



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

TEMA:

“MODELO DE INCERTIDUMBRE PARA LA GESTIÓN DE LA CADENA DE
SUMINISTRO VERDES EN PYMES MANUFACTURERAS DE LA PROVINCIA DE
SANTA ELENA – ECUADOR”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORA:

PALOMINO TELLO VIVIAN AMANDA

TUTOR:

ING. MUYULEMA ALLAICA JUAN CARLOS MEng.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2023

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

“MODELO DE INCERTIDUMBRE PARA LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO VERDES EN PYMES MANUFACTURERAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA – ECUADOR”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORA:

PALOMINO TELLO VIVIAN AMANDA

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 **PALOMINO TELLO VIVIAN AMANDA** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniera Industrial**.

TUTOR (A)

f. 

Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos MEng.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 

Ing. Reyes Soriano Franklin Enrique, Mgs.

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 “MODELO DE INCERTIDUMBRE PARA LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO VERDES EN PYMES MANUFACTURERAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA – ECUADOR”, elaborado por el Srta. PALOMINO TELLO VIVIAN AMANDA 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 Ingeniera Industrial, me permito declarar que luego de haber estudio y revisado, apruebo en su totalidad el presente trabajo.

TUTOR (A)

f: 

Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos MEng.

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

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Palomino Tello Vivian Amanda.**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, “**MODELO DE INCERTIDUMBRE PARA LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO VERDES EN PYMES MANUFACTURERAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA – ECUADOR**” previo a la obtención del título de **Ingeniera 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 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

EL AUTOR (A)

f. _____

Palomino Tello Vivian Amanda.

AUTORIZACIÓN

Yo, **Palomino Tello Vivian Amanda.**

Autorizo a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, “**MODELO DE INCERTIDUMBRE PARA LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO VERDES EN PYMES MANUFACTURERAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA – ECUADOR**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

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

AUTOR (A)

f. _____

Palomino Tello Vivian Amanda.

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular con tema “MODELO DE INCERTIDUMBRE PARA LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO VERDES EN PYMES MANUFACTURERAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA – ECUADOR” elaborado por la Srta. PALOMINO TELLO VIVIAN AMANDA, egresado de la carrera de Ingeniería de Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial me permito declarar que una vez analizado en el Software antiplagio: Compilatio Magister, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, el presente trabajo de titulación, se encuentra con un 3% de similitud, siendo esta valoración permitida, por consiguiente, se procede a emitir el presente informe.

 CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

**TESIS_PALOMINO TELLO VIVIAN
AMANDA**

3%
Textos
sospechosos

5% Similitudes
0% similitudes entre comillas
< 1% Idioma no reconocido
0% Textos potencialmente
generados por la IA

Nombre del documento: TESIS_PALOMINO TELLO VIVIAN AMANDA.docx ID del documento: 81b88e220cf10e80dbe607bed4ff1cd888d728a3 Tamaño del documento original: 1,05 MB	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: 24.220 Número de caracteres: 163.462
--	--	---

Atentamente,

TUTOR (A)

f:

Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos MEng.

C.C: 0603932450

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

RODRIGUEZ ALVAREZ ADA NELLY
MAGISTER SCIENTIARUM EN LETRAS MENCION: LITERATURA COMPARADA
MAGISTER EN LINGUISTICA

Apetición de la interesada, tengo a bien certificar que he realizado la revisión y análisis del contenido del presente trabajo de investigación curricular:

“MODELO DE INCERTIDUMBRE PARA LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO VERDES EN PYMES MANUFACTURERAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA – ECUADOR” De la señorita: PALOMINO TELLO VIVIAN AMANDA C.I: 0850009192, egresada de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería Industrial.

Que el mencionado trabajo, en el contexto general, cumple con los requisitos lingüísticos dados por la Real Academia Española para el uso de idioma español.

Certificación, que otorga en la ciudad de Santa Elena, a los doce días del mes de diciembre del dos mil veintitrés.

CERTIFICA

Lic. RODRIGUEZ ALVAREZ ADA NELLY
C.I. 8621182947

Título(s) de cuarto nivel o posgrado							
Título	Institución de Educación Superior	Tipo	Reconocido Por	Número de Registro	Fecha de Registro	Área o Campo de Conocimiento	Observación
MAGISTER SCIENTIARUM EN LETRAS MENCION: LITERATURA COMPARADA	UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	Extranjero		8621182940	2021-10-06		
DOCTOR EN CIENCIAS DE LA EDUCACION	UNIVERSIDAD FERMÍN TORO	Extranjero		8622151333	2019-08-27		"TÍTULO DE DOCTOR O PHD VÁLIDO PARA EL EJERCICIO DE LA DOCENCIA, INVESTIGACIÓN Y GESTIÓN EN EDUCACIÓN SUPERIOR"
MAGISTER EN LINGÜISTICA	UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR	Extranjero		8622151327	2019-08-14		

Título(s) de tercer nivel de grado							
Título	Institución de Educación Superior	Tipo	Reconocido Por	Número de Registro	Fecha de Registro	Área o Campo de Conocimiento	Observación
LICENCIADO EN IDIOMAS MODERNOS	UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	Extranjero		8621182947	2021-10-06		

AGRADECIMIENTOS

Desearía manifestar mi sincero agradecimiento a todos aquellos que han sido parte fundamental de mi recorrido académico y han contribuido de manera significativa al éxito de este proyecto. A dios, fuente infinita de sabiduría y guía, le agradezco por ser mi faro en este camino y por brindarme la fuerza necesaria para alcanzar este logro. A mi familia, mi mayor apoyo, agradezco a mi amada mamá Laura Tello y a mi querido papá Tito Palomino, por su amor incondicional, por ser mi inspiración y por su incansable apoyo en cada paso que he dado. A mis queridos hermanos, en especial a Martha, les agradezco por ser mi fuente constante de motivación y alegría. A mis adorables sobrinos, Zamir, Jordana, Fritzon y Fritziana, les agradezco por ser la luz que ilumina mis días. A mis amigos, en especial a Jorge, Roy, Carolina y Belen, les agradezco por su amistad leal, sus palabras alentadoras y por risas compartidas y momentos significativos que han enriquecido mi vida. Agradezco de manera especial a mi asesor de tesis, Juan Carlos Muyulema, por su orientación experta, paciencia infinita y apoyo constante. Este logro no solo es mío, sino también de todos ustedes que han sido pilares en mi camino.

Vivian Palomino Tello.

DEDICATORIA

Esta investigación académica está dedicada a mi querida familia. Este logro no solo es mío, sino también de cada uno de ustedes que han sido mi sostén, mi inspiración y razón de ser a lo largo de este camino académico. A mi querida mamá Laura Tello y mi papá Tito Palomino, por su amor incondicional, por ser mis guías y por creer en mí cuando las cosas se regresan desafiante. A mis queridos hermanos, en especial a Martha, por su apoyo constante, por compartir alegría y desafíos, y por ser mi fuente inagotable de motivación. A mis adorables sobrinos, por llenar de luz mis días y recordarme la importancia de perseverar en busca de mis metas. Ustedes han sido mi roca, mi refugio y mi constante fuente de inspiración. Cada paso que di en este viaje ha sido posible gracias a su aliento y respaldo.

Con todo mi amor y gratitud,

Vivian Palomino Tello.

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 DE LA UIC~~

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iv
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	v
AUTORIZACIÓN.....	vi
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO.....	vii
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA	viii
AGRADECIMIENTOS.....	9
DEDICATORIA.....	10
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	11
ÍNDICE GENERAL	12
ÍNDICE DE TABLAS.....	16
ÍNDICE DE FIGURAS.....	18
ÍNDICE DE ANEXOS	20
LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS	21
INTRODUCCIÓN	24
CAPÍTULO I.....	31

MARCO TEÓRICO	31
1.1. Antecedentes investigativos.....	31
1.2. Estado del Arte.....	32
1.2.1. Análisis bibliométrico de revistas científicas	35
1.2.2. Red bibliométrica entre universidades.....	36
1.3. Recapitulación del Capítulo I.....	54
CAPÍTULO II	55
MARCO METODOLÓGICO	55
2.1. Enfoque de investigación.....	55
2.2. Diseño de investigación	55
2.3. Procedimiento metodológico	56
2.4. Población y Muestra	58
2.4.1. Población.....	58
2.4.2. Muestra	60
2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos	62
2.5.1. Métodos de recolección de datos	62
2.5.2. Técnicas de recolección de los datos	63
2.5.3. Instrumentos de recolección de datos	64

2.6.	Variables del estudio.....	65
2.7.	Procedimiento para la recolección de los datos	66
2.8.	Plan de análisis e interpretación de los resultados	67
2.9.	Recapitulación del Capítulo II	70
CAPÍTULO III.....		71
MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN		71
3.1.	Marco de resultados	71
3.1.1.	Validación del instrumento de recolección de datos.....	71
3.1.2.	Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación	85
3.1.2.1.	Definición de hipótesis	85
3.1.2.2.	Comprobación de hipótesis mediante análisis de varianza ANOVA	86
3.2.	Propuesta de mejora.....	91
3.2.1.	Tema	91
3.2.2.	Introducción	91
3.2.3.	Metodología	94
3.2.4.	Descripción del modelo basado en agentes	97
3.2.4.1.	Intención	98
3.2.4.2.	Simplificación.....	98

3.2.4.2.1.	Desarrollo del sistema real	98
3.2.4.2.2.	Modelo conceptual	99
3.2.4.3.	Modelo analítico	100
3.2.4.4.	Validación del modelo computacional.....	102
3.2.5.	Análisis de escenarios y resultados.....	109
3.3.	Presupuesto	111
3.3.1.	Modelo matemático	113
3.4.	Recapitulación del Capítulo III.....	117
3.5.	Marco de discusión de resultados	118
CONCLUSIONES.....		121
RECOMENDACIONES.....		122
BIBLIOGRAFÍA.....		123
ANEXOS.....		136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estadística de los CSF.....	44
Tabla 2. Escala de valoración para la elaboración de matrices de comparación.	45
Tabla 3. Valores de RI en función del número de factores.....	46
Tabla 4. Calculo de la AHP	50
Tabla 5. Matriz de medidas de geométricas.....	51
Tabla 6. índice TOPSIS (CC)	51
Tabla 7. Matriz de intensidad relativa, suma de la dada y la recibida	52
Tabla 8. Estratificación poblacional en manufacturas.	59
Tabla 9. Estratificación muestral.	61
Tabla 10. Criterio estadístico por conveniencia.....	62
Tabla 11. Proceso para la recolección de datos.	66
Tabla 12 Plan de análisis con interpretación de resultados.....	69
Tabla 13. Validación por expertos del cuestionario.....	72
Tabla 14. Valor del Alfa de Cronbach (α) con el grado de confiabilidad.....	73
Tabla 15. Confiabilidad Alfa de Cronbach.	74
Tabla 16. Valor Kaiser – Meyer – Olkin (KMO).	75
Tabla 17. Pruena Komo y Bartlett,	75

Tabla 18. Validez de concordancia Kendall.	76
Tabla 19. Lista de preguntas con su escala de medición y respuestas.	83
Tabla 20. Condición de decisión para análisis de varianza ANOVA.	86
Tabla 21. Criterios en base a los escenarios ANOVA.	86
Tabla 22. Indicadores bajo escenarios ANOVA.	87
Tabla 23. Fisher calculado a través de ANOVA.	89
Tabla 24. Agentes que contribuyen en el sistema.	101
Tabla 25. Categoría de los agentes	103
Tabla 26. Escenarios por analizar (agentes)	110
Tabla 28. Presupuesto del proyecto.	111
Tabla 29. Cálculos para VAN, TIR, PR.	112
Tabla 30. Variables del agente para modelo matemático.	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma de la problemática investigativa.....	27
Figura 2. Criterios de inclusión.....	34
Figura 3. Criterios de exclusión.....	34
Figura 4. Red de correlación de revistas que abarcan información científica.	36
Figura 5. Red de correlación de universidades que abarcan información científica.	37
Figura 6. Diagrama de flujo del proceso de investigación.....	43
Figura 7. Diseño de proceso metodológico.....	56
Figura 8. Plan direccionado a recolección de datos.....	63
Figura 9. Fases de la metodología para la validación de instrumentos.....	64
Figura 10. Criterios de inclusión y exclusión (juicio por expertos).....	65
Figura 11. Años de funcionamiento de pymes de la provincia de Santa Elena.	77
Figura 12 Administración ambiental interna.	78
Figura 13 Administración ambiental interna.	78
Figura 14. Prácticas de reducción en el nivel operacional (Producción).	79
Figura 15. Prácticas de reducción en el nivel operacional (Producción).	79
Figura 16. Prácticas de reducción en el nivel operacional (Distribución).	80
Figura 17. Compra verde (Suministro).	81

Figura 18. Compra verde (Suministro).....	82
Figura 19. Adopción de mecanismos que disminuyan la contaminación ambiental.	83
Figura 20. Representación simplificada y fundamental del proceso de modelado de sistemas complejos.....	95
Figura 21. Flujograma para simulación.	97
Figura 22. Sistema Real.	99
Figura 23. Modelo Conceptual.	100
Figura 24. Modelo analítico.....	100
Figura 25. Protocolo ODD.....	102
Figura 26. Representación del escenario principal.	106
Figura 27. Programación de agentes.....	107
Figura 28. Compilación del modelo.....	108
Figura 29. Simulación del modelo.....	109

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Solicitud a PYMES manufactureras, para la realización de encuesta.	136
Anexo B. Cuestionario para la recolección de datos.	137
Anexo C. Formato para la validación de instrumento para expertos.	139
Anexo D Demostración de recolección de datos.	151
Anexo E. Tabulación de los datos en el software IBM SPS Statistics 25.	155
Anexo F. Tabla de valores F de la distribución de Fisher.	156
Anexo G. Cálculos de análisis de varianza ANOVA.	157
Anexo H. Cálculos de presupuesto de la propuesta.	158

LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS

ONU = Asamblea General de las Naciones Unidas

ODS = Objetivos de Desarrollo Sostenible

SCM = Gestión de la cadena de suministro

GSCM = Gestión de la cadena de suministro verde

SC = Cadenas de suministro

CSF = Factores críticos de éxito

AHP = Proceso Analítico Jerárquico

MCDM = Método de toma de decisiones multicriterio

DM = Tomadores de decisiones

TOPSIS = La Técnica de Orden de Preferencia por Similitud con la Solución Ideal

DEMATEL = La técnica del Laboratorio de Prueba y Evaluación de Toma de Decisiones

PYMES = Pequeñas y medianas empresas

KMO = Kaiser – Meyer – Olkin

CCK = Coeficiente de Concordancia Kendall

ANOVA = Análisis de varianza

EC = Economía Circular

MBA = Modelo Basado en Agente

SRI: Servicio de Rentas Internas

SCVS: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

VD: Variable Dependiente

VI: Variable Dependiente

“MODELO DE INCERTIDUMBRE PARA LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO VERDES EN PYMES MANUFACTURERAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA – ECUADOR”

Autor (a): Palomino Tello Vivian Amanda

Tutor: ING. Muyulema Allaica Juan Carlos MEng.

RESUMEN

La gestión de la cadena de suministro verde (GSCM, Green Supply Chain Management, por sus siglas en inglés) es un enfoque íntegra consideraciones éticas e inclusivas en la cadena de suministro. Esto implica el uso de insumos menos perjudiciales para el medioambiente y la transformación de estos insumos en productos que pueden ser recuperados y reutilizados al final de su vida útil. De tal manera que se ha observado una mejora en el sistema mediante la introducción de un modelo de incertidumbre para la Gestión de la Cadena de Suministro (GSCM) en la provincia de Santa Elena, Ecuador. A través de un análisis bibliométrico, se ha resaltado la importancia de la investigación en este campo, identificando herramientas para la GSCM con una perspectiva sostenible. El estudio se fundamentó en un enfoque cuantitativo con una orientación metodológica descriptiva correlacional. La encuesta se utilizó como técnica de recolección de datos, y se validó el cuestionario asociado para asegurar la credibilidad de la investigación. Los resultados, analizados con IBM SPSS Statistics 25, mostraron una alta consistencia interna de los datos recolectados, respaldada por un coeficiente Alfa de Cronbach de 0,982. Estos datos permitieron desarrollar un modelo de incertidumbre para la GSCM utilizando un enfoque basado en agentes (MBA), adecuado para analizar las interacciones entre los eslabones de la cadena de suministro. La inversión necesaria para implementar este modelo de incertidumbre para la GSCM entre eslabones se estimó en \$10,262.50 dólares estadounidenses, con la capacidad de recuperar la inversión en un lapso inferior a cinco años.

Palabras Claves: (gestión de la cadena de suministro verde, cadena de suministro, modelo de incertidumbre, validación, encuesta, modelo basado en agentes).

"UNCERTAINTY MODEL FOR GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT IN MANUFACTURING SMES IN THE PROVINCE OF SANTA ELENA - ECUADOR".

Author: Palomino Tello Vivian Amanda

Tutor: ING. Muyulema Allaica Juan Carlos MEng.

