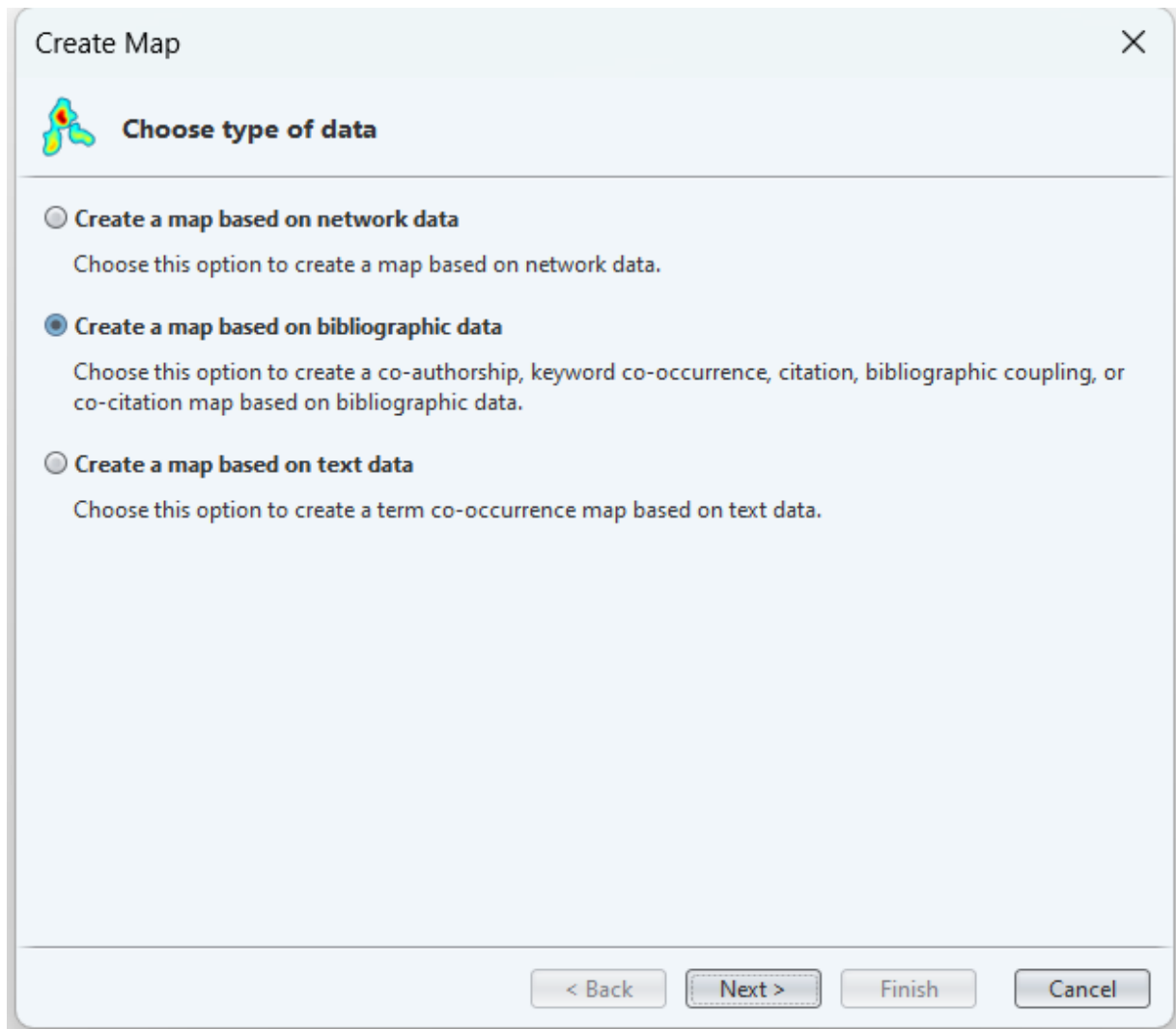
Yan, H., Pan, L., Xue, Z., Zhen, L., Bai, X., Hu, Y., & Huang, H. Q. (2019). Agent-Based Modeling of Sustainable Ecological Consumption for Grasslands: A Case Study of Inner Mongolia, China. *Sustainability* 2019, Vol. 11, Page 2261, 11(8), 2261.  
<https://doi.org/10.3390/SU11082261>