ABSTRACT

The management of Green Supply Chain (GSCM) involves integrating ethical and inclusive considerations into the supply chain. This includes the use of environmentally less harmful inputs and transforming these inputs into products that can be recovered and reused at the end of their life cycle. An improvement in the system has been observed through the introduction of an uncertainty model for Green Supply Chain Management (GSCM) in the province of Santa Elena, Ecuador. A bibliometric analysis has highlighted the importance of research in this field, identifying sustainable perspectives and tools for GSCM. The study employed a quantitative approach with a descriptive correlational methodology. The survey was used as a data collection technique, and the associated questionnaire was validated to ensure research credibility. Results, analyzed using IBM SPSS Statistics 25, demonstrated high internal consistency of the collected data, supported by a Cronbach's Alpha coefficient of 0.982. These data facilitated the development of an uncertainty model for GSCM using an agent-based approach (MBA), suitable for analyzing interactions within the supply chain links. The estimated investment required to implement this uncertainty model for GSCM among links was \$10,262.50 US dollars, with the potential to recover the investment in less than five years.

Keywords: (green supply chain management, supply chain, uncertainty model, validation, survey, agent-based model).

INTRODUCCIÓN

La Agenda 2030 representa un plan de acción global adoptado por 193 países miembros de la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU). Denominado "Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible", este plan impulsa 17 objetivos de Desarrollo Sostenible, también conocidos como "Objetivos Globales", establecidos para el período de 2015 a 2030 (De Almeida et al., 2021). Estos objetivos, agrupados en torno a cinco pilares (Personas, Planeta, Prosperidad, Paz y Asociación), constan de 169 submetas y tienen como objetivo orientar al mundo hacia un camino de desarrollo sostenible. (Khajuria et al., 2022).

En los últimos tiempos, tanto académicos como profesionales han trabajado arduamente para extender los límites del desarrollo sostenible hacia la administración de la cadena de suministro (SCM, por sus siglas en inglés, Supply Chain Management). (Tsai et al., 2021) y este progreso ha evolucionado desde la exploración de la sostenibilidad, poniendo un fuerte énfasis en la comprensión de diversos aspectos de la gestión de la cadena de suministro verde (GSCM, por sus siglas en inglés, Green Supply Chain Management). Estos aspectos están vinculados a la práctica de utilizar insumos que sean menos perjudiciales para el medio ambiente por parte de los usuarios, transformándolos en productos que pueden recuperarse y, en cambio, ser reutilizados al final de su ciclo de vida. (Navaneet D. Deshpande et al., 2023).

Suaedi et al., (2023), indican que, a escala global, las estrategias de gestión de la cadena de suministro verde son fundamentales para la sostenibilidad en las empresas manufactureras. En este contexto, es crucial que tanto los factores internos como externos estén coordinados y promuevan relaciones de intercambio efectivas en cada etapa relacionada con la producción y comercialización de productos en las cadenas de suministro. (SC) (Nugent, 2019).

Los países de América Latina y el Caribe se encuentran ante la tarea de descubrir nuevas fuentes de crecimiento que les permitan lograr y mantener niveles elevados de desarrollo económico, social, político y ambiental a largo plazo. (Mazzucato & Penna, 2019). Se asume que los ingresos a largo plazo deben equipararse con los gastos a largo plazo. Por ende, un análisis estratégico del financiamiento para el desarrollo sostenible debe considerar tanto los déficits presupuestarios como los niveles de endeudamiento. (Gambetta et al., 2019).

En este mismo sentido, Zapata & González, (2021) expone que algunos países latinoamericanos han implementado políticas y estrategias nacionales para construir sistemas nacionales de innovación y estrategias de desarrollo sostenible. De tal manera que, Argentina distingue áreas centrales para el desarrollo sostenible: la industria alimentaria, las comunicaciones y la tecnología, la minería, el turismo y la conservación de los bosques; ecoturismo en Costa Rica, y vino, turismo y acuicultura en Chile (Toumi et al., 2017).

Según Teixeira et al., (2020), la implementación y las prácticas de la GSCM varían entre las organizaciones debido a la combinación de factores que incluyen la industria, el tamaño de la organización, la cultura, las regulaciones, las presiones de los stakeholders y los recursos disponibles. En este sentido, las economías emergentes requieren nuevos modelos de cadenas de producción, pero se sabe poco sobre la GSCM especialmente en América Latina. En este contexto, la GSCM se convierte en un enfoque poderoso para que las empresas diferencien su negocio de los competidores (Azadi et al., 2023).

Ecuador es una nación en la cual los desafíos asociados con prácticas deficientes de la GSCM han alcanzado una dimensión crítica (Lema-Ruiz et al., 2022). De esta manera, las actividades productivas se estructuran en cadenas de suministro (SC), las cuales engloban el conjunto de procesos que van desde el diseño de un producto o servicio hasta su entrega o

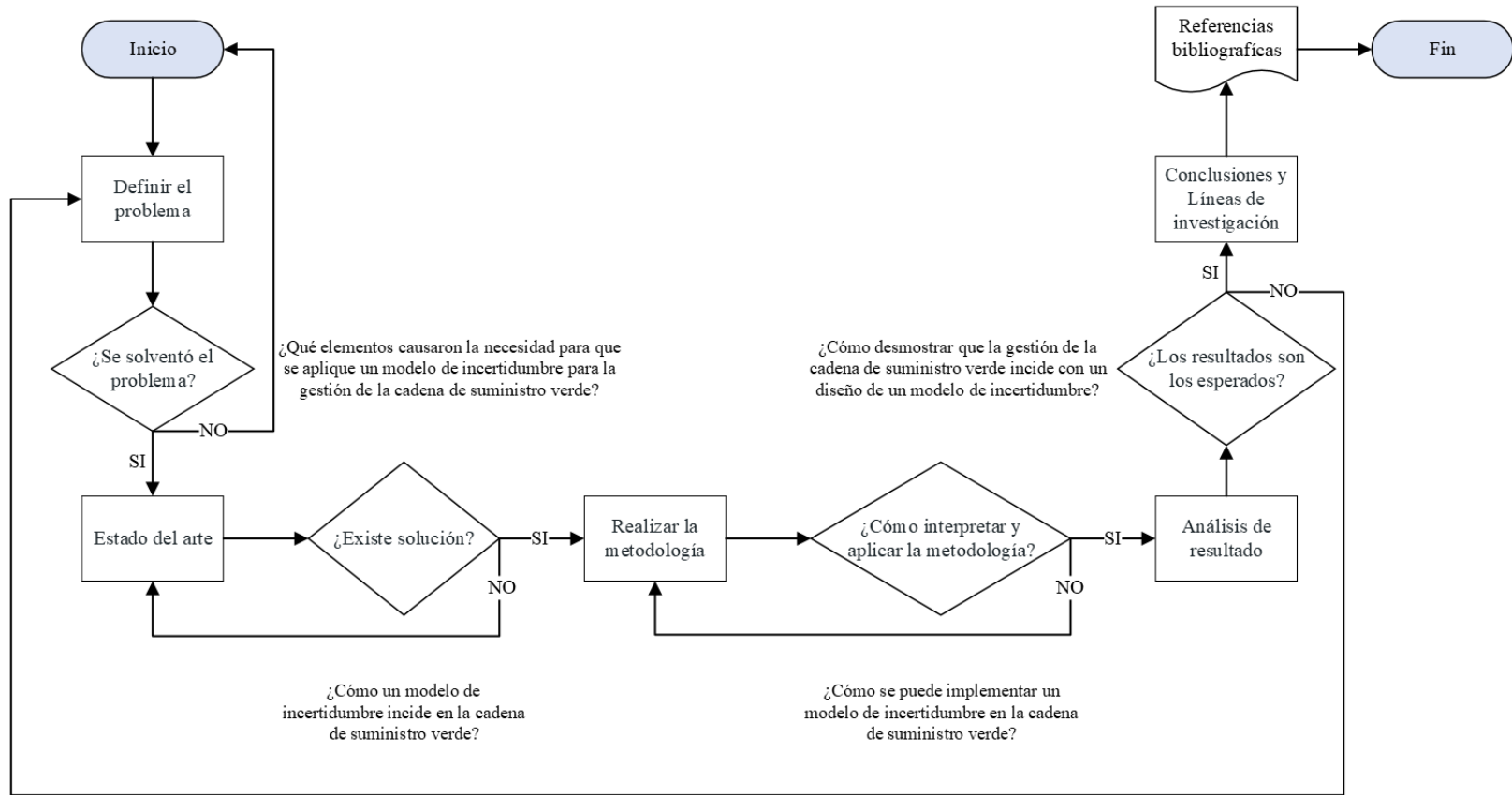
prestación a los consumidores finales. (Calatayud & Katz, 2019). En este contexto, cada organización debe establecer una estructura y procesos adaptados a las demandas de los mercados seleccionados. Es crucial comprender que los productos o servicios deben cumplir con elevados estándares de calidad para alcanzar una mayor competitividad y participación (Nugent, 2019).

En la provincia de Santa Elena, se han desarrollado varios estudios como herramientas de crecimiento que les permita alcanzar y mantener el desarrollo económico, social, político y ambiental para el desarrollo sostenible. De tal manera que, Quezada Tobar et al., (2022), en su investigación de base proyectiva, se elaboró un modelo funcional teórico que explica el desarrollo sostenible en relación con el patrimonio gastronómico, para Cecilia Gálvez-Izquieta et al., (2020) evidencia una herramienta de organización turística para el desarrollo sostenible, en la opinión de Yagual Lucas, (2023) utiliza un modelo de sistema multiagente para la gestión sostenible de los recursos pesqueros en la provincia de Santa Elena. Teniendo en cuenta los resultados de todos estos estudios, la implementación de un modelo de incertidumbre para la GSCM aún no se ha probado en el contexto del sector manufacturero de la provincia de Santa Elena.

En este contexto, generar un modelo de incertidumbre es esencial para la GSCM y, en última instancia, incrementa el rendimiento de la organización y facilita la toma de decisiones gerenciales, lo que incluye la gestión de la relación de la empresa con el medio ambiente. Esto hace posible que las empresas minimicen los residuos y la contaminación generada por la empresa. Al mismo tiempo, la GSCM ayudará a revivir el desarrollo sostenible (Akbar et al., 2023).

Con el propósito de proporcionar de manera clara la respuesta a la problemática de la investigación se genera un flujograma que se demuestra en la Figura 1.

Figura 1. Flujograma de la problemática investigativa.



Nota: Elaborado por el autor(a).

Partiendo de lo expuesto anteriormente, este trabajo de investigación se centra en la implementación de un modelo de incertidumbre para la gestión de la cadena de suministro verde en pequeñas y medianas empresas manufactureras de la provincia de Santa Elena. El objetivo principal es mitigar el impacto ambiental y mejorar la sostenibilidad en dichas operaciones.

Uno de los conceptos más cruciales en el ámbito empresarial es la SC. Este concepto ha evolucionado hacia la GSCM y, en consecuencia, hacia la gestión sostenible de la cadena de suministro. Asimismo, los problemas medioambientales representan uno de los efectos asociados con deficiencias en la gestión de la cadena de suministro, derivadas de una planificación insuficiente en la disposición de los recursos, lo que da como resultado contaminación ambiental a nivel nacional e internacional (Nataly et al., 2016).

El objetivo de la investigación en la provincia de Santa Elena, Ecuador, es avanzar en la implementación de la cadena de suministro verde en las pequeñas y medianas empresas (pymes), generando beneficios tanto para el medio ambiente como para las propias empresas. La adopción de prácticas sostenibles en la cadena de suministro permite a las pymes reducir su impacto ambiental, mejorar su reputación y cumplir con normativas y condiciones medioambientales. Entre las prácticas que estas pymes pueden implementar se encuentran la reducción del consumo de energía, la utilización de materiales reciclados y la optimización de la eficiencia en el transporte y la logística. Además, la colaboración con proveedores y clientes puede fomentar prácticas sostenibles en toda la cadena de suministro.

La implementación de la cadena de suministro verde en la pyme puede requerir una inversión inicial, pero puede generar ahorros a largo plazo y mejorar la competitividad de mercado. Generando un impacto positivo en la sociedad y el medio ambiente. Por lo tanto, esta investigación pretende desarrollar los siguientes objetivos:

Objetivos:

Objetivo general:

- Diseñar un modelado de incertidumbre, para la gestión de la cadena de suministro verdes en pymes manufactureras, Provincia de Santa Elena – Ecuador.

Objetivo específico:

- Desarrollar un estado del arte, a través de un análisis bibliométrico, para el sustento de la cadena de suministro verde mediante un modelo de incertidumbre.
- Esquematizar un marco metodológico, por medio de estudios, para la cadena de suministro verde.
- Explicar el impacto que genera la cadena de suministro verde mediante un modelado de incertidumbre, para las pymes manufactureras.

Los elementos del proyecto se detallan a continuación:

Capítulo 1 Estado de Arte: En esta sección se llevó a cabo una investigación exhaustiva a través de la consulta de artículos en reconocidas bases de datos web, tales como Scopus, Sciencedirect y Dimensions. El propósito primordial fue obtener información detallada sobre las variables pertinentes, permitiendo una comprensión clara de los aspectos a estudiar en el marco del presente trabajo de integración curricular.

Capítulo 2 Marco Metodológico: En esta sección se llevó a cabo la definición de la orientación metodológica a través de un exhaustivo análisis de la literatura revisada. La finalidad

principal de esta etapa fue la identificación meticulosa de los métodos, técnicas y herramientas esenciales que se requieren para llevar a cabo la investigación de manera eficiente. La atención se centró a garantizar la aplicabilidad práctica de las metodologías elegidas, contribuyendo a la ejecución efectiva del estudio.

Capítulo 3 Resultados y Discusiones: En este capítulo se mostró los resultados que se han obtenido una vez aplicado el modelado y se discutirá si el proyecto de investigación tiene viabilidad para ser aplicadas a las pymes manufactureras de la provincia de Santa Elena.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

Integrar el concepto de desarrollo sostenible en las agendas gubernamentales es actualmente una prioridad global significativa. De acuerdo con la Comisión Mundial sobre el Medioambiente y Desarrollo, el desarrollo sostenible no es una condición estática, sino un proceso dinámico en el que se manejan los recursos, se gestionan las inversiones y se orienta el progreso tecnológico e institucional de manera consistente con las necesidades futuras, no limitándose únicamente a las del presente (Gambetta et al., 2019).

El avance hacia la implementación de acciones que fomenten el desarrollo sostenible a nivel mundial suele evaluarse en relación con la Agenda 2030 y sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Estos objetivos, que se centran en la prosperidad, las personas, el planeta, la paz y las asociaciones, se han vuelto una prioridad fundamental para los gobiernos y las partes interesadas, abarcando la sociedad civil, la comunidad científica y las organizaciones empresariales. (Zapata & González, 2021).

En esencia, los ODS constituyen tanto un enfoque para lograr el desarrollo sostenible como una herramienta para abordar los problemas globales de manera colaborativa y de manera interconectada (Franco et al., 2019), lo que pone en marcha acciones estratégicas para abordar los desafíos globales de las sociedades modernas (Blanco-Portela et al., 2018).

Los países de América Latina y el Caribe se encuentran ante el desafío de identificar nuevas fuentes de crecimiento que les posibiliten alcanzar y mantener elevados niveles de desarrollo

económico, político, ambiental y social a largo plazo (Mazzucato & Penna, 2019). En este contexto, cada organización debe desarrollar una estructura y procesos adaptados a las demandas de los mercados seleccionados, reconociendo que los productos o servicios deben cumplir con rigurosos estándares de calidad para garantizar una mayor competitividad y participación (Nugent, 2019).

Crear un modelo de incertidumbre es fundamental para la gestión de la cadena de suministro verde (GSCM), y en última instancia, mejora el rendimiento de la organización. Además, contribuye a la toma de decisiones gerenciales, abarcando la relación de la empresa con el entorno ambiental. Esto hace posible que las empresas minimicen los residuos y la contaminación generada por la empresa. Al mismo tiempo, la GSCM ayudará a revivir el entorno sostenible (Akbar et al., 2023).

En este sentido, la presente investigación de integración curricular con miras de desarrollo en la provincia de Santa Elena, Ecuador, siendo la aplicación de la gestión de la cadena de suministro verde en las pymes manufactureras beneficiosas tanto para el medio ambiente como para las empresas. Mediante la aplicación de prácticas sostenibles en la cadena de suministro, las pymes pueden reducir su impacto medioambiental, mejorar su reputación y cumplir con normas y condiciones medioambientales.

1.2. Estado del Arte

Los profesionales y académicos dedican gran atención a abordar iniciativas y ejecutar mecanismos para abordar las preocupaciones sociales, políticas, económicas y ambientales de los stakeholders en una sociedad. Además, las organizaciones y los investigadores reconocen que existe la necesidad de implementar prácticas de la gestión de la cadena de suministro verde (GSCM) como parte de una estrategia verde (Birasnav et al., 2022).

En los últimos años se han completado una serie de revisiones bibliográficas sobre la GSCM. Algunas de estas revisiones han sido generales y han cubierto de manera integral todo el campo (Balon, 2020; Bhatia & Gangwani, 2021), mientras que otras se han centrado en aspectos específicos como la medición del desempeño (Choudhary & Sangwan, 2022; Ghosh et al., 2023; Malviya & Kant, 2020), la selección de proveedores en cadenas de suministro verde (Ghosh, Mandal, et al., 2022; Qu et al., 2020) o modelos analíticos para la GSCM (Agi et al., 2021; Herrmann et al., 2021).