Zhou, M., Wei, P., & Deng, L. (2022). Research on the factorial effect of science and technology innovation (STI) policy mix using multifactor analysis of variance (ANOVA). *Journal of Innovation & Knowledge*, 7(4), 100249.  
<https://doi.org/10.1016/J.JIK.2022.100249>

Zhu, Z., Liu, W., Ye, S., & Batista, L. (2022). Packaging design for the circular economy: A systematic review. *Sustainable Production and Consumption*, 32, 817–832.  
<https://doi.org/10.1016/J.SPC.2022.06.005>

# ANEXOS

## Anexo A: Bibliometría en software Vosviewer.



## Anexo B: Cuestionario para la recopilación de datos.



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL



### ENCUESTA

**Objetivo del instrumento de investigación:** Evaluar el nivel de conocimiento de las empresas del sector pesquero en relación con los sistemas productivos actuales y los nuevos sistemas productivos sostenible con garantía de la búsqueda de la sostenibilidad económica, política, ambiental y social.

**Indicación:** El cuestionario tiene una finalidad académica y se encuentra elaborado con diferentes tipos de preguntas, lea con atención las interrogantes para proceder a marcar la respuesta que considere pertinente. Responder la encuesta no le tomará mucho tiempo, de antemano se le agradece la atención prestada.

1. ¿Usted está de acuerdo que los sistemas de producción actuales que se lleva en el sector pesquero ponen en peligro la sostenibilidad de la comunidad?
  - 1 (Muy en desacuerdo)
  - 2 (Algo en desacuerdo)
  - 3 (Ni de acuerdo, ni en desacuerdo)
  - 4 (Algo de acuerdo)
  - 5 (Muy de acuerdo)
2. Considera que las empresas que funcionan en el sector pesquero están comprometidas con el medio ambiente
  - 1 (Nada comprometidas)
  - 2 (Poco comprometidas)
  - 3 (Medianamente comprometidas)
  - 4 (Muy comprometidas)
  - 5 (Altamente comprometidas)
3. ¿Qué tan importante considera usted la implementación de nuevos sistemas productivos en búsqueda de la sostenibilidad ambiental y económica del sector pesquero?
  - 1 (nada importante)
  - 2 (poco importante)
  - 3 (moderadamente importante)
  - 4 (muy importante)
  - 5 (altamente importante)



4. ¿Qué tan importante considera la implementación de herramientas que ayude a mitigar el impacto ambiental que genera los procesos productivos lineales?
- No es importante
  - Poco importante
  - Neutral
  - Importante
  - Muy importante
5. ¿Estaría dispuesto a cooperar con otras empresas que trabajen con una misma perspectiva de sostenibilidad ambiental?
- SI
  - NO
6. De la siguiente lista, indique que realiza con los desperdicios que generan sus procesos productivos.
- Los desechan al ambiente.
  - Los reutilizan de nuevos en sus procesos.
  - Los venden a otras empresas
  - No realizan nada
7. En sus procesos productivos ¿Cuál es el porcentaje de desperdicio que genera al año?
- (0% a 25%]
  - (26% a 50%]
  - Más del 51%



8. ¿Qué tan eficientes son sus procesos productivos?

- Nada eficientes.
- Poco eficientes.
- Neutral.
- Eficientes.
- Muy eficientes.

9. En base a la pregunta anterior. Indique en porcentaje que tan eficientes son sus sistemas productivos

- (0% a 25%]
- (26% a 50%]
- Más del 51%

10. ¿Qué cantidad diaria de desperdicio genera su sistema productivo?

- (0 a 5 Tn]
- (6 a 10 Tn]
- Más de 11 Tn

11. ¿Considera usted que los desperdicios, pueden generar valor para su empresa u/o empresas vecinas?