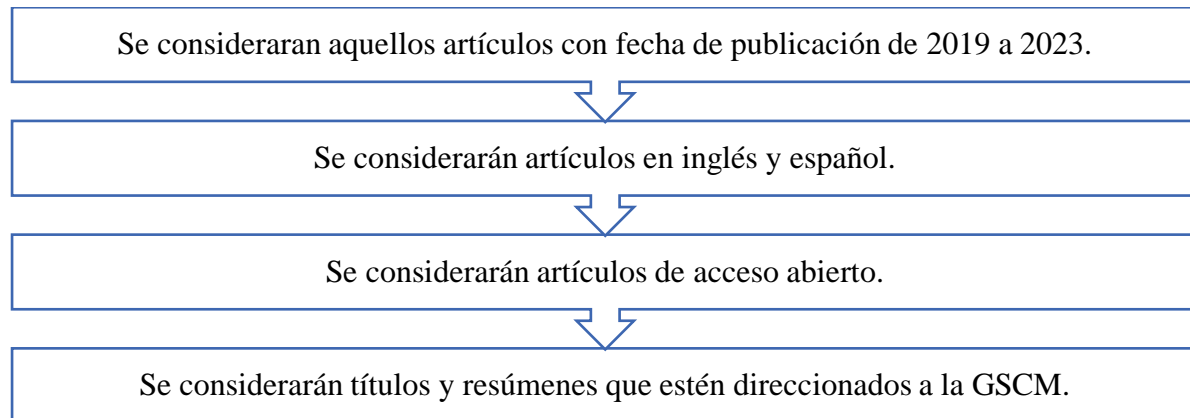
Estas revisiones han identificado varios temas de actualidad cubiertos dentro de la literatura de investigación emergentes. Los análisis realizados han sido bastante simples, ya que se limitaron a ofrecer resúmenes de estadísticas generales sobre la cantidad de artículos y los temas abordados. Si embargo, no se han encontrado estudios con un marco o enfoque diseñado para abordar la creación de un modelado de incertidumbre para la gestión de la cadena de suministro verde, es por ello por lo que, para esta investigación se trabajara con la variable dependiente (GSCM).

El análisis de redes a través de herramientas bibliométricas puede resultar poderoso para identificar áreas de actualidad establecidas y emergentes. También puede ayudar a identificar grupos de investigaciones e investigadores que muestran cómo pueden haber surgido las diversas áreas de pensamiento en función de las características institucionales y del autor. De tal manera que, el análisis bibliométrico es un enfoque común y exhaustivo para descubrir y evaluar grandes cantidades de datos científicos, como enfoque de investigación para analizar la GSCM (Fang et al., 2022).

Con la intención de examinar y comprender de manera innovadora la creciente importancia que ha adquirido en los últimos años el campo de estudio de la GSCM, este estudio ha adoptado

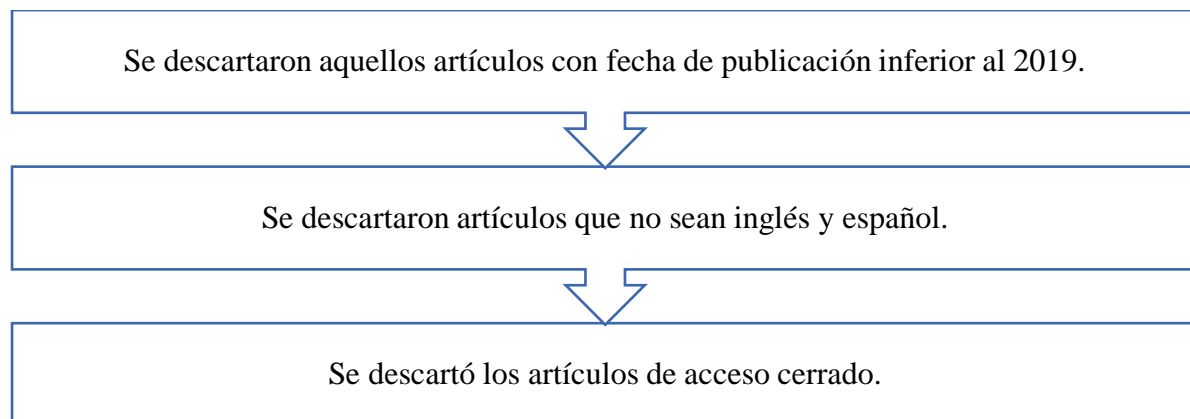
un enfoque de análisis bibliométrico. En este contexto, se han establecido los siguientes criterios de inclusión (Figura 2.) y exclusión (Figura 3.).

Figura 2. Criterios de inclusión.



Nota: Elaborado por autor(a).

Figura 3. Criterios de exclusión.



Nota: Elaborado por autor(a).

En este sentido, la investigación tiene como objetivo presentar un panorama bibliométrico sobre la GSCM en artículos académicos anexados en la base de datos Web of Science, Scopus, ScienceDirect y Scielo.org y Google Académico entre el año 2019 a 2023. Dado que, se utilizó el procedimiento de análisis bibliométrico combinado con enfoque cuantitativo y cualitativo,

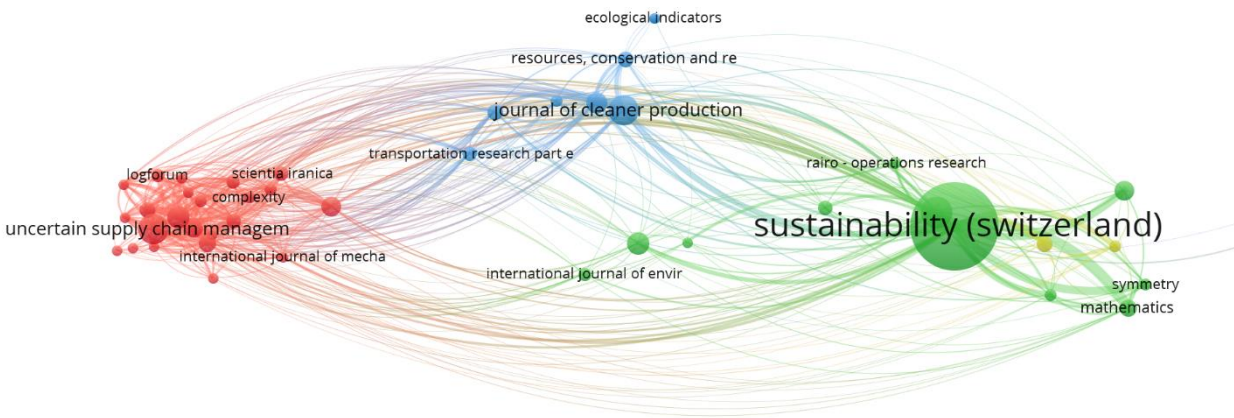
reportando los principales hallazgos a través de indicadores bibliométricos y el software VOSviewer.

1.2.1. Análisis bibliométrico de revistas científicas

Ahora bien, a través del software VOSviewer se realizó un mapeo de datos de red que se muestra en la Figura 4, en el cual se generaron cinco clusters relacionados a revistas que abarcan información científica relacionados a nuestra variable de estudio, generando clusters con una interacción entre relación y fuerza en el mapeo de cada red proporcionada e identificada por colores.

El primer cluster representa el color rojo, dando a conocer que la revista uncertain supply chain managem, tiene mayor nivel de fuerza con respecto a la correlación con el resto de la red, en este mapeo de red agrupa datos de revistas basadas en la gestión de la cadena de suministro y estrategias empresariales en relación al medio ambiente. Para el segundo cluster representando por el color verde, siendo la revista Sustainability (Switzerland) con una mayor fuerza de correlación con el resto de las revistas mostradas en esta red, por otro lado, este cluster agrupa investigaciones relacionadas a energías, ciencias ambientales, revistas internacionales del medio ambiente y producción, procesos y sostenibilidad. En el tercer cluster con rasgo distintivo de color azul, permite visibilizar que la revista de Cleaner Production genera una mayor fuerza de correlación en el resto de revista de esta red. El cuarto cluster representado por el color amarillo, muestra que las revistas Frontiers in Environmental Science y Frontiers in Psychology, generan el mismo nivel de fuerza con respecto a la correlación de esta red. Mientras que el quinto cluster solo muestra a la revista Water (Switzerland), estando correlacionada con el segundo y tercer cluster (Figura 4.).

Figura 4. Red de correlación de revistas que abarcan información científica.



Nota: Elaborado por el autor(a).

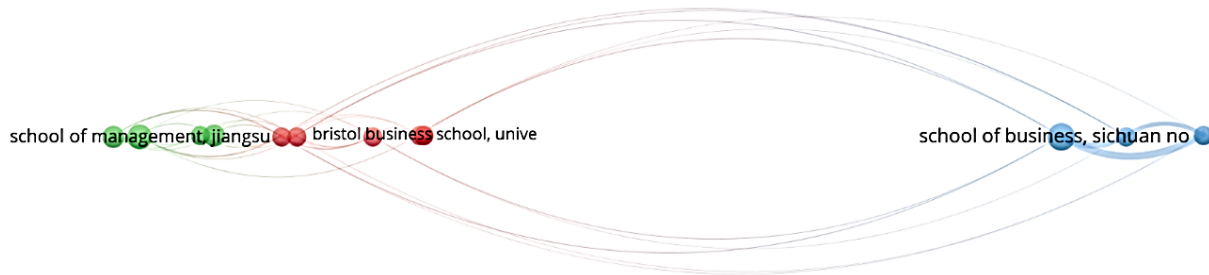
La red creación de la red de clasificación de revistas que abordan la información científica en la GSCM tiene como objetivo principal proporcionar una representación estructurada y jerárquica del panorama académico en este campo. A través de esta red, se pretende demostrar la identificación de temas centrales y emergentes al categorizar las revistas según sus contenidos, permitiendo así visualizar las interconexiones temáticas. Al mismo tiempo, esta herramienta busca ser un recurso valioso para la investigación al facilitar la exploración eficiente de la literatura científica en este ámbito.

1.2.2. Red bibliométrica entre universidades

A través de la Figura 5, se exhibe la red bibliométrica de las universidades que han realizado un notable aporte científico en el ámbito de la GSCM. Esta red, basada en una base de datos, se organiza en tres clústeres. El primer clúster, identificado por el color rojo, presenta una red de correlación en la que sobresalen seis universidades con una fuerte interconexión. El segundo

clúster, representado en verde, exhibe una mayor correlación en cuatro universidades. Por último, el tercer clúster, identificado por el color azul, muestra tres instituciones con conexiones significativas en sus enlaces.

Figura 5. Red de correlación de universidades que abarcan información científica.



Nota: Elaborado por el autor(a).

La creación de la red de clasificación de universidades en la GSCM busca demostrar las conexiones y relaciones académicas entre instituciones, destacando centros de investigación y grupos que contribuyen significativamente al avance sostenible. El objetivo es evidenciar la colaboración y el intercambio de conocimiento, visualizando la influencia relativa de cada universidad en función de la cantidad y calidad de sus contribuciones científicas. Esta red no solo identifica líderes académicos, sino que también promueve la colaboración para impulsar la investigación e innovación en la GSCM.

La GSCM es un concepto reciente diseñado para enfrentar los desafíos ambientales asociados con la gestión tradicional (lineal) de la SC, adoptando un enfoque integral al considerar el ciclo de vida completo de un producto, desde la adquisición de materias primas hasta la disposición final del producto, de tal manera que, este enfoque posibilita la identificación y gestión

de impactos ambientales en toda la SC, en contraste con un abordaje focalizado de un solo punto (Kumar & Rao, 2023).

Por tanto, tener en cuenta el costo asociado a los daños ambientales conlleva propuestas para preservar los recursos naturales, lo cual ayuda a prevenir riesgos sociales y pérdidas económicas (Rao et al., 2020). De acuerdo con El Ayoubi & Radmehr, (2023), la adopción de esquemas de GSCM desde la etapa inicial de producción hasta el consumidor se presenta una vía viable para lograr objetivos sostenibles.

Sin embargo, los desafíos asociados con la GSCM están directamente vinculados al tamaño de la organización, su cultura, las regulaciones, las presiones de los stakeholders y los recursos disponibles en cada región. Por esta razón, ha surgido la necesidad de desarrollar definiciones y herramientas que sean adaptables al enfoque circular de la GSCM. En este contexto, esto implica la creación de un entorno en el que todos los participantes a lo largo de la cadena de suministro interactúen entre sí con el objetivo de mejorar la trazabilidad a lo largo de todo el proceso. De esta manera, esto se traduce en la implementación de bucles circulares para fomentar una cadena de suministro sostenible (Johann et al., 2023).

Khanal et al., (2023), realizaron una investigación explicativa que se fundamenta en un modelo cualitativo para examinar los factores que afectan el rendimiento organizacional en relación con la GSCM, en el cual utilizaron herramientas como encuestas y entrevistas, revelando un papel medidor entre el desempeño empresarial y las prácticas de GSCM. Se resalta la importancia para las empresas manufactureras de considerar la interacción entre los aspectos internos y externos de GSCM para logara una integración efectiva de sus operaciones.

Sin embargo, Ghosh, Chandra Mandal, et al., (2022), mencionan que las pequeñas y medianas empresas (PYME) en economías emergentes están en una fase inicial en lo que se respecta a la aplicación de prácticas de GSCM, en este sentido, para Schultz et al., (2021) la adopción de una economía circular (EC) representa un desafío considerable, ya que implica la colaboración tanto dentro como fuera de los límites directos de las industrias, de tal manera que, tanto académicos como profesionales esperan lograr sinergias en la gestión de la cadena de suministro circular al comprender el papel de la gobernanza, considerando tanto perspectivas de la EC como la de la GSCM.

Mientras tanto, Navazi et al., (2019) llevaron a cabo una investigación sobre la planificación de rutas sostenibles, enfocándose en la entrega y distribución simultánea de un producto de ciclo de vida corto, específicamente un artículo perecedero. En este contexto, establecieron tres objetivos principales: maximizar la eficiencia de la red, incrementar la satisfacción de los clientes y minimizar los impactos ambientales adversos.

Dehghan-Bonari et al., (2021), desarrollaron una cadena de suministro verde, mediante un modelo cooperativo entre un minorista y un proveedor, evaluando los escenarios de toma de decisiones descentralizadas y centralizadas. Se analizaron dos tipos de contratos, específicamente, un contrato de opción de compra y un contrato de participación en los ingresos, que el proveedor ecológico ofrece como estrategia de riesgo compartido para incentivar al minorista a incrementar sus pedidos. Estos contratos resultaron en mayor participación en las ganancias entre los participantes de la SC y mejorando las ganancias generales del mismo.

El estudio de la GSCM en América Latina puede abordar la necesidad de investigación empírica y teórica en un contexto que carece de una exploración adecuada sobre el tema, específicamente, persiste la escasez de estudios empíricos sobre los impulsores y resultados

específicos de la adopción de la sostenibilidad social en países en desarrollo (Chacón Vargas et al., 2018). En este contexto, los países latinoamericanos, impulsado por el crecimiento poblacional, cambios en las políticas y la búsqueda de nuevas estrategias para facilitar el desarrollo sostenible, crean condiciones propicias para reconocer en sus empresas herramientas esenciales que allanan el camino para asegurar su respectivo crecimiento en aspectos económicos, sociales, políticos y ambientales (Cárdenas et al., 2019).

El Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo, (2019) indica que Ecuador, al participar en este programa, orienta sus políticas tanto a nivel nacional como internacional hacia la consecución de una transformación integral. En este contexto, es crucial que las empresas comprendan la importancia de ajustar sus operaciones según una visión de sostenibilidad, por ello, esto se hace con el propósito de crear condiciones óptimas y competitivas que faciliten la entrada de recursos financieros, productos e innovación en los diversos sectores que componen el país.

En la provincia de Santa Elena, se han desarrollado varios estudios como herramientas de crecimiento que les permita alcanzar y mantener el desarrollo económico, social, político y ambiental para el desarrollo sostenible. De tal manera que, Quezada Tobar et al., (2022), en su investigación básica-proyectiva desarrolló un modelo funcional teórico que explica el desarrollo sostenible en función del patrimonio gastronómico, para Cecilia Gálvez-Izquieta et al., (2020) evidencia una herramienta de organización turística para el desarrollo sostenible, en la opinión de Yagual Lucas, (2023) utiliza un modelo de sistema multiagente para la gestión sostenible de los recursos pesqueros en la provincia de Santa Elena.. Teniendo en cuenta los resultados de todos estos estudios, la implementación de un modelo de incertidumbre para la GSCM aún no se ha probado en el contexto del sector manufacturero de la provincia de Santa Elena.

La provincia de Santa Elena se encuentra en la parte 5 de las zonas de Ecuador, según la clasificación de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), abarcando una extensión de 3,762.8 km² distribuidos en tres cantones. El cantón más grande es Santa Elena, con 3,668.90 km², seguido por Salinas con 68.7 km² y La Libertad con 25.3 km². Según el informe de la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (INEC, 2022), la provincia cuenta con 1,348 empresas activas, con un activo total de \$577.16 millones de dólares estadounidenses. De estas empresas, el 1.25% corresponde a 80 pymes manufactureras activas distribuidas en los tres cantones de la provincia de Santa Elena.

Lo que se propone en este trabajo es la creación de un modelo de incertidumbre para la gestión de la cadena de suministro verde en la provincia de Santa Elena. Este modelo tiene como objetivo promover el desarrollo sostenible de la cadena de suministro, abordando las incertidumbres que puedan surgir en el proceso. En esencia, se busca desarrollar un enfoque que permita gestionar de manera efectiva las variables en la GSCM, contribuyendo así al desarrollo sostenible de la provincia.

A través del análisis bibliométrico se logró identificar métodos y herramientas que los investigadores han adoptado para determinar cómo ha evolucionado, como se ha abordado y cuáles han sido las proyecciones para la implementación de la variable de estudio, en este sentido, para esta investigación se pretende implementar un análisis de factores críticos de éxitos (CSF) para la GSCM con un enfoque metodológico híbrido integrado.

Los factores críticos de éxito (CSF) son un conjunto limitado, generalmente entre 3 y 8, de características, condiciones o variables que tienen una influencia significativa y sustancial en la efectividad, eficiencia y viabilidad de una organización, programa o proyecto. Realizar las

actividades relacionadas con estos factores a un nivel de excelencia máximo es crucial para lograr los objetivos generales establecidos (Álvarez – Pérez, 2020).

El método del Proceso Analítico Jerárquico (AHP), desarrollado por Thomas L. Saaty, (1977), es una poderosa herramienta de tomas de decisiones multicriterio (MCDM) que se ha utilizado en numerosas aplicaciones en diversos campos de la economía, la política y la ingeniería (Leal, 2020). El AHP permite a los tomadores de decisiones (DM) utilizar múltiples criterios de forma cuantitativa para evaluar y seleccionar alternativas óptimas a partir de juicios cualitativos (Darko et al., 2019).

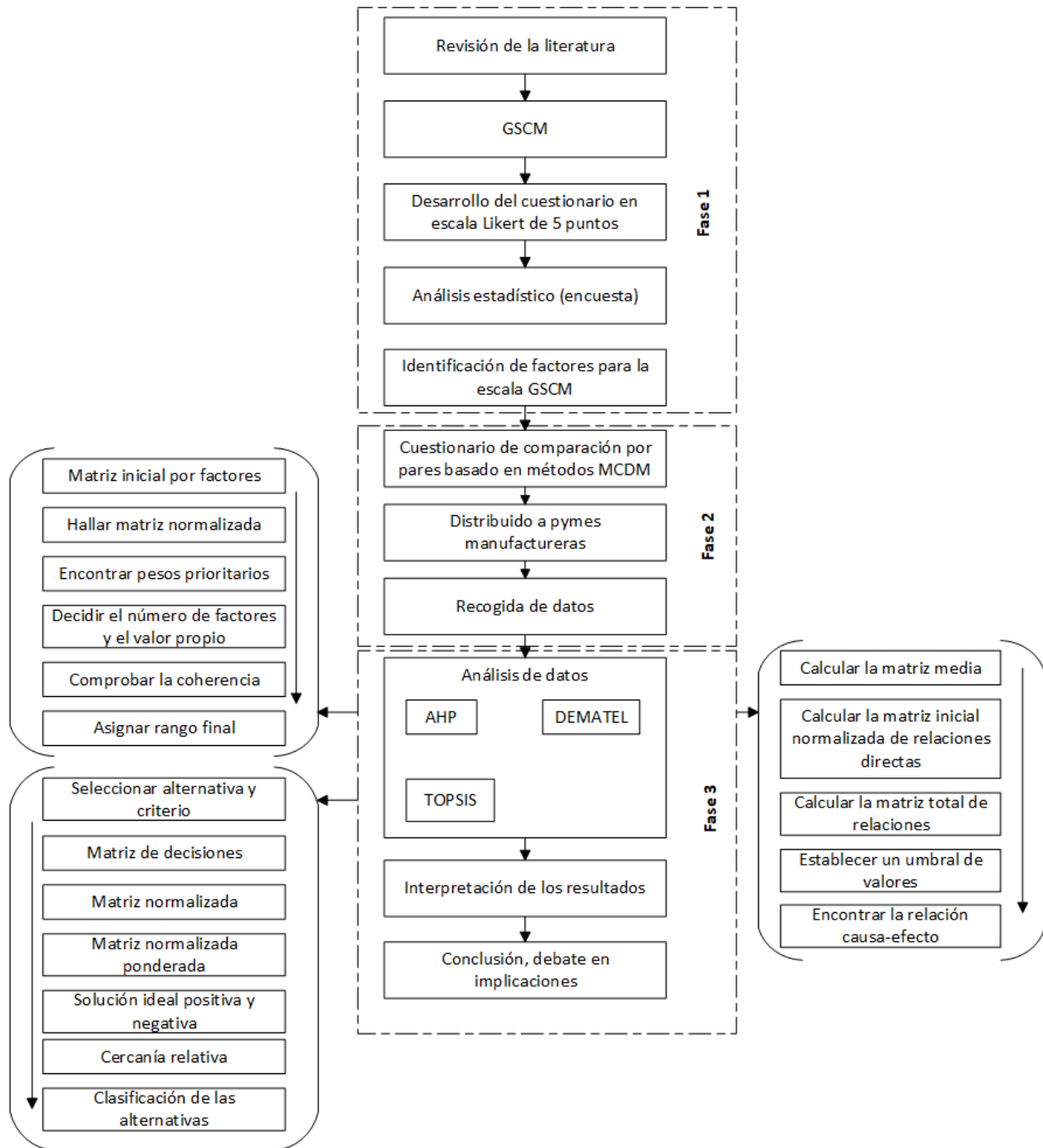
La Técnica de Orden de Preferencia por Similitud con la Solución Ideal (TOPSIS), desarrollada por Hwang y Yoon (1981), es el método más ampliamente utilizado en el enfoque matemático. Su concepto central consiste en seleccionar la solución óptima midiendo simultáneamente las distancias de cada alternativa a las soluciones ideales positivas (PIS) y negativas (NIS) (Salih et al., 2019).

La técnica del Laboratorio de Prueba y Evaluación de Toma de Decisiones (DEMATEL) fue empleada por primera vez por Fontela y Gabus en 1979 (Thakkar, 2021), basado en gráficos, es una técnica integral para analizar las interrelaciones entre los factores del sistema y enfatizar los factores impulsores, además, se ha aplicado para identificar factores críticos de sistemas simples en diferentes campos (Du & Li, 2021).

En esta misma línea, en la investigación se pretende analizar los CSF mediante la aplicación de un enfoque metodológico híbrido integrado AHP-TOPSIS y DEMATEL para la adopción de la GSCM en industrias manufactureras, para abordar el objeto deseado, se toma como base el artículo “Analyzing critical success factors for sustainable green supply chain

management”, el mismo que fue aplicado por varios autores (Agrawal et al., 2023; Debnath et al., 2023; Saleh et al., 2023; Schery et al., 2023), la metodología y el proceso de investigación adoptados se presentaran en tres fases a continuación (Figura 6.).

Figura 6. Diagrama de flujo del proceso de investigación.



Nota: Modificado de (Agrawal et al., 2023).

Fase 1: Identificación de los CSF

Se han identificado los elementos esenciales para la implementación de una cadena de suministro verde en la industria manufacturera. Se desarrolló un cuestionario que considera todos los factores analizados, utilizando una escala Likert de 5 puntos (de 1, nada significativo, a 5, muy significativo), y se distribuyó a los encuestados. En este sentido, en la Tabla 1 se presentan los detalles y las estadísticas descriptivas de los nueve Factores Críticos de Éxito identificados en el contexto de la adopción de la GSCM.

Tabla 1. Estadística de los CSF

SN	CSF	Media
1	Compromiso de la alta dirección (F1)	4.0847
2	Adopción de nuevas tecnologías y procesos (F2)	4.0952
3	Requisitos de los clientes (F3)	4.0159
4	Participación de los empleados (F4)	4.0582
5	Creación de imagen de marca (F5)	4.0423
6	Reglamentos y normas gubernamentales (F6)	4.0635
7	Formación (F7)	4.0794
8	Gestión logística inversa (F8)	4.0000
9	Sostenibilidad (F9)	4.0106

Nota: Elaborado por el autor(a).

Fase 2: Perfil de los expertos y sus respuestas

El cuestionario se distribuye a los expertos a encuestar que cumplan el perfil según los criterios de inclusión y exclusión establecidos.

Fase 3: Aplicación de AHP-TOPSIS-DEMATEL.

AHP se ha extendido a una serie de aplicaciones, debido a su simplicidad y prudencia funcional. Se aplica tanto a los atributos cuantitativos como a los cualitativos. Los pasos utilizados para el AHP son los siguientes:

- Para determinar la relevancia de un CSF sobre otro, se crea una matriz de comparación por pares utilizando la escala de nueve puntos de Saaty (Tabla 2.). Para ello se elabora un cuestionario de tipo pares.

Tabla 2. Escala de valoración para la elaboración de matrices de comparación.

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIO
1	IGUAL IMPORTANCIA	El criterio A tiene la misma importancia que el criterio B.
3	IMPORTANCIA MODERADA	La experiencia y el juicio inclinan ligeramente la preferencia hacia el criterio A sobre el B.
5	IMPORTANCIA GRANDE	La experiencia y el juicio favorecen de manera significativa al criterio A sobre el B.
7	IMPORTANCIA MUY GRANDE	El criterio A es considerablemente más importante que el B.
9	IMPORTANCIA EXTREMA	La supremacía del criterio A sobre el B es indiscutible.
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anterior, cuando es necesario matizar	

Nota: Modificado de (Agrawal et al., 2023; Saaty, 1977).

- La matriz de comparación normalizada por pares se prepara utilizando:

Calcular la suma de cada columna con $\sum_i C_{ij}$ y dividir cada número correspondiente mediante $X_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sum_i C_{ij}}$, hallar la media de cada fila e identificar las ponderaciones relativas mediante $R_i = \sum_i X_{ij}$ y peso por $W_i = \frac{R_i}{N}$.

- Utilizando $CI = \frac{\delta_{average}^{-n}}{n-1}$, se calcula el Índice de Coherencia (CI, Consistency Index). Donde n es el número de CSF, y $\delta_{average}$ es el valor propio.

- Ratio de Coherencia (CR, Consistency Ratio) se calcula utilizando $CR = \frac{CI}{RI}$, donde el valor del Índice Aleatorio (RI, Random Index) varia como se muestra en la Tabla 3, que depende del número de factores (Saaty, 1977).

Tabla 3. Valores de RI en función del número de factores.

N° de elementos que se comparan.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RI (Índice Aleatorio)	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.52	1.54

Nota: Modificado de (Agrawal et al., 2023; Saaty, 1977).

TOPSIS se utiliza debido a que posee una lógica sólida que disminuye la dependencia de la toma de decisiones humanas, un valor escalar que refleja las opiniones mejores y peores, y un proceso de cálculo simple que puede ser codificado con éxito en una tabla. El procedimiento de TOPSIS es el siguiente:

- La media geométrica se calcula a partir de las respuestas obtenidas de las encuestas.

- La matriz de decisión normalizada se construye utilizando:

$$r_{ij} = x_{ij}/(Sx^2_{ij}) \text{ for } i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$$

Para las ponderaciones, se consideran las puntuaciones de prioridad calculadas mediante AHP.

Utilizando $v_{ij} = w_i r_{ij}$, se prepara la matriz normalizada ponderada.

- Se calcula la solución ideal positiva y negativa.

Para calcular la solución ideal positiva:

$$A^* = \{v_1^*, \dots, v_n^*\}, \text{ donde, } v_j^* \{ \max(v_{ij}) \text{ if } j \in J; \min(v_{ij}) \text{ if } j \in J' \}$$

Para calcular la solución ideal negativa:

$$A' = \{v_1', \dots, v_n'\}, \text{ donde, } v_j' \{ \min(v_{ij}) \text{ if } j \in J; \max(v_{ij}) \text{ if } j \in J' \}$$

- Calcular el Coeficiente de Proximidad (CC, Closeness Coefficient) mediante;

La distancia a la alternativa ideal positiva:

$$D_i^* = [S(v_j^* - v_{ij})^2]^{1/2} \quad i = 1, \dots, m$$

La distancia a la alternativa ideal negativa:

$$D_i' = [S(v_j' - v_{ij})^2]^{1/2} \quad i = 1, \dots, m$$

$$CC_i^* = D_i' / (D_i^* + D_i'), 0 < CC_i^* < 1$$

La razón de utilizar el método DEMATEL es para encontrar vínculos causa-efecto entre varios CSF en un sistema complicado. Los pasos de DEMATEL son:

- Se crea una matriz media A a partir de la respuesta de las encuestas.

En la matriz A, la entrada M_{ij} indica el grado de influencia del CSF, F_i sobre CSF F_j .

$$A = \begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} & \dots & M_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ M_{n1} & M_{n2} & \dots & M_{nn} \end{bmatrix}$$

- Normalización de la matriz A y creación de la matriz N.

$$N = \beta A$$

$$\text{Donde } \beta = \frac{1}{\max \sum_{j=1}^n M_{ij}}$$

- Calcular la matriz de intensidad relativa T:

$$T = Nx(1 - N)^{-1}$$

- También se calculan los siguientes valores en la matriz:

R = La suma de las entradas de la fila.

C = Suma de las columnas.

R + C: Vector de ventaja (superior).

Representa que a mayor valor del CSF, mayor interacción con otros CSF.

R - C: Vector de relación.

Representa el valor final de la influencia de cada CSF, sobre los demás CSF del problema.

Se aplica en primer lugar el método AHP y se utiliza la media la media geométrica para la agregación de datos. La puntuación de prioridad (Tabla 2.) se calcula siguiendo el procedimiento descrito anteriormente. Además, para comparar la consistencia de los resultados, se calculó el ratio de consistencia. Para ello, se calcularon inicialmente los valores propios (Tabla 4.) y el valor propio

medio fue de 9,709. A continuación, se calculó un $CR=0,06$ ($CI=0,08$, $RI=1,5$), lo que demuestra que los resultados son coherentes (menos de 0,10). Por último, a partir de la puntuación de prioridad, se asignaron los rangos

Tabla 4. Cálculo de la AHP

CSF	Matriz de alcanzabilidad									Prioridades Vector (PV)	Vector ponderado	Valor propio	Rango
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9				
Compromiso de la alta dirección	1.00	3.00	3.00	5.00	6.00	7.00	5.00	9.00	7.00	0.3299	3.4283	10.391	1
Adopción de nuevas tecnologías y procesos	0.33	1.00	3.00	2.00	4.00	3.00	3.00	7.00	5.00	0.1775	1.8022	10.156	2
Requisitos de los clientes	0.33	0.33	1.00	1.00	3.00	3.00	3.00	7.00	3.00	0.1190	1.1866	10.156	4
Participación de los empleados	0.20	0.50	1.00	1.00	4.00	5.00	5.00	7.00	7.00	0.1551	1.5664	10.101	3
Creación de imagen de marca	0.17	0.25	0.33	0.25	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	0.1551	0.4937	9.527	6
Reglamentos y normas gubernamentales	0.14	0.33	0.33	0.20	1.00	1.00	3.00	3.00	7.00	0.0739	0.6831	9.244	5
Formación	0.20	0.33	0.33	0.20	1.00	0.33	1.00	2.00	2.00	0.0445	0.4122	9.253	7
Gestión logística inversa	0.11	0.14	0.14	0.14	0.33	0.33	0.50	1.00	1.00	0.0224	0.2116	9.253	9
Sostenibilidad	0.14	0.20	0.33	0.14	0.33	0.14	0.50	1.00	1.00	0.0259	0.2407	9.276	8

N=9, media=9,7, CI=0.08. RI=1.5, CR=0.06

Sobre la base de su puntuación priorizada, el compromiso de la alta dirección (PV = 0,3299) es el CSF que más influye en la adopción del GSCM, seguido de la adopción de nuevas tecnologías y procesos (PV = 0,18), la implicación de los empleados (PV = 0,16), las exigencias de los clientes (PV = 0,12), los reglamentos y normas gubernamentales (0,074), la creación de imagen de marca (PV = 0,052), formación (PV = 0,045), sostenibilidad (PV = 0,026) y gestión de la logística inversa (PV = 0,02).

La puntuación de prioridad obtenida en la Tabla 5. se utilizó en el análisis TOPSIS, inicialmente la media geométrica se calculó tomando la respuesta de los expertos. En la Tabla 6. se indican que la unidad 1 es la que destaca la adopción de la GSCM.

Tabla 5. Matriz de medidas de geométricas

Unidad/CSF	F(1)	F(2)	F(3)	F(4)	F(5)	F(6)	F(7)	F(8)	F(9)
Unidad (1)	6,92	8,59	7,28	7,33	7,53	7,95	7,53	7,95	8,59
Unidad (2)	6,94	6,92	7,33	6,94	7,76	7,16	7,53	6,76	6,79
Unidad (3)	7,56	6,00	7,38	5,26	5,71	6,89	7,36	7,30	7,11
Unidad (4)	7,11	8,16	7,28	7,74	7,35	8,16	7,28	7,51	6,79

Unidad 1 Unidad de fabricación 1; Unidad 2 Unidad de fabricación 2; Unidad 3 Unidad de fabricación 3; Unidad 4 Unidad de fabricación 4.