- SI
- NO

12. ¿Considera usted una oportunidad de mejora, el cambio de una producción lineal a una circular?

- SI
- NO

## Anexo C: Formato para la validación del instrumento.



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL



<b>ASUNTO:</b> VALIDACIÓN DE ENCUESTA POR EXPERTOS
<b>OPINIÓN:</b> YO _____, con CI _____, requerido por el estudiante de Ingeniería Industrial, <b>LINDAO ESTUPIÑAN JORDAN ANTONIO</b> , con CI <b>0941388613</b> , para evaluar la pertinencia de las preguntas contenidas en un cuestionario dirigido a un conjunto de empresas dedicadas en las actividades pesqueras ubicadas en la Provincia del Guayas, Parroquia Posorja, señalo lo siguiente:  _____
<b>FIRMA</b> _____

<b>TEMA: "DISEÑO DE UN SISTEMA PRODUCTIVO LEAN CIRCULAR EN EL SECTOR PESQUERO DE LA PARROQUIA POSORJA, PROVINCIA DEL GUAYAS, ECUADOR"</b>		
<b>ESCALA DE LIKERT:</b> 1: Muy en desacuerdo. - 2: Algo en desacuerdo. - 3: Ni de acuerdo, ni en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. 5: Muy de acuerdo.		
N#	PREGUNTAS	RESPUESTA DECLARADA POR EXPERTO
1	¿Usted está de acuerdo que los sistemas de producción actuales que se lleva en el sector pesquero ponen en peligro la sostenibilidad de la comunidad?	
2	Considera que las empresas que funcionan en el sector pesquero están comprometidas con el medio ambiente	
3	¿Qué tan importante considera usted la implementación de nuevos sistemas productivos sostenibles en búsqueda de la sostenibilidad ambiental y económica del sector pesquero?	
4	¿Qué tan importante considera la implementación de herramientas que ayude a mitigar el impacto ambiental que genera los procesos productivos lineales?	
5	¿Estaría dispuesto a cooperar con otras empresas que trabajen con una misma perspectiva de sostenibilidad ambiental?	
6	De la siguiente lista, indique que realizan con los desperdicios que genera sus procesos productivos.	
7	En sus procesos productivos ¿Cuál es el porcentaje de desperdicio que genera al año?	
8	¿Qué tan eficientes son sus procesos productivos?	
9	En base a la pregunta anterior. Indique en porcentaje que tan eficientes son sus sistemas productivos.	
10	¿Qué cantidad diaria de desperdicio genera su sistema productivo?	
11	¿Considera usted que los desperdicios, pueden generar valor para su empresa y empresas vecinas?	
12	¿Considera usted una oportunidad de mejora, el cambio de producción lineal a una circular?	

DATOS DEL EXPERTO	
PROFESIÓN	
AÑO DE EXPERIENCIA	
CORREO	
FECHA DE VALIDACIÓN	



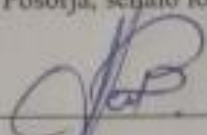
Anexo D: validación del instrumento por experto.

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

---

**ASUNTO: VALIDACIÓN DE ENCUESTA POR EXPERTOS**

**OPINIÓN:** YO Gerardo Helmer Prunetti, con CI 0909254260, requerido por el estudiante de Ingeniería Industrial, **LINDAO ESTUPIÑAN JORDAN ANTONIO**, con CI **0941388613**, para evaluar la pertinencia de las preguntas contenidas en un cuestionario dirigido a un conjunto de empresas dedicadas en las actividades pesqueras ubicadas en la Provincia del Guayas, Parroquia Posorja, señalo lo siguiente:



**FIRMA**

---

**TEMA: "DISEÑO DE UN SISTEMA PRODUCTIVO LEAN CIRCULAR EN EL SECTOR PESQUERO DE LA PARROQUIA POSORJA, PROVINCIA DEL GUAYAS, ECUADOR"**

**ESCALA DE LIKERT:**  
1: Muy en desacuerdo. - 2: Algo en desacuerdo. - 3: Ni de acuerdo, ni en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: Muy de acuerdo.