Tabla 6. índice TOPSIS (CC)

Unidad	Índice NIS	Índice PIS	NIS + PIS	Índice Topsis (CC)	Rango
Unidad (1)	0,04	0,02	0,06	0,72	1
Unidad (2)	0,02	0,03	0,05	0,46	3
Unidad (3)	0,01	0,04	0,06	0,26	4
Unidad (4)	0,04	0,01	0,05	0,76	2

Sobre la base del coeficiente de proximidad, las empresas se clasifican como Unidad1 > Unidad4 > Unidad2 > Unidad 3, teniendo en cuenta los nueve CSF responsables de la adopción de la GSCM.

Además, la importancia de los CSF de la GSCM y la relación causa-efecto (Tabla 7.) entre ellos también se analizan mediante DEMATEL. Según la relación causa efecto y los valores de r+c, la formación es el CSF más importante con el valor más alto (7,67) de r+c, mientras que la sostenibilidad se observa como CSF menos importante de la GSCM con menor valor de r+c (6,07). Teniendo en cuenta los valores r+c, la prioridad es formación > creación de imagen de marca > compromiso de la alta dirección > requisitos del cliente > inversión > gestión de la logística > adopción de nuevas tecnologías > normativa gubernamental > implicación de los empleados > sostenibilidad.

Tabla 7. Matriz de intensidad relativa, suma de la dada y la recibida

CSF	F (1)	F (2)	F (3)	F (4)	F (5)	F (6)	F (7)	F (8)	F (9)	RT	CT	R+C	R-C	Rango (R-C)	Causa y Efecto
F1	0,32	0,38	0,42	0,37	0,45	0,40	0,48	0,30	0,39	3,52	3,46	6,98	0,05	6	Causa
F2	0,36	0,27	0,39	0,35	0,33	0,37	0,44	0,29	0,32	0,18	3,24	6,37	- 0,12	5	Efecto
F3	0,45	0,38	0,30	0,39	0,41	0,40	0,45	0,30	0,40	0,12	3,34	6,82	0,13	7	Causa
F4	0,39	0,34	0,31	0,26	0,36	0,40	0,42	0,26	0,34	0,16	3,21	6,29	- 0,13	4	Efecto
F5	0,46	0,42	0,45	0,40	0,36	0,43	0,53	0,38	0,41	0,16	3,54	7,38	0,29	8	Causa
F6	0,34	0,32	0,33	0,30	0,34	0,26	0,39	0,28	0,28	0,07	3,53	6,36	- 0,69	1	Efecto
F7	0,41	0,40	0,39	0,42	0,45	0,47	0,38	0,30	0,42	0,04	4,04	7,67	- 0,41	3	Efecto
F8	0,43	0,45	0,45	0,41	0,48	0,45	0,54	0,27	0,45	0,02	2,65	6,60	1,29	9	Causa
F9	0,97	0,29	0,30	0,32	0,35	0,34	0,41	0,27	1,00	0,03	3,25	6,07	- 0,43	2	Efecto

El análisis muestra que, en su relación causa-efecto, las empresas deberían centrarse más en los reglamentos y normas gubernamentales, que afectan más a los CSF. Los nueve CSF se clasifican a su vez en dos grupos: grupo de causas y grupos de efectos. Si el valor r-c es positivo, se consideran que dichos CSF son CSF del grupo de causa y los demás CSF del grupo de efecto tienen valores de r-c negativos. Los valores más altos de r-c tienen un mayor impacto sobre los demás. El compromiso de la alta dirección, los requisitos de los clientes, la creación de imagen de marca y la gestión de la logística inversa se clasifican en el grupo de causas con valores r-c de 0.052, 0.13, 0.29, y 1.29.

En este sentido, las empresas deberían centrarse en aquellos CSF que tienen un mayor impacto en los demás y elaborar las estrategias en consecuencia. De tal manera que, la implementación de este enfoque metodológico híbrido integrado ayuda a la toma de decisiones y pueden adoptar el proceso de la GSCM de forma eficaz si comprenden la importancia de cada CSF en los diferentes aspectos que afectan a la implementación de la GSCM en la empresa.

1.3.Recapitulación del Capítulo I

En las últimas décadas, académicos y profesionales han trabajado arduamente para ampliar la frontera del desarrollo sostenible hacia la gestión de la cadena de suministro (Supply Chain Management, SCM en inglés). Este enfoque ha evolucionado desde la exploración general de la sostenibilidad, con un énfasis creciente en comprender diversos aspectos de la gestión de la cadena de suministro verde (Green Supply Chain Management, GSCM en inglés).

Uno de los conceptos más importantes en las empresas es la cadena de suministro (SC). Este concepto ha evolucionado hacia la GSCM, destacando la importancia de la gestión de la cadena de suministro sostenible. Asimismo, los problemas medioambientales son otro efecto relacionado con las deficiencias en la gestión de la cadena de suministro, debido a la falta de planificación en la disposición de los recursos, ocasionando contaminación ambiental a niveles nacional e internacional.

Generar un modelo de incertidumbre es esencial para la GSCM y, en última instancia, mejorar el rendimiento de la organización. También contribuye a la toma de decisiones gerenciales, incluida la relación de la empresa con el medioambiente. En este contexto, a través del análisis de investigaciones respaldadas por GSCM, surge la pregunta: ¿La generación de un modelo de incertidumbre incide en la gestión de la cadena de suministro verde? La búsqueda minuciosa respaldada por antecedentes investigativos demostró la viabilidad de un modelado de incertidumbre para GSCM en las pymes fabricantes de la provincia de Santa Elena.

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1. Enfoque de investigación

En el Capítulo I, la metodología empleada se basó en el estado del arte, donde se evidencia la posibilidad de implementar un modelo de incertidumbre para la GSCM. El enfoque metodológico propuesto implica la implementación de un análisis de factores críticos de éxito (CSF) para la GSCM, utilizando un enfoque híbrido integrado AHP-TOPSIS y DEMATEL para abordar los objetivos deseados en la adopción de la GSCM en industrias manufactureras. De esta manera, se pudo confirmar la viabilidad del desarrollo del estudio bajo una metodología cuantitativa con el objetivo de alcanzar un alcance de estudio descriptivo y correlacional.

Cuando se plantea una investigación, es importante establecer de antemano qué tipo de datos se obtendrán. En este sentido, debido a la naturaleza cuantitativa de este estudio, la investigación se llevó a cabo con un diseño no experimental y de tipo descriptivo correlacional.

2.2. Diseño de investigación

Una vez establecido el tipo de estudio utilizado y dada la naturaleza cuantitativa (Del Cid et al., 2011) de esta investigación, se llevó a cabo un diseño no experimental transeccional (Starbuck, 2023) mediante la recolección de datos en las pymes fabricantes de la provincia de Santa Elena. Este diseño fue de tipo descriptivo y correlacional (Thomas, 2023).

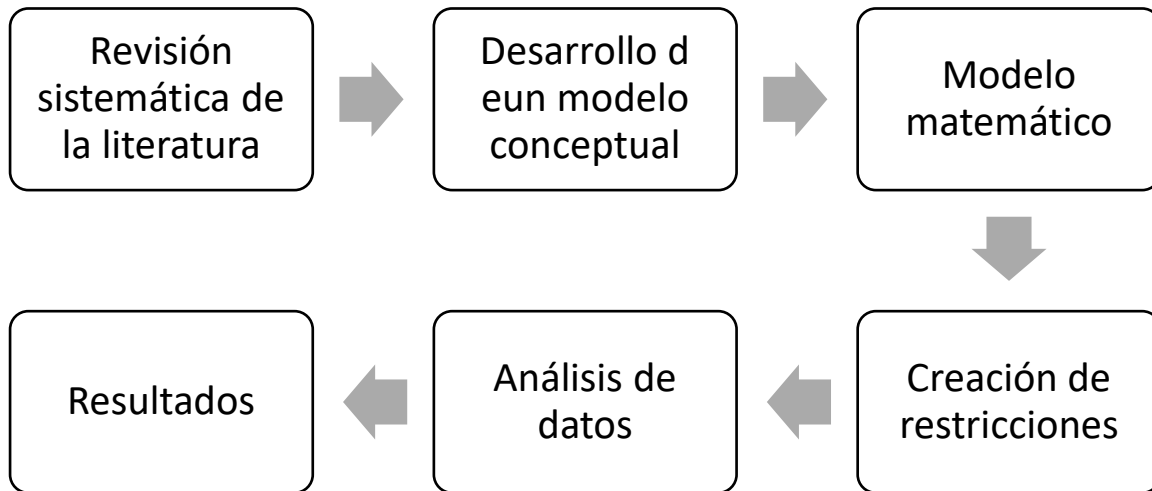
Investigación Descriptiva: se examina el impacto de las variables independientes y dependientes, destacando las características específicas de las actividades y procesos en relación con el alcance del estudio.

Investigación Correlacional: se delimita el grado de reciprocidad entre las dos variables (dependiente e independiente). Este tipo de estudio evidencia la probabilidad de implementar un modelo de incertidumbre en la GSCM en las pymes fabricantes de la provincia de Santa Elena.

2.3.Procedimiento metodológico

El procedimiento metodológico para este estudio se fundamenta en la metodología propuesta por De et al., (2022), la cual aborda la creación de un modelo de cadena de suministro. La investigación se centra en una secuencia lógica para la formulación del modelo, cuyos detalles se presentan en la Figura 7. Esta fundamentación asegura la aplicabilidad y coherencia del enfoque metodológico empleado en el presente estudio, proporcionando una base sólida para la investigación.

Figura 7. Diseño de proceso metodológico.



Nota: Modificado de (De et al., 2022).

Fase 1: En esta fase, se llevó a cabo una exhaustiva investigación, selección y análisis de documentos científicos relacionados con la GSCM. Se utilizaron motores de búsqueda destacados como Scencedirect, Scopus y Dimensions, con el objetivo de adquirir una comprensión detallada acerca de las implicaciones y el funcionamiento específico de la GSCM. Este proceso se enfocó en obtener una visión integral y precisa de los aspectos claves asociados con la gestión sostenible de la cadena de suministro.

Fase 2: En esta fase, se desarrolló el modelo operativo de una GSCM que involucra tres eslabones: productor, centro de procesamiento o distribución, y consumidor. Este enfoque se alinea con la etapa inicial de la revisión sistemática de la literatura, posibilitando la consideración y representación de la complejidad inherente a los criterios iniciales que guían el funcionamiento de la GSCM. La estructuración del diseño busca abordar de manera integral los aspectos clave relacionados con la gestión sostenible de la cadena de suministro, estableciendo una conexión significativa con la responsabilidad social en el ámbito laboral.

Fase 3: Durante esta fase, se implementó de acuerdo con el marco conceptual previamente examinado y delineado. Utilizando un modelo práctico como punto de partida, se formularon ecuaciones matemáticas para demostrar el funcionamiento de la GSCM. Este enfoque permitió una representación cuantitativa del comportamiento de la GSCM, estableciendo así un fundamento matemático para comprender sus dinámicas y evaluando su eficacia dentro del contexto conceptual predefinido.

Fase 4: Esta fase se llevó a cabo en alineación con los datos recopilados a través del instrumento de recolección de datos. La información obtenida a través de este instrumento posibilitó la identificación de restricciones, lo que permitió la minimización de costos asociados a

dichos factores. De esta manera, se utiliza la información recopilada para establecer limitaciones y optimizar la gestión de costos frente a los factores identificados.

Fase 5: Para llevar a cabo esta fase, se evaluaron los parámetros primarios de entrada presentes en los modelos matemáticos. Después de resolver los modelos matemáticos propuestos en diversos escenarios, se procedió al análisis de los resultados. Posteriormente, se realizaron comparaciones pertinentes para evaluar las diferencias entre los distintos escenarios y sus impactos.

Fase 6: Durante esta fase, se expusieron los resultados derivados de los escenarios creados, brindando información que respalda la autenticidad del modelado llevado a cabo.

2.4. Población y Muestra

2.4.1. Población

Población o universo se refiere a la totalidad de casos que cumplen con especificaciones previamente definidas y constituyen la colección completa de elementos o sujetos (puntuaciones, personas, mediciones, u otros) que son objetos de estudios en una investigación (Del Cid et al., 2011; Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

En Ecuador, el Servicio de Rentas Internas (SRI) clasifica a las (PYMES) en función de su volumen de ventas, capital social, número de empleados y su nivel de producción o activos, de tal manera que, las PYMES son aquellas empresas que exhiben características específicas propias de este tipo de entidades económicas en base a estos criterios, lo que permite una clasificación en:

- **Microempresa:** unidad productiva en la que se desenvuelven de 1 a 9 trabajadores, y cuenta con un ingreso anual bruto igual o menor a \$100.000,00 dólares de los Estados Unidos de América.
- **Mediana empresa:** unidad productiva que posee entre 50 a 199 trabajadores y sus ingresos brutos anuales corresponden entre \$5.000.000,00 dólares de los Estados Unidos de América.
- **Pequeña empresa:** unidad productiva que posee entre 10 a 49 trabajadores, y cuenta con un ingreso anual bruto igual o menor a \$1.000.000,00 dólares de los Estados Unidos de América.

En el proceso metodológico de esta investigación, se utilizó como grupo de estudio a las empresas manufactureras de pequeña y mediana escala ubicadas en la provincia de Santa Elena. Estas empresas fueron seleccionadas a través de un método de estratificación que se basó en la división de los cantones que conforman esta área, incluyendo Santa Elena, La Libertad y Salinas, como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Estratificación poblacional en manufacturas.

N°	Estratos de Provincia	N° de Empresas	Porcentaje
1	Santa Elena	88	54,32%
2	La Libertad	28	17,28%
3	Salinas	46	28,40%
	TOTAL	162	100%

Nota: Elaborado por autor(a).

La población estratificada fue adecuada, ya que la provincia de Santa Elena está conformada por tres cantones, cada uno conformado por diversas empresas manufactureras, las

cuales se identificaron en el sistema de Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, (2022) y el SRI, (2022) como ente administrador tributario.

2.4.2. Muestra

Una muestra se refiere a una porción representativa de una población o conjunto más amplio, adquirida con el propósito de examinar características específicas de este grupo, de tal manera que, es un subconjunto de interés dentro de la población, del cual se recopilan datos relevantes, y debe seleccionarse de manera probalística para que los resultados obtenidos en la muestra puedan extrapolarse con validez a la totalidad de la población, asegurando así su representatividad (Del Cid et al., 2011; Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

Para este estudio se basó en la fórmula de la población finita establecida por Del Cid et al., (2011), para determinar el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2 * (N - 1) + z^2 * p * q} \quad (Ec1.)$$

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%

De tal manera que, al aplicar la fórmula,el tamaño de la muestra es el siguiente:

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 162}{0.05^2 * (162 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{155.58}{1.36}$$

$$n = 114$$

Muestra estratificada

La muestra estratificada es un enfoque de selección de muestra que se emplea cuando se busca comprender todos los grupos potenciales que componen una población según sus características, dividiendo la población en segmentos (cantones) y seleccionando una muestra de cada segmento (Del Cid et al., 2011; Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018). Es importante perfilar con exactitud los criterios de inclusión y exclusión de la muestra al referir características poblacionales, mediante información conceptual que describe una manufactura (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

En este sentido, como resultado de la técnica se generaron 114 datos muestrales, mismos que abarcan los estratos (manufacturas de los cantones: Santa Elena, La Libertad y Salinas) pertenecientes a la población de estudio la provincia de Santa Elena, Ecuador. De manera consecuente en la Tabla 9., se detallan los porcentajes perteneciente a la población estratificada.

Tabla 9. Estratificación muestral.

N°	Estratos de Provincia	Porcentaje	N° de PYMES
1	Santa Elena	54.32%	62
2	La Libertad	17.28%	20
3	Salinas	28.40%	32

TOTAL	100%	114
--------------	-------------	------------

Nota: Elaborado por autor(a).

En la Tabla 10., se detalló el criterio estadístico por conveniencia, mismo que dio como resultado 80 PYMES de manufacturas de la provincia de Santa Elena, debido a la falta de colaboración, ceso de funciones, operatividad y deseo de participación, las cuales se encuentran distribuidas en los respectivos estratos (cantones).

Tabla 10. Criterio estadístico por conveniencia.