N#	PREGUNTAS	RESPUESTA DECLARADA POR EXPERTO
1	¿Usted está de acuerdo que los sistemas de producción actuales que se lleva en el sector pesquero ponen en peligro la sostenibilidad de la comunidad?	5
2	Considera que las empresas que funcionan en el sector pesquero están comprometidas con el medio ambiente	5
3	¿Qué tan importante considera usted la implementación de nuevos sistemas productivos sostenibles en búsqueda de la sostenibilidad ambiental y económica del sector pesquero?	5
4	¿Qué tan importante considera la implementación de herramientas que ayude a mitigar el impacto ambiental que genera los procesos productivos lineales?	5
5	¿Estaría dispuesto a cooperar con otras empresas que trabajen con una misma perspectiva de sostenibilidad ambiental?	5
6	De la siguiente lista, indique que realizan con los desperdicios que genera sus procesos productivos.	4
7	En sus procesos productivos ¿Cuál es el porcentaje de desperdicio que genera al año?	5
8	¿Qué tan eficientes son sus procesos productivos?	5
9	En base a la pregunta anterior. Indique en porcentaje que tan eficientes son sus sistemas productivos.	5
10	¿Qué cantidad diaria de desperdicio genera su sistema productivo?	5
11	¿Considera usted que los desperdicios, pueden generar valor para su empresa y empresas vecinas?	5
12	¿Considera usted una oportunidad de mejora, el cambio de producción lineal a una circular?	5

---

DATOS DEL EXPERTO	
PROFESIÓN	ING. INDUSTRIAL - DOCTOR GERARDO PRUNETTI
AÑO DE EXPERIENCIA	34 AÑOS EXPERIENCIA LABORAL
CORREO	gprunet@upse.edu.ec
FECHA DE VALIDACIÓN	24 - OCTUBRE - 2023

## Anexo E: solicitud dirigida para la recopilación de datos.



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL



Posorja 26 de octubre de 2023

Estimado (a)  
Gerente encargado de industria  
Presente.

De mi consideración:

Yo, Lindao Estupiñan Jordan Antonio, con cédula de ciudadanía N° 0941388613, me dirijo a usted para exponerle lo siguiente:

Actualmente he finalizado con las materias de la malla curricular de la Carrera de Ingeniería industrial en la Universidad Estatal Península de Santa Elena UPSE, por lo cual me encuentro desarrollando mi Proyecto de Integración Curricular, por tal razón con fines académicos solicito a usted considere la petición de responder a la encuesta con el tema: "DISEÑO DE UN SISTEMA PRODUCTIVO LEAN CIRCULAR EN EL SECTOR PESQUERO DE LA PARROQUIA POSORJA, PROVINCIA DEL GUAYAS, ECUADOR", el cuestionario cuenta con preguntas orientadas para llevar a cabo el modelo computacional.

Es importante resaltar que la información que usted proporcione tendrá un tratamiento de carácter confidencial.

Agradezco la atención otorgada a la solicitud y su relevante colaboración.

Atentamente

---

Lindao Estupiñan Jordan Antonio

Correo: [jordan.lindaoc@upse.edu.ec](mailto:jordan.lindaoc@upse.edu.ec)

Celular: 0998272000

**Anexo F: Evidencia de la recopilación de datos.**





**Anexo G: Futuras líneas de investigaciones.**



## Anexo H: Tabulación de datos en SPSS – 25.

	Modelo_actual	Compromiso	Sostenibilidad	Herramientas	Cooperación	Utilización	Porcentaje_de_perdicios	Eficiencia	Medir_eficiencia	Desperdicios_Tn	Beneficio	Oportunidad	var	var	var	va
1	3	5	5	5	1	4	2	5	3	3	1	1				
2	3	5	5	5	1	4	2	5	3	3	1	1				
3	3	4	5	5	1	4	2	5	3	3	1	1				
4	3	4	5	5	1	4	2	5	3	3	1	1				
5	2	3	4	3	1	1	3	3	2	2	1	1				
6	2	3	3	3	1	1	3	3	2	2	1	1				
7	2	5	3	3	1	1	3	4	2	2	1	1				
8	1	5	4	5	1	1	1	4	2	2	1	1				
9	1	3	3	5	1	1	1	4	2	1	1	1				
10	1	3	3	5	1	1	2	4	2	1	1	1				
11	2	3	3	4	1	1	2	5	3	2	1	1				
12	2	3	3	4	1	1	2	5	3	2	1	1				
13	3	5	5	5	1	4	2	5	3	3	1	1				
14	3	5	5	5	1	4	2	5	3	3	1	1				
15	3	5	5	5	1	4	2	5	3	3	1	1				
16	3	5	5	5	1	4	2	5	3	3	1	1				
17	3	5	5	5	1	4	2	5	3	3	1	1				
18	4	5	5	5	1	4	2	5	3	3	1	1				
19	4	4	5	5	1	4	2	5	3	3	1	1				
20	3	5	5	5	1	4	2	5	3	3	1	1				
21	3	5	5	5	1	4	2	5	3	3	1	1				
22	3	5	5	5	1	4	2	5	3	3	1	1				

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Modelo_act...	Numérico	8	0	Identificar el da...	{1, Nada per...	Ninguno	11	Derecha	Ordinal	Entrada
2	Compromiso	Numérico	8	0	Compromiso co...	{1, nada co...	Ninguno	11	Derecha	Ordinal	Entrada
3	Sostenibilidad	Numérico	8	0	Sostenibilidad ...	{1, nada im...	Ninguno	11	Derecha	Ordinal	Entrada
4	Herramientas	Numérico	8	0	Identificar la im...	{1, No es im...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
5	Cooperación	Numérico	8	0	Identificar las c...	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
6	Utilización	Numérico	8	0	Identificar que r...	{1, Los des...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
7	Porcentaje_...	Numérico	8	0	Identificar el por...	{1, 0 - 25}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
8	Eficiencia	Numérico	8	0	Identificar la efi...	{1, nada efc...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
9	Medir_eficie...	Numérico	8	0	Porcentaje de e...	{1, 0 - 25}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
10	Desperdicio...	Numérico	8	0	Toneladas de d...	{1, 0 - 5}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
11	Beneficio	Numérico	8	0	Importancia de ...	{1, si}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
12	Oportunidad	Numérico	8	0	Oportunidad de ...	{1, si}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
13											
14											
15											
16											

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Resultado

- Registro
- Fiabilidad
- Título
- Notas
- Conjunto de datos
- Escala: ALL VARIABLES
- Título
- Resumen de Estadísticas

**RELIABILITY**

```

/VARIABLES=Modelo_actual Compromiso Sostenibilidad Herramientas Porcentaje_de_desperdicios
  Eficiencia Medir_eficiencia Desperdicios_Tn
/SCALE('ALL VARIABLES') ALL
/MODEL=ALPHA.
  
```

**Fiabilidad**

[ConjuntoDatos1] D:\UIC 2023-2\Validation de datos.sav

**Escala: ALL VARIABLES**

**Resumen de procesamiento de casos**

	N	%
Casos Válido	24	100,0
Excluido <sup>a</sup>	0	.0
Total	24	100,0

<sup>a</sup> La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
.884	8

## Anexo I: Tabla de los valores de Fisher.

**Tabla 5. VALORES F DE LA DISTRIBUCIÓN F DE FISHER**

$1 - \alpha = 0.95$   $v_1$  = grados de libertad del numerador  
 $1 - \alpha = P ( F \leq f_{\alpha, v_1, v_2} )$   $v_2$  = grados de libertad del denominador