N°	Estratos de Provincia	N° de PYMES	Criterios de inclusión y exclusión	Diferencia	N° de PYMES
1	Santa Elena	62	Falta de colaboración y cede de funciones	14	48
2	La Libertad	20		10	10
3	Salinas	32		10	22
TOTAL		114		34	80

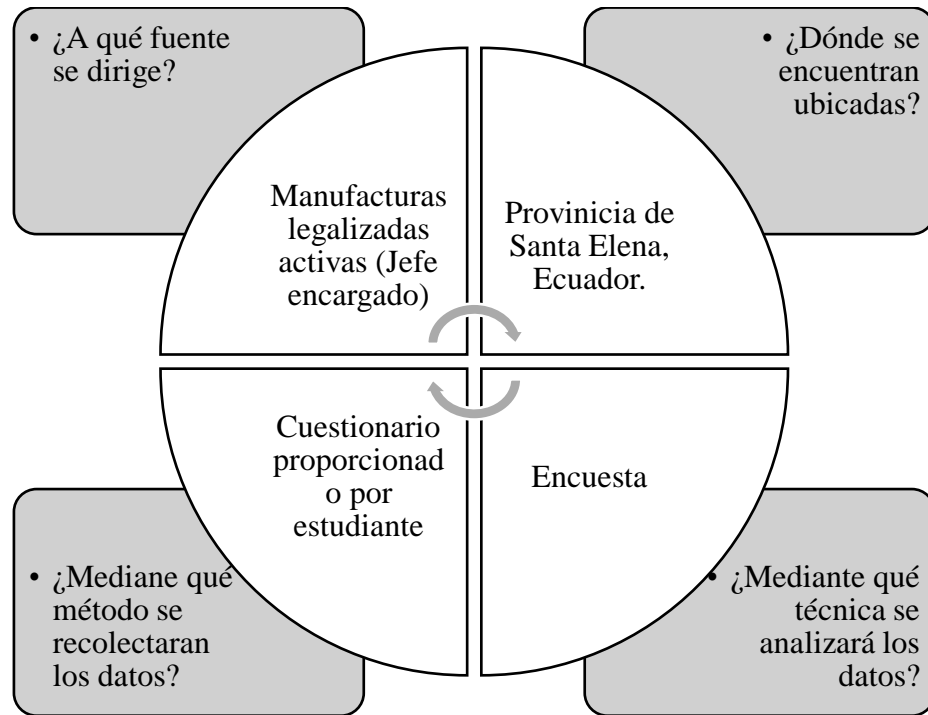
Nota: Elaborado por autor(a).

2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos

2.5.1. Métodos de recolección de datos

Para realizar una recolección de datos adecuada, es esencial diseñar un plan que describa las etapas necesarias para alcanzar un objetivo en particular (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018) En la Figura 8., se presenta un esquema que muestra el plan destinado a la recolección de datos.

Figura 8. Plan direccionado a recolección de datos.

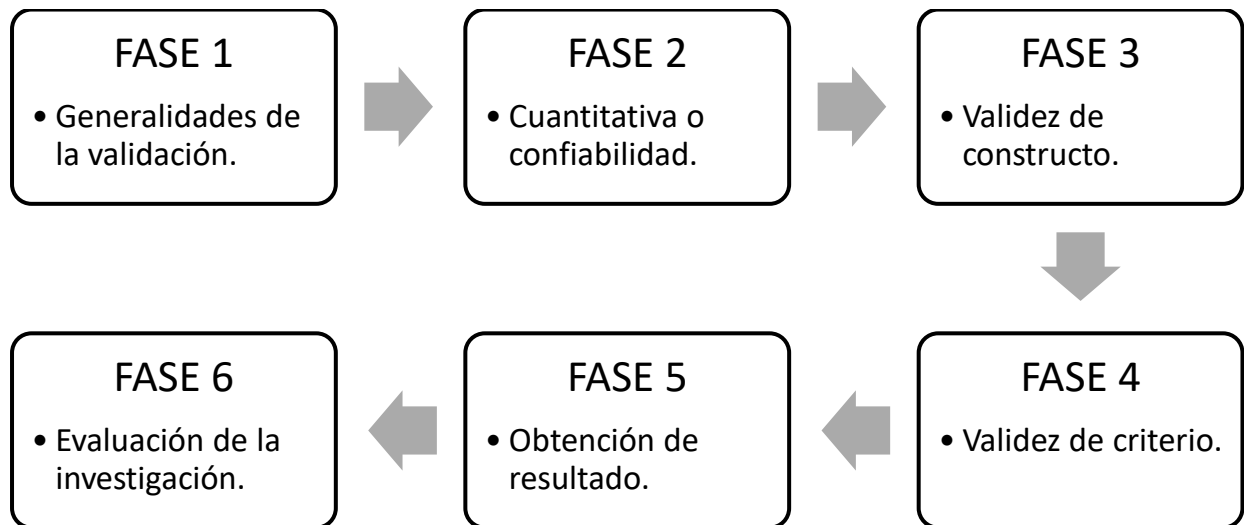


Nota: Elaborado por autor(a) modificado de (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

2.5.2. Técnicas de recolección de los datos

Para obtener y registrar los datos necesarios para la investigación, se utilizó la técnica de encuesta. Esta técnica se evaluó a través del método de Validación de Instrumentos, propuesto por (López Fernández et al., 2019), con el fin de asegurar la confiabilidad de los datos en investigaciones científicas. El propósito de esta metodología es asegurar la confiabilidad del instrumento de investigación. Para implementar este método, se siguieron de manera organizada las etapas que se detallan en la Figura 9.

Figura 9. Fases de la metodología para la validación de instrumentos.



Nota: Elaborado por autor(a) modificado de (López Fernández et al., 2019).

2.5.3. Instrumentos de recolección de datos

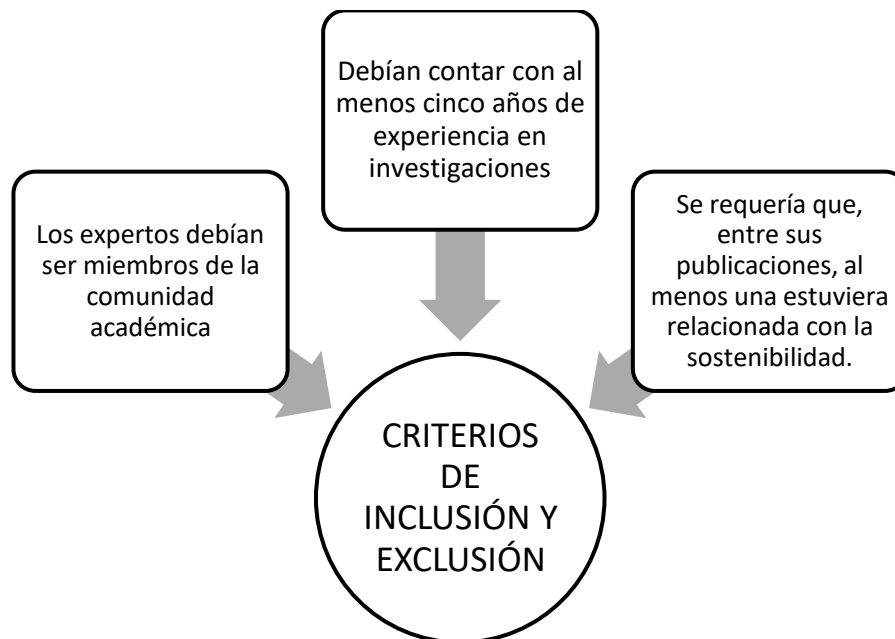
El uso de herramientas de recopilación de datos es esencial en la investigación, ya que es necesario obtener la información precisa para llevar a cabo el estudio y medir las variables relevantes (Del Cid et al., 2011).

En consecuencia, los investigadores cuentan con una amplia gama de instrumentos de recopilación de datos, que pueden ser de naturaleza cuantitativa, cualitativa o una combinación de ambas, con el fin de obtener la información necesaria (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

Con el propósito de obtener información de la muestra de estudio de manera organizada y sistemática, se utilizó la encuesta como método de recopilación de datos. Para ello, se diseñó y administro un cuestionario que contenía preguntas relacionadas tanto con la variable independiente (Modelo de incertidumbre) como con la variable dependiente (GSCM), con el objetivo de recopilar

datos estadísticos que contribuirían al desarrollo de un modelo de incertidumbre para la GSCM en la provincia de Santa Elena, previamente validado a través de juicio por expertos. Para la elección de expertos que integraron el comité, se aplicaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión, Figura 10.

Figura 10. Criterios de inclusión y exclusión (juicio por expertos).



Nota: Elaborado por autor(a).

2.6. Variables del estudio

En una investigación cuantitativa, las variables (Dependiente e Independiente) desempeñan un papel crucial, de tal manera que, se mencionan los con conceptos de las variables:

- **Variable Dependiente (VD):** Se describe al efecto procedente de la causa.
- **Variable Independiente (VI):** Hace referencia a la causa (procedimiento estímulo).

En este contexto, se procedió a establecer las variables del estudio:

- **VD:** Cadena de suministro verde.
- **VI:** Modelo de Incertidumbre.

2.7.Procedimiento para la recolección de los datos

En la investigación, se emplearon encuestas como medio para recopilar datos. Estas encuestas se dirigieron a jefes encargados de las empresas manufactureras seleccionadas para el estudio y los datos recopilados se procesaron y analizaron utilizando el Software IBM SPSS Statistics 25 para llevar a cabo el análisis pertinente.

De tal manera que, la recolección de datos implica la recopilación y estructuración de información relevante acerca de variables, eventos, contextos, categorías y comunidades relacionadas con la investigación (Useche et al., 2019). En la Tabla 11., se proporciona un plan detallado para el procesamiento de los datos, junto con las acciones correspondientes que se llevaran a cabo.

Tabla 11. Proceso para la recolección de datos.

N°	Plan	Actuaciones
1	Entorno o contexto a observar	En esta fase el sujeto o investigador identifica la variable de estudio, acompañado por una teoría y un método
2	Determinar la técnica de recolección de datos	Se selecciona el instrumento que se aplicará para acercarse a la realidad y extraer información, para medir el comportamiento de la variable estudiada.
3	Aplicación del instrumento	Es el conjunto de actividades llevadas a cabo por el ejecutor del trabajo de campo para la

aplicación del instrumento seleccionado con la finalidad de obtener los datos que se encuentran en el contexto estudiado.

Nota: Elaborado por autor(a) modificado de (Useche et al., 2019).

2.8. Plan de análisis e interpretación de los resultados

Se verificó la importancia de lograr los objetivos específicos establecidos en la investigación. Por este motivo, se elaboró un plan en el que se especificó que, para cumplir con el primer objetivo específico, se llevó a cabo una revisión bibliográfica a través de un análisis bibliométrico para categorizar la variable.

Luego en la Sección 2.5.2, se procedió a la recopilación de datos proyectada, y para esto se utilizó un instrumento de recolección de datos. Con respecto al cuestionario que se aplicó, se diseñó un plan de validación basado en el método propuesto (López Fernández et al., 2019) por “Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas”, Figura 9.

Posteriormente, se describieron las técnicas utilizadas para recopilar datos. El instrumento de recolección de datos, que se había sido validado previamente por un comité de expertos, se aplicó en campo para recoger la información. Luego, se presentó el análisis correspondiente de los datos recopilados a través de la aplicación del cuestionario. Para llevar a cabo este análisis, se empleó el software IBM SPSS Statistics 25 como una herramienta que demostró la viabilidad y confiabilidad al medir el grado de concordancia.

Con el propósito de facilitar la comprensión de la investigación, en la Tabla 12. se proporcionó una descripción detallada de la estructura de un plan de análisis con interpretación de

resultados. Esta tabla incluye los objetivos específicos, los procedimientos relacionados con cada objetivo, los instrumentos empleados para llevar a cabo dichos procedimientos y, por último, se presenta la obtención del resultado esperado como producto final

Tabla 12 Plan de análisis con interpretación de resultados.

N°	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	TÉCNICA	INSTRUMENTO	PRODUCTO PREVISIBLE
1	OE1: Desarrollar un estado del arte, a través de un análisis bibliométrico, para el sustento de la cadena de suministro verde mediante un modelo de incertidumbre.	1. Revisión de la literatura.	Análisis Bibliométrico	Sinergia entre variables.
		2. Análisis bibliométrico (red).	Base de datos web. Software VOSviewer.	
		3. CSF con un enfoque híbrido integrado AHP-TOPSIS-DEMATEL	MCDM	Detección de herramientas para la GSCM.
2	OE2: Establecer un marco metodológico, por medio de estudios de la cadena de suministro verde, para un modelado de incertidumbre.	1. Planeación para la obtención de datos.	Técnica metodológica para la recolección de datos.	Resolución metodológica.
		2. Planeación para la validación de cuestionario (encuesta).	Método de validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas.	Estratificación poblacional y muestral.
		3. Fases del desarrollo de un modelado.	Etapas para el desarrollo de modelado en bases teóricas.	Etapas estructuradas para modelar.
3	OE3: Explicar el impacto que genera la cadena de suministro verde mediante un modelo de incertidumbre para las pymes manufactureras.	1. Ejecución de la técnica para la recolección de datos.	Software SPSS-25.	Exposición de datos en tabulaciones.
		2. Análisis y fiabilidad de datos.	Análisis de varianza ANOVA y FISHER.	Exhibición de modelado para la GSCM.
		3. Elaboración del modelado.	Software Anylogic.	Determinación de conclusiones del estudio.

Nota: Elaborado por autor(a).

2.9. Recapitulación del Capítulo II

El enfoque metodológico de este estudio se procesa mediante un análisis del enfoque de investigación, identificando que pertenece al grupo cuantitativo. También se determinó el alcance utilizando el método de estratificación poblacional y muestral. Se describo el plan de evaluación y actuación para la recolección de datos en el campo, y se definieron las variables de estudio (Variable Independiente y Variable Dependiente).

Para la técnica de recolección de datos se estableció la técnica de encuesta, utilizando un cuestionario validado a través del método propuesto por (López Fernández et al., 2019), que involucro un comité de expertos seleccionados mediante criterios específicos. Finalmente, para llevar a cabo este análisis, se empleó el software IBM SPSS Statistics 25 como una herramienta que demostró la viabilidad y confiabilidad al medir el grado de concordancia.

CAPÍTULO III

MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Marco de resultados

3.1.1. Validación del instrumento de recolección de datos

Fase 1: Generalidades de la validación.

- **Construcción del cuestionario**

Se desarrolló un cuestionario para recopilar datos (ANEXO B). Este cuestionario incluyó 11 preguntas, donde 10 preguntas eran de carácter cerrado (Sí y No) y se aseguró que los datos se trataran de manera apropiada y se respetara la confiabilidad de las empresas, permitiendo así que los encuestados respondieran de forma anónima.

- **Juicio por expertos**

Con el objetivo de asegurar que las preguntas del cuestionario sean comprensibles, pertinentes, precisas, coherentes y adecuadas, se creó un grupo de tres expertos cuyos perfiles se examinaron previamente, utilizando criterios de inclusión y exclusión (Sección 2.5.3.). Estos expertos fueron contactados por teléfono, se les envió la documentación (ANEXO C) por correo electrónico y se recibieron sus respuestas de la misma manera. Uno de los expertos proporcionó comentarios a dos de las preguntas del cuestionario. Estos comentarios se tomaron en cuenta y se realizaron las correcciones necesarias para mejorar el cuestionario en términos técnicos y gramaticales.

Se detallan las calificaciones otorgadas por cada uno de los expertos (Tabla 13.) en cuanto a la adecuación y pertinencia de las preguntas. Se utilizó una escala tipo Likert,

donde: 1=muy en desacuerdo; 2=en desacuerdo; 3=en desacuerdo más que en acuerdo; 4=de acuerdo más que en desacuerdo; 5=de acuerdo; 6=muy de acuerdo. De tal manera que, si una pregunta obtuvo una calificación igual o mayor a 4 se demostró válida.

Tabla 13. Validación por expertos del cuestionario.

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS					VALIDACIÓN ² pregunta (SÍ/NO)
Nº	Evaluación	1 ¹	2 ¹	3 ¹	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
1	Adecuación	4	6	1	11	4	SÍ (4)
	Pertinencia	6	6	1	13	4	
2	Adecuación	5	6	6	17	6	SÍ (6)
	Pertinencia	5	6	6	17	6	
3	Adecuación	5	6	6	17	6	SÍ (6)
	Pertinencia	5	6	6	17	6	
4	Adecuación	5	6	6	17	6	SÍ (6)
	Pertinencia	5	6	6	17	6	
5	Adecuación	6	6	6	18	6	SÍ (6)
	Pertinencia	5	6	6	17	6	
6	Adecuación	4	6	6	16	5	SÍ (5)
	Pertinencia	4	6	6	16	5	
7	Adecuación	3	6	6	15	5	SÍ (5)
	Pertinencia	3	6	6	15	5	
8	Adecuación	6	6	6	18	6	SÍ (6)
	Pertinencia	6	6	6	18	6	
9	Adecuación	5	6	6	17	6	SÍ (6)
	Pertinencia	5	6	6	17	6	
10	Adecuación	5	6	6	17	6	SÍ (6)
	Pertinencia	5	6	6	17	6	
11	Adecuación	6	6	6	18	6	SÍ (6)
	Pertinencia	6	6	6	18	6	

Nota: Elaborado por autor (a).

Fase 2: Cuantitativa o confiabilidad.

Existen métodos para medir la confiabilidad de un instrumento, y todos utilizan fórmulas para calcular coeficientes de confiabilidad. Uno de estos coeficientes es el Alfa de Cronbach, desarrollado por (Cronbach, 1951), siendo un indicador ampliamente aceptado de la consistencia interna de la confiabilidad, de tal manera que, la ventaja de este enfoque es que solo se requiere una única administración del instrumento de medición (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

Según recomendaciones de los especialistas, el coeficiente Alfa de Cronbach debería ser al menos 0,70 para indicar que un cuestionario tiene una consistencia interna adecuada, de tal manera que, si el valor es bajo, es decir, inferior a 0,70 significa que la consistencia interna del cuestionario es deficiente, implicando una mala relación entre las preguntas. Se ha observado que el valor del coeficiente Alfa de Cronbach está ligado a la longitud del cuestionario, es decir al número de preguntas que contiene, puesto que, cuando aumenta la longitud del cuestionario, y por tanto el número de preguntas, el valor del coeficiente Alfa de Cronbach también tiende a aumentar (Aithal et al., 2020).