$v_2 \backslash v_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	161.446	199.499	215.707	224.583	230.160	233.988	236.767	238.884	240.543	241.882	242.981	243.905	244.690	245.363	245.949	246.466	246.917	247.324	247.688	248.016
2	18.513	19.000	19.164	19.247	19.296	19.329	19.353	19.371	19.385	19.396	19.405	19.412	19.419	19.424	19.429	19.433	19.437	19.440	19.443	19.446
3	10.128	9.552	9.277	9.117	9.013	8.941	8.887	8.845	8.812	8.785	8.763	8.745	8.729	8.715	8.703	8.692	8.683	8.675	8.667	8.660
4	7.709	6.944	6.591	6.388	6.256	6.163	6.094	6.041	5.999	5.964	5.936	5.912	5.891	5.873	5.858	5.844	5.832	5.821	5.811	5.803
5	6.608	5.786	5.409	5.192	5.050	4.950	4.876	4.818	4.772	4.735	4.704	4.678	4.655	4.636	4.619	4.604	4.590	4.579	4.568	4.558
6	5.987	5.143	4.757	4.534	4.387	4.284	4.207	4.147	4.099	4.060	4.027	4.000	3.976	3.956	3.938	3.922	3.908	3.896	3.884	3.874
7	5.591	4.737	4.347	4.120	3.972	3.866	3.787	3.726	3.677	3.637	3.603	3.575	3.550	3.529	3.511	3.494	3.480	3.467	3.455	3.445
8	5.318	4.459	4.066	3.838	3.688	3.581	3.500	3.438	3.388	3.347	3.313	3.284	3.259	3.237	3.218	3.202	3.187	3.173	3.161	3.150
9	5.117	4.256	3.863	3.633	3.482	3.374	3.293	3.230	3.179	3.137	3.102	3.073	3.048	3.025	3.006	2.989	2.974	2.960	2.948	2.936
10	4.965	4.103	3.708	3.478	3.326	3.217	3.135	3.072	3.020	2.978	2.943	2.913	2.887	2.865	2.845	2.828	2.812	2.798	2.785	2.774
11	4.844	3.982	3.587	3.357	3.204	3.095	3.012	2.948	2.896	2.854	2.818	2.788	2.761	2.739	2.719	2.701	2.685	2.671	2.658	2.646
12	4.747	3.885	3.490	3.259	3.106	2.996	2.913	2.849	2.796	2.753	2.717	2.687	2.660	2.637	2.617	2.599	2.583	2.568	2.555	2.544
13	4.667	3.806	3.411	3.179	3.025	2.915	2.832	2.767	2.714	2.671	2.635	2.604	2.577	2.554	2.533	2.515	2.499	2.484	2.471	2.459
14	4.600	3.739	3.344	3.112	2.958	2.848	2.764	2.699	2.646	2.602	2.565	2.534	2.507	2.484	2.463	2.445	2.428	2.413	2.400	2.388
15	4.543	3.682	3.287	3.056	2.901	2.790	2.707	2.641	2.588	2.544	2.507	2.475	2.448	2.424	2.403	2.385	2.368	2.353	2.340	2.328
16	4.494	3.634	3.239	3.007	2.852	2.741	2.657	2.591	2.538	2.494	2.456	2.425	2.397	2.373	2.352	2.333	2.317	2.302	2.288	2.276
17	4.451	3.592	3.197	2.965	2.810	2.699	2.614	2.548	2.494	2.450	2.413	2.381	2.353	2.329	2.308	2.289	2.272	2.257	2.243	2.230
18	4.414	3.555	3.160	2.928	2.773	2.661	2.577	2.510	2.456	2.412	2.374	2.342	2.314	2.290	2.269	2.250	2.233	2.217	2.203	2.191
19	4.381	3.522	3.127	2.895	2.740	2.628	2.544	2.477	2.423	2.378	2.340	2.308	2.280	2.256	2.234	2.215	2.198	2.182	2.168	2.155
20	4.351	3.493	3.098	2.866	2.711	2.599	2.514	2.447	2.393	2.348	2.310	2.278	2.250	2.225	2.203	2.184	2.167	2.151	2.137	2.124
21	4.325	3.467	3.072	2.840	2.685	2.573	2.488	2.420	2.366	2.321	2.283	2.250	2.222	2.197	2.176	2.156	2.139	2.123	2.109	2.096
22	4.301	3.443	3.049	2.817	2.661	2.549	2.464	2.397	2.342	2.297	2.259	2.226	2.198	2.173	2.151	2.131	2.114	2.098	2.084	2.071
23	4.279	3.422	3.028	2.796	2.640	2.528	2.442	2.375	2.320	2.275	2.236	2.204	2.175	2.150	2.128	2.109	2.091	2.075	2.061	2.048
24	4.260	3.403	3.009	2.776	2.621	2.508	2.423	2.355	2.300	2.255	2.216	2.183	2.155	2.130	2.108	2.088	2.070	2.054	2.040	2.027
25	4.242	3.385	2.991	2.759	2.603	2.490	2.405	2.337	2.282	2.236	2.198	2.165	2.136	2.111	2.089	2.069	2.051	2.035	2.021	2.007
26	4.225	3.369	2.975	2.743	2.587	2.474	2.388	2.321	2.265	2.220	2.181	2.148	2.119	2.094	2.072	2.052	2.034	2.018	2.003	1.990
27	4.210	3.354	2.960	2.728	2.572	2.459	2.373	2.305	2.250	2.204	2.166	2.132	2.103	2.078	2.056	2.036	2.018	2.002	1.987	1.974
28	4.196	3.340	2.947	2.714	2.558	2.445	2.359	2.291	2.236	2.190	2.151	2.118	2.089	2.064	2.041	2.021	2.003	1.987	1.972	1.959
29	4.183	3.328	2.934	2.701	2.545	2.432	2.346	2.278	2.223	2.177	2.138	2.104	2.075	2.050	2.027	2.007	1.989	1.973	1.958	1.945
30	4.171	3.316	2.922	2.690	2.534	2.421	2.334	2.266	2.211	2.165	2.126	2.092	2.063	2.037	2.015	1.995	1.976	1.960	1.945	1.932
40	4.085	3.232	2.839	2.606	2.449	2.336	2.249	2.180	2.124	2.077	2.038	2.003	1.974	1.948	1.924	1.904	1.885	1.868	1.853	1.839
50	4.034	3.183	2.790	2.557	2.400	2.286	2.199	2.130	2.073	2.026	1.986	1.952	1.921	1.895	1.871	1.850	1.831	1.814	1.798	1.784
60	4.001	3.150	2.758	2.525	2.368	2.254	2.167	2.097	2.040	1.993	1.952	1.917	1.887	1.860	1.836	1.815	1.796	1.778	1.763	1.748
70	3.978	3.128	2.736	2.503	2.346	2.231	2.143	2.074	2.017	1.969	1.928	1.893	1.863	1.836	1.812	1.790	1.771	1.753	1.737	1.722
80	3.960	3.111	2.719	2.486	2.329	2.214	2.126	2.056	1.999	1.951	1.910	1.875	1.845	1.817	1.793	1.772	1.752	1.734	1.718	1.703
90	3.947	3.098	2.706	2.473	2.316	2.201	2.113	2.043	1.986	1.938	1.897	1.861	1.830	1.803	1.779	1.757	1.737	1.720	1.703	1.688
100	3.936	3.087	2.696	2.463	2.305	2.191	2.103	2.032	1.975	1.927	1.886	1.850	1.819	1.792	1.768	1.746	1.726	1.708	1.691	1.676
200	3.888	3.041	2.650	2.417	2.259	2.144	2.056	1.985	1.927	1.878	1.837	1.801	1.769	1.742	1.717	1.694	1.674	1.656	1.639	1.623
500	3.860	3.014	2.623	2.390	2.232	2.117	2.028	1.957	1.899	1.850	1.808	1.772	1.740	1.712	1.686	1.664	1.643	1.625	1.607	1.592
1000	3.851	3.005	2.614	2.381	2.223	2.108	2.019	1.948	1.889	1.840	1.798	1.762	1.730	1.702	1.676	1.654	1.633	1.614	1.597	1.581

Elaborada por Irene Patricia Valdez y Alfaro.