En este contexto, la Tabla 14. proporciona información sobre el coeficiente Alfa de Cronbach, que refleja la consistencia interna de un cuestionario y su confiabilidad.

Tabla 14. Valor del Alfa de Cronbach (α) con el grado de confiabilidad.

N°	Valor del Alfa de Cronbach (α)	Grado de confiabilidad
1	$\alpha \leq 0$	Se trata de un problema grave en el diseño del cuestionario, por lo que el investigador debería revisar el formato del cuestionario previsto para la encuesta.

2	$0 < \alpha < 0.5$	Baja consistencia interna y, por tanto, escasa interrelación ente las preguntas. Debe descartarse o revisarse.
3	$0.5 < \alpha < 0.7$	Consistencia interna y confiabilidad moderadas de un cuestionario determinado. Puede revisarse.
4	$\alpha = 0.7$	Coherencia interna y confiabilidad adecuadas de un cuestionario determinado.
5	$0.7 < \alpha < 0.9$	Alta consistencia interna y confiabilidad en un cuestionario determinado. Se puede revisar.
6	$0.9 < \alpha < 1.0$	Alta consistencia interna y confiabilidad en un cuestionario determinado.
7	$\alpha = 1.0$	Coherencia interna perfecta en un cuestionario determinado.

Nota: Elaborado por autor(a) modificado de (Aithal et al., 2020).

A través del análisis pertinente de las preguntas del cuestionario en el Software IBM SPSS Statistics 25, refleja que el cuestionario tiene una alta consistencia interna adecuada con un coeficiente Alfa de Cronbach de 0,982 como se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15. Confiabilidad Alfa de Cronbach.

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,982	1,000	15

Nota: Elaborado por autor(a).

Fase 3: Validez de constructo.

El análisis factorial clasifica variables similares juntas en factores para descubrir las variables subyacentes, utilizando únicamente la matriz de correlaciones de los datos, de tal manera

que, hay dos medidas estadísticas para evaluar la idoneidad de los datos para el análisis factorial: el índice de adecuación muestral de Kaiser – Meyer – Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett (Noora Shrestha, 2021). La Tabla 16. proporciona información sobre el valor KMO para el posterior análisis factorial del cuestionario.

Tabla 16. Valor Kaiser – Meyer – Olkin (KMO).

Valor Kaiser – Meyer – Olkin (KMO)	Análisis factorial
KMO < 0.5	Los resultados del análisis factorial sin duda no serán adecuados para el análisis de los datos.
KMO < 0.6	Indican que el muestreo no es adecuado y debe tomarse medidas correctoras.
0.6 < KMO < 0.7	Son valores mediocres.
0.7 < KMO < 0.8	Son valores medios.
0.8 < KMO < 1.0	Indican que el muestreo es adecuado.
KMO = 1.0	Indican que el muestreo es perfecto.

Nota: Elaborado por autor(a) modificado de (Noora Shrestha, 2021).

En este sentido, en la Tabla 17. Se presenta el resultado de la prueba KOMO y Barlett. La prueba reveló un valor de muestreo adecuado de 0.8, indicando la adecuación de la matriz de datos.

Tabla 17. Prueba Komo y Bartlett,

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,801
Prueba de esfericidad de	Aprox. Chi-cuadrado	,450
Bartlett	gl	25
	Sig.	,000

Nota: Elaborado por autor(a).

Fase 4: Validez de criterio.

La validez de criterio es una evaluación vinculada a la medición de los resultados de una encuesta basada en un cuestionario, de tal manera que, esta evaluación anticipa el resultado, en este sentido se midió el Coeficiente de Concordancia Kendall (CCK), que es una prueba estadística que permite establecer el grado de similitud de un grupo de variables, para las cuales, la magnitud se encuentra expresada en rangos o números ordinales. Estos números varían entre 0 y 1, donde 1 corresponde a un perfecto acuerdo o concordancia, y cero indica un desacuerdo o independencia entre las muestras (Aithal et al., 2020; Meza & Salamanca, 2022).

En concordancia con lo anterior, en la Tabla 18. el coeficiente Kendall es de 0.905, esto sugiere un elevado grado de acuerdo de expertos, lo que permite concluir que el instrumento es válido.

Tabla 18. Validez de concordancia Kendall.

Estadísticos de prueba	
N	3
W de Kendall ^a	,905

a. Coeficiente de concordancia de Kendall

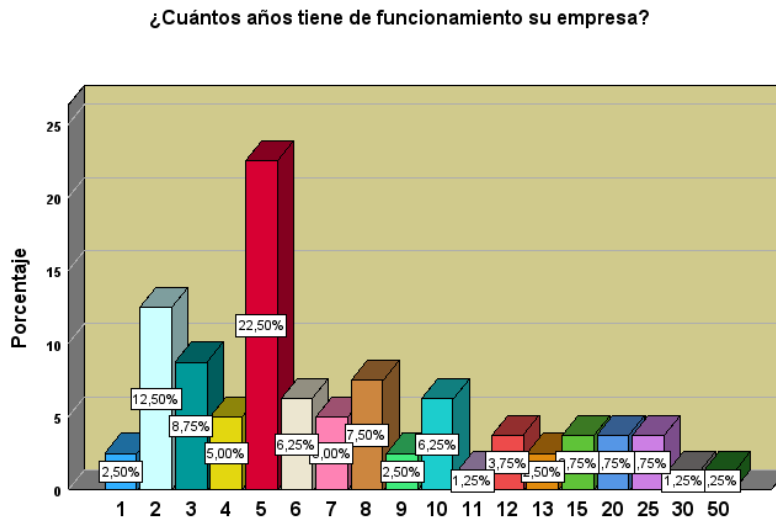
Nota: Elaborado por autor(a).

Fase 5: Obtención de resultado.

Para la recopilación de los datos, se optó por un muestreo por conveniencia, como se detalla en el Capítulo II, Sección 2.4.2. dando una aplicación de 80 PYMES manufactureras a encuestar en la provincia de Santa Elena, de tal manera que, el 22,50% de las empresas tienen cinco años de funcionamiento, 12,50% corresponde a dos años de funcionamiento, el 8,75% tiene tres años de funcionamiento, el 7,50% tienen ocho años de funcionamiento, el 6,25% tienen seis y diez años de experiencia, el 5% tiene cuatro y siete años de experiencia, el 3,75% tienen doce, quince, veinte

y veinticinco años de experiencia, el 2,50% tienen uno, nueve y trece años de experiencia, y el 1,25% tienen once, treinta y cincuenta años de experiencia como se muestra en la Figura 11.

Figura 11. Años de funcionamiento de pymes de la provincia de Santa Elena.

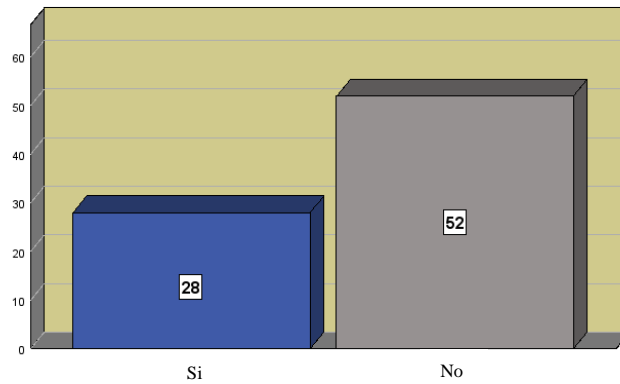


Nota: Elaborado por autor(a).

Según la información recopilada a través de las encuestas, se toman en consideración la existencia de una sección o departamento que se encargue de aspectos medios ambientales (Figura 12.), de tal manera que, no cumple con un 52% la administración ambiental interna de las pymes manufactureras de la provincia de Santa Elena, por otro lado, un 45% de la administración ambiental interna de la pymes manufactureras de la provincia de Santa Elena no mencionan aspectos ambientales de los productos en las campañas publicitarias (Figura 13.).

Figura 12 Administración ambiental interna.

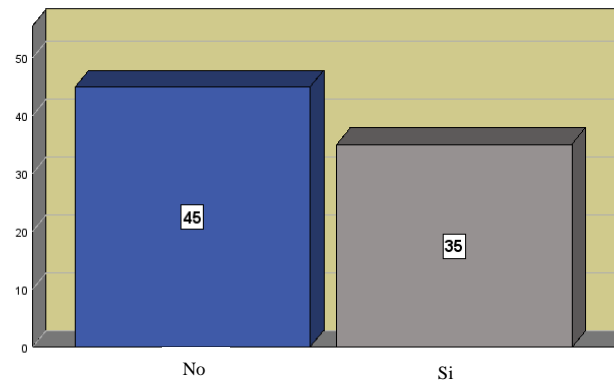
¿Hay una sección/departamento que se encarga de aspectos medio ambientales?



Nota: Elaborado por autor(a).

Figura 13 Administración ambiental interna.

¿En las campañas publicitarias se mencionan aspectos ambientales de los productos?



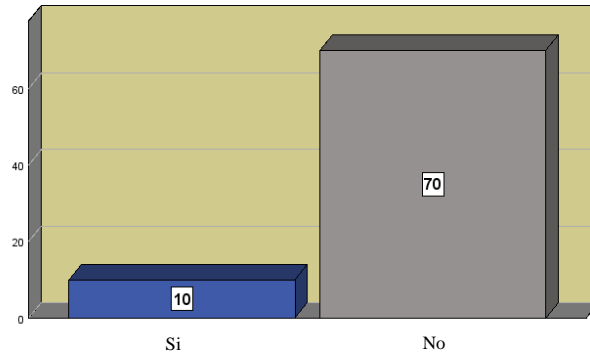
Nota: Elaborado por autor(a).

Las respuestas recabadas sobre las prácticas de reducción a nivel operacional revelan que un 70% de las empresas no han implementado medidas ambientales para optimizar sus procesos y reducir los desechos sólidos, según se muestra en la Figura 14. Además, un significativo 69% de las empresas informan haber obtenido beneficios concretos en la reducción de emisiones gracias a la implementación de mejores prácticas de gestión, como se evidencia en la Figura 15. Estos resultados indican una adopción generalizada de enfoques sostenibles y estrategias

medioambientales en el ámbito operativo, reflejando una tendencia positiva hacia la responsabilidad ambiental en las prácticas empresariales.

Figura 14. Prácticas de reducción en el nivel operacional (Producción).

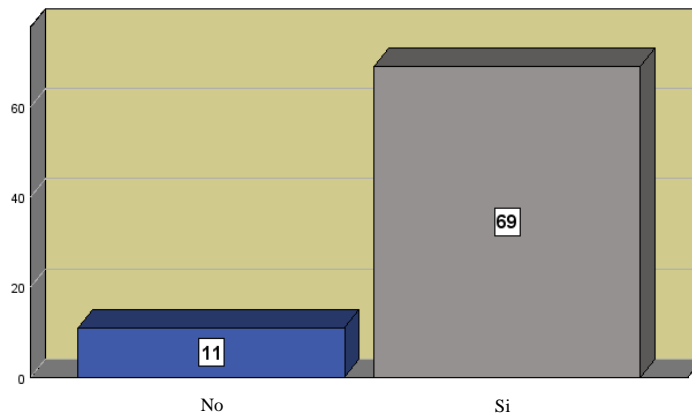
¿La empresa ha tomado medidas ambientales en la optimización de procesos para reducir los desechos sólidos?



Nota: Elaborado por autor(a).

Figura 15. Prácticas de reducción en el nivel operacional (Producción).

¿Debido a la implementación de mejores prácticas de gestión, se han logrado beneficios específicos en la reducción de emisiones?



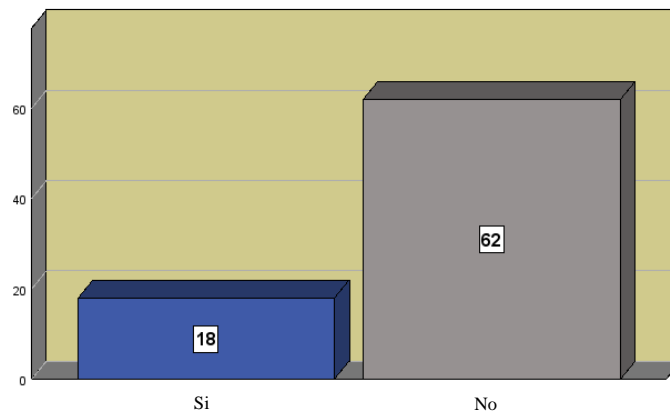
Nota: Elaborado por autor(a).

En la Figura 16., muestra que un notable 62% de las pymes manufacturera no toman en cuenta criterios medioambientales al adquirir o alquilar medios de distribución de productos. Este hallazgo resalta la creciente importancia que estas empresas otorgan a consideraciones ambientales en sus decisiones logísticas y de distribución. Esta tendencia indica un cambio significativo hacia

prácticas comerciales más sostenibles, donde la selección de medios de distribución se alinea con criterios medioambientales, evidenciando un compromiso cada vez mayor con responsabilidades ecológicas en el sector manufacturero de pymes. Estos resultados sugieren una conciencia creciente y adopción activa de prácticas comerciales sostenibles en el proceso de toma de decisiones logísticas.

Figura 16. Prácticas de reducción en el nivel operacional (Distribución).

¿Se utilizan criterios medio ambientales al momento de adquirir/rentar medios de distribución de productos?

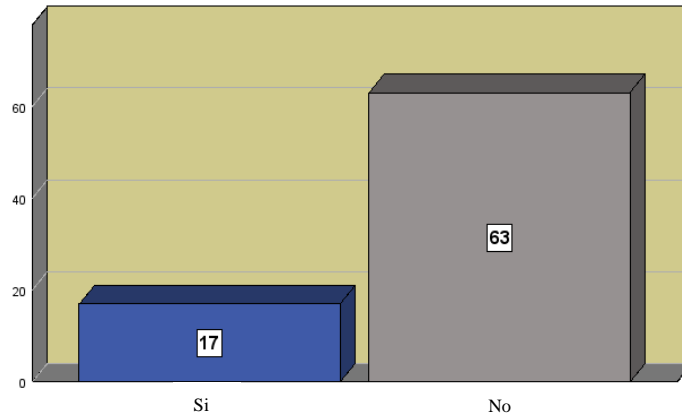


Nota: Elaborado por autor(a).

Con el objetivo de evaluar si las pymes manufactureras de la provincia de Santa Elena han implementado prácticas de compra verde en la adquisición de suministros, se formuló la pregunta: “¿La empresa ha contemplado acciones ambientales en la elección de proveedores por criterios medioambientales?”. Los resultados, detallados en la Figura 17, revelan que un 63% de las respuestas indican que estas empresas no han considerado acciones ambientales al seleccionar proveedores. Este dato subraya un interés significativo y compromiso activo de las pymes manufactureras en la provincia con la incorporación de criterios medioambientales en sus decisiones de adquisición de suministros, evidenciando una tendencia positiva hacia prácticas comerciales más sostenibles.

Figura 17. Compra verde (Suministro).

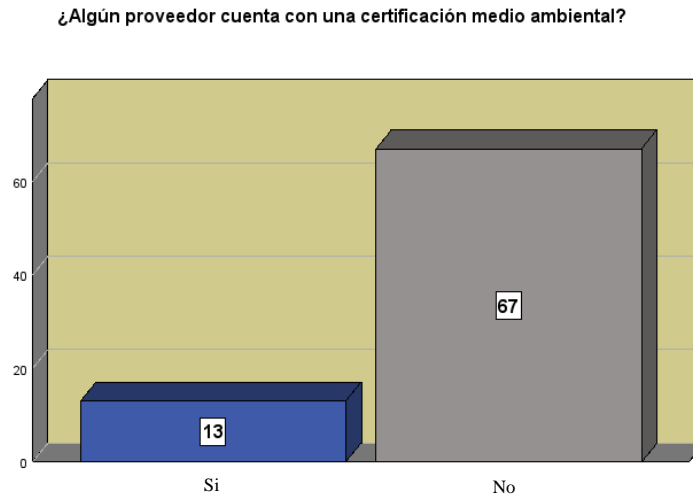
¿La empresa ha contemplado acciones ambientales en la elección de proveedores por criterios ambientales?



Nota: Elaborado por autor(a).

La Figura 18, en consonancia con las respuestas de los encuestados, revela que un significativo 67% de las pymes manufactureras de la provincia de Santa Elena no cuentan con proveedores que poseen certificación ambiental. Este hallazgo surge de que una parte considerable de estas empresas no se involucran activamente en la compra verde al elegir proveedores que han obtenido certificaciones reconocidas por sus prácticas medioambientales. La presencia de certificaciones ambientales en la cadena de suministro de estas pymes subraya un compromiso tangible con la sostenibilidad y la preferencia por fuentes de suministros que cumplen con estándares ambientales reconocidos. Estos resultados indican un impulso positivo hacia prácticas comerciales más ecológicas en el ámbito empresarial de la provincia,

Figura 18. Compra verde (Suministro).

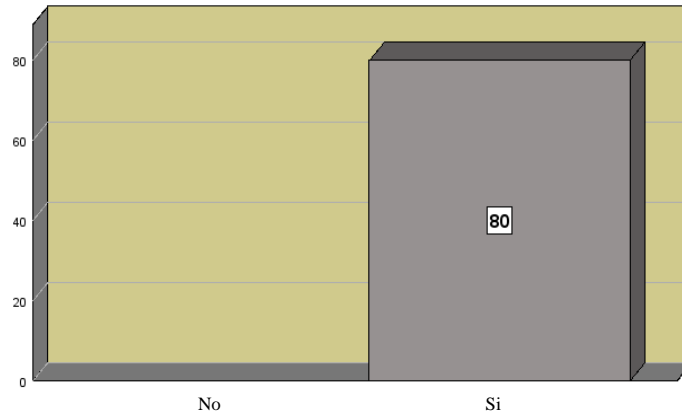


Nota: Elaborado por autor(a).

Finalmente, se destaca que las pymes manufactureras de la provincia de Santa Elena muestran una disposición marcada para adoptar mecanismos que contribuyan a la reducción de la contaminación ambiental. Este compromiso se refleja en un noble 80% de respuestas positivas, como se evidencia en la Figura 19. Estos resultados sugieren una conciencia y una voluntad significativa por parte de estas pymes para implementar prácticas que minimicen su impacto ambiental, indicando una actitud proactiva hacia la sostenibilidad y responsabilidad ecológica. Este alto porcentaje sugiere un ambiente propicio para la adopción continua de medidas ambientales en las operaciones comerciales de estas pymes en la provincia.

Figura 19. Adopción de mecanismos que disminuyan la contaminación ambiental.

¿Considera usted conveniente adoptar mecanismos que disminuyan la contaminación ambiental?



Nota: Elaborado por autor(a).

Fase 6: Evaluación de la investigación.

A través de la encuesta, se realiza una investigación exhaustiva para determinar la presencia de prácticas de cadena de suministro verde en las pymes manufactureras de la provincia de Santa Elena. Se exploran distintos aspectos dentro de esta categoría, abarcar la gestión ambiental interna, la compra verde, el ecodiseño y prácticas de reducción en el nivel operativo. La Tabla 19. presenta de manera detallada las preguntas formuladas, la escala utilizada para evaluar cada bloque y el número de respuesta obtenidas para cada pregunta. Este enfoque integral permite una comprensión más completa de la adopción de prácticas sostenibles en la cadena de suministro por parte de las pymes manufactureras de la provincia, proporcionando datos concretos sobre la implementación y la relevancia de estas prácticas en el contexto empresarial local.

Tabla 19. Lista de preguntas con su escala de medición y respuestas.

Bloque	Pregunta	Escenario estratégico	Respuesta		Total (Pymes encuestadas)
			Valido		
			NO	SI	

Administración ambiental interna	P2. ¿Hay una sección/departamento que se encarga de aspectos medio ambientales?	Administración	52	28	80
	P10. ¿En las campañas publicitarias se mencionan aspectos ambientales de los productos?	Administración	45	35	80
Compra verde	P7. ¿La empresa ha contemplado acciones ambientales en la elección de proveedores por criterios ambientales?	Suministro	63	17	80
	P8. ¿Algún proveedor cuenta con una certificación medio ambiental?	Suministro	67	13	80
Ecodiseño	P4. ¿La empresa ha tomado medidas ambientales en el reciclaje de materiales internos generado en los procesos productivos?	Producción	72	8	80
	P6. ¿La empresa utiliza empaques que puedan ser reciclados?	Distribución	62	18	80
Prácticas de reducción en el nivel operacional	P3. ¿La empresa ha tomado medidas ambientales en la optimización de procesos para reducir los desechos sólidos?	Producción	70	10	80
	P5. ¿Debido a la implementación de mejores prácticas de gestión, se han logrado beneficios específicos en la reducción de emisiones?	Producción	11	69	80
	P9. ¿Se utilizan criterios medio ambientales al momento de adquirir/rentar medios de distribución de productos?	Distribución	62	18	80

Nota: Elaborado por autor(a).

A través de la implementación de la encuesta con los datos obtenidos de la muestra estratificada utilizando el criterio estadístico de conveniencia en pymes manufactureras de la provincia de Santa Elena, se logró identificar que, el 22,50% de las empresas tienen cinco años de funcionamiento con respecto al resto de las empresas encuestadas. El 52% de la administración

ambiental interna no tiene sección o departamento que se encargue de aspectos medios ambientales, por otro lado, un 45% de las empresas no mencionan aspectos ambientales de los productos en las campañas publicitarias.

La caracterización de la cadena de suministro en pymes manufactureras de la provincia de Santa Elena reúne tres escenarios estratégicos: suministro, producción y distribución. En este sentido, el 63% y 67% de las empresas encuestadas no toman en cuenta criterios medioambientales para la elección de proveedores para la compra verde en la cadena de suministro. El 70 % de las empresas no han tomado medidas ambientales en la optimización de procesos para reducir los desechos sólidos y un 69% que las empresas han logrado beneficios específicos en la reducción de emisiones, debido a la implementación de mejores prácticas de gestión. El 62% de las empresas no utilizan criterios medios ambientales al momento de adquirir o rentar medios de distribución de productos. De tal manera que, el 80% de las empresas encuestadas están dispuestas a adoptar mecanismos que disminuyan la contaminación ambiental.

3.1.2. Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación

3.1.2.1. Definición de hipótesis

Hipótesis nula (H0)

El modelado de incertidumbre no incide en la cadena de suministro verde de la provincia de Santa Elena, Ecuador.

Hipótesis alternativa (Ha)

El modelado de incertidumbre incide en la cadena de suministro verde de la provincia de Santa Elena, Ecuador.

3.1.2.2. Comprobación de hipótesis mediante análisis de varianza ANOVA

Se empleó el análisis de varianza (ANOVA) para verificar las hipótesis. Este método se utiliza en el diseño de experimentos cuando se tienen datos cuantitativos. En la Tabla 20. Se detalla la condición de decisión para el número Fisher calculado (F_c).

Tabla 20. Condición de decisión para análisis de varianza ANOVA.

Condición de decisión	
$H_0 = F_c \leq F_t$	Para considerar la H_0 el número de Fisher calculado (F_c) es igual o menor a Fisher tabulado (F_t).
$H_a = F_c > F_t$	Para considerar la H_a el número de Fisher calculado (F_c) es igual o mayor a Fisher tabulado (F_t).

Nota: Elaborado por autor(a).

Enfatizando como se toman decisiones según los resultados de los análisis de varianza (ANOVA), en la Tabla 21. se explican los siguientes criterios:

Tabla 21. Criterios en base a los escenarios ANOVA.

Criterio	
K	Números de grupos
n_i	Lado de muestra del grupo i
n	Lado de la muestra general, incluye ($\sum n_i, i = 1 \text{ a } k$)
\bar{x}_i	Promedio del grupo i
\bar{x}	Promedio general ($\sum x_{i,j}/n, i = 1 \text{ a } k, j = 1 \text{ a } n_i$)
S_i	Desviación estándar del grupo i

Nota: Elaborado por autor(a).

Según los escenarios del análisis de varianza ANOVA, en Tabla 22., se definen los siguientes indicadores:

Tabla 22. Indicadores bajo escenarios ANOVA.

Indicador	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Estadística F
Grupos				
(entre grupos)	$k - 1$	$SS = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2$	$MSG = \frac{SSG}{K - 1}$	$F = \frac{MSG}{MSE}$
Error				
(dentro de grupos)	$N - 1$	$SSG = \sum_{i=1}^k n_i (n_i - 1) s_i^2$	$MSE = \frac{SSE}{n - k}$	
Total	$k - 1$	$SS(TOTAL) = SSG + SSE$	$\sigma = \frac{SS(TOTAL)}{n - 1}$	

Nota: Elaborado por autor(a).

Cálculos de resultados obtenidos

1) Promedio de alternativas de respuestas

$$\text{Prom. NO} = \frac{0+52+45+63+67+72+62+70+11+62+0}{11} = \frac{504}{11} = 45,82 \quad (\text{Ec.1})$$

$$\text{Prom. SI} = \frac{0+28+35+17+13+8+18+10+69+18+80}{11} = \frac{206}{11} = 26,91$$

$$\text{Prom. General} = \frac{45,82+26,91}{2} = \frac{72,73}{2} = 36,365 \quad (\text{Ec.2})$$

2) Suma de cuadrados

$$\text{Prom. NO} = (45,82 - 36,365)^2 = 89,397 \quad (\text{Ec.3})$$

$$\text{Prom. SI} = (26,91 - 36,365)^2 = 89,397 \quad (\text{Ec.4})$$

3) Suma de cuadrados por grupos

$$SS \text{ NO} = 89,397 * 11 = 983,367 \quad (\text{Ec.5})$$

$$SS\ SI = 89,397 * 11 = 983,367 \quad (\text{Ec.6})$$

$$SS\ \text{General} = SSG = 983,367 + 983,367 = 1966,55$$

4) Cálculo de varianza

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (\text{Ec.7})$$

$$S\ NO = 7231,275$$

$$S\ SI = 7231,275$$

$$\sum s = SSE = 14462.55$$

5) Cálculo de cuadrado medio

$$MSG = \frac{SSG}{K-1} \quad (\text{Ec.8})$$

$$MSG = \frac{1966,55}{2-1}$$

$$MSG = 1966,55$$

$$MSE = \frac{SSG}{n-K} \quad (\text{Ec.9})$$

$$MSE = \frac{14462.55}{22-2}$$

$$MSE = 723,12$$

$$S = \frac{SS(TOTAL)}{n-1} \quad (\text{Ec.10})$$

$$S = \frac{16429,09}{22-1}$$

$$S = 782,338$$

6) Estadístico de F calculado

$$F = \frac{MSG}{MSE} \quad (\text{Ec.11})$$

$$F = \frac{1966,55}{723,12}$$

$$F = 2,71$$

En la Tabla 23, se muestra el resultado final que incluye el valor calculado de Fisher obteniendo el análisis de ANOVA. Este análisis es esencial para evaluar las diferencias significativas entre grupos y proporciona una comprensión más profunda de las variaciones observadas en el estudio, de tal manera que, siendo este un enfoque analítico, fortalece la credibilidad de los hallazgos y brinda información valiosa sobre la significancia de las variables examinadas en el contexto de la investigación sobre la cadena de suministro verde en la provincia de Santa Elena.

Tabla 23. Fisher calculado a través de ANOVA.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Estadística Fc.	Fα 0,95
Grupo	1966,54	1	1966,54	2,71950	4,351
Error	14462,54	20	723,12		
Total	16429,09	21			

Nota: Elaborado por autor(a).

En base a la información proporcionada, se puede afirmar que el valor crítico Ft es 4,351, y esta información se encuentra en la Tabla de Fisher, específicamente en el Anexo F. la determinación de este valor crítico implica un ajuste de los grados de libertad de acuerdo con el estadístico F α en el grupo y el error calculado. Este proceso refuerza la robustez del análisis de

ANOVA al establecer un umbral crítico para evaluar la significancia estadística de las variaciones observadas en el estudio. La inclusión de esta información en el Anexo F proporciona transparencia y claridad sobre la base estadística utilizada en la investigación, fortaleciendo la integridad y la interpretación precisa de los resultados. De tal manera que:

- Si el $F_c = 2,71950 > F$ de la tabla de distribución $F_{t=4,351}$; se considera la H_0 excluyendo H_a .
- Si el $F_c = 2,71950 < F$ de la tabla de distribución $F_{t=4,351}$; se excluye la H_0 considerando la H_a .

Siguiendo la línea de razonamiento previamente mencionada, el notar que el valor F_c es superior al valor crítico en la tabla de distribución de Fisher, la decisión es rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis alternativa (H_a). Este resultado sugiere que el modelado de incertidumbre tiene un impacto significativo en la cadena de suministro verde en la provincia de Santa Elena, Ecuador. El hecho de superar el umbral crítico refuerza la evidencia de que la introducción de incertidumbre en el modelo es un factor influyente en las prácticas de la cadena de suministro verde en la provincia, proporcionando una base estadística sólida para respaldar esta conclusión.

3.2. Propuesta de mejora

3.2.1. Tema

PROPUESTA DE MODELADO DE INCERTIDUMBRE PARA LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO VERTE EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.

3.2.2. Introducción

En las últimas décadas, académicos y profesionales se han esforzado por ampliar la frontera del desarrollo sostenible hacia la gestión de la cadena de suministro (SCM)(Tsai et al., 2021), y esta ha tenido progresión de la exploración de la sostenibilidad dando énfasis en la comprensión de diversos aspectos de la gestión de la cadena de suministro verde (GSCM), estos aspectos están relacionados a la práctica de emplear insumos de los usuarios que sean menos perjudiciales para el medio ambiente y convertirlos en productos que puedan recuperarse y, en cambio, reutilizarse al final de su existencia (Navaneet D. Deshpande et al., 2023).

Los profesionales y académicos dedican gran atención a abordar iniciativas y ejecutar mecanismos para abordar las preocupaciones sociales, políticas, económicas y ambientales de los stakeholders en una sociedad. Además, las organizaciones y los investigadores reconocen que existe la necesidad de implementar prácticas de la gestión de la cadena de suministro verde (GSCM) como parte de una estrategia verde (Birasnav et al., 2022).

Suaedi et al., (2023), establecen que a nivel mundial las prácticas de la gestión de la cadena de suministro verde se consideran elementos esenciales para el desarrollo sostenible en las organizaciones manufactureras. En este sentido, los factores internos y externos deben estar engranados y favorecer las relaciones de intercambio en cada uno de los eslabones involucrados

con la producción y comercialización de productos en las cadenas de suministros (SC) (Nugent, 2019).

Según Teixeira et al., (2020), la implementación y las prácticas de la GSCM varían entre las organizaciones debido a la combinación de factores que incluyen la industria, el tamaño de la organización, la cultura, las regulaciones, las presiones de los stakeholders y los recursos disponibles. Las economías emergentes requieren nuevos modelos de cadenas de producción, pero se sabe poco sobre la GSCM especialmente en América Latina. De tal manera que, la GSCM se convierte en un enfoque poderoso para que las empresas diferencien su negocio de los competidores y fomenten un desarrollo sostenible (Azadi et al., 2023).

La producción y consumo sostenible (CPS) contribuyen a fomentar un desarrollo equilibrado desde el punto de vista ambiental, social, político y económico, además, actúa como un impulsor fundamental hacia una reforma económica y un crecimiento sostenible, ya que se basa en la promoción del desarrollo y la producción sostenibles (Glavič et al., 2021).

La gestión eficiente de la cadena de suministro verde (GSCM) se ha convertido en un tema crítico en la actualidad, especialmente cuando se aborda desde la perspectiva regiones específicas, donde los desafíos ambientales y las oportunidades para la sostenibilidad pueden variar considerablemente. Es este contexto, la provincia de Santa Elena, Ecuador, emerge como un escenario que demanda enfoques innovadores y adaptados a su realidad para abordar la incertidumbre en la gestión de la cadena de suministro verde.

En este sentido, diversos estudios han subrayado la importancia de abordar la incertidumbre en la cadena de suministro verde para mejorar la sostenibilidad ambiental. Según Flórez et al., (2019), la GSCM no solo implica la consideración de prácticas éticas y sostenibles,

sino también la capacidad de lidiar con la incertidumbre inherente en los procesos logísticos. En la provincia de Santa Elena, donde la complejidad ambiental se entrelaza con la dinámica de la cadena de suministro, el modelado de incertidumbre emerge como una estrategia clave para fortalecer las prácticas sostenibles.

El desarrollo de esta propuesta se basa en la premisa de que la gestión efectiva de la cadena de suministro verde nos solo requiere la adopción de prácticas sostenibles, si no también la capacidad de anticipar y gestionar la incertidumbre. La incorporación de la incertidumbre en los modelos de la cadena de suministro puede mejorar la toma de decisiones y fortalecer la resiliencia del sistema. Según De La Hoz et al., (2022), la gestión proactiva de la incertidumbre es crucial para una cadena de suministro verde efectiva.

En este sentido, para ser más respetuosos con el medio ambiente, se han implementado prácticas sostenibles en las GSCM, tales como, la logística inversa y cadenas de suministros de circuito cerrado. Tomar acciones para minimizar el agotamiento de recurso está estrechamente ligado a una Economía Circular (EC). La finalidad de una EC es separar la generación de valor de la producción de residuos y el consumo de recursos, logrando esto mediante una transformación significativa en los sistemas de producción y consumo (Camacho-Otero et al., 2018).

La combinación de elementos en un entorno complicado facilita la realización de experimentos a través de la simulación. Esta simulación implica modelar un conjunto de variables que evolucionan con el tiempo, permitiendo sistemas emulares formados por diversos agentes. Para simular sistemas compuestos por múltiples elementos, es necesario modelar todo el sistema mediante herramientas de simulación integradas, otra forma sería simular a través de una co-simulación (Alfalouji et al., 2023).

La GSCM en la provincia de Santa Elena, Ecuador, se ha posicionado como una disciplina esencial para el desarrollo sostenible. La necesidad de abordar la variabilidad ambiental y la incertidumbre ha destacado la importancia del modelado en esta área. La implementación de enfoques personalizados y estrategias innovadoras, especialmente en la intersección de la GSCM, la EC y la simulación, subraya la relevancia de estrategias adaptadas a la realidad local. Estas iniciativas no solo diferencian negocios, sino que también contribuyen a un crecimiento equilibrado en todas las dimensiones, fortaleciendo así la sostenibilidad en la GSCM en la provincia de Santa Elena.

3.2.3. Metodología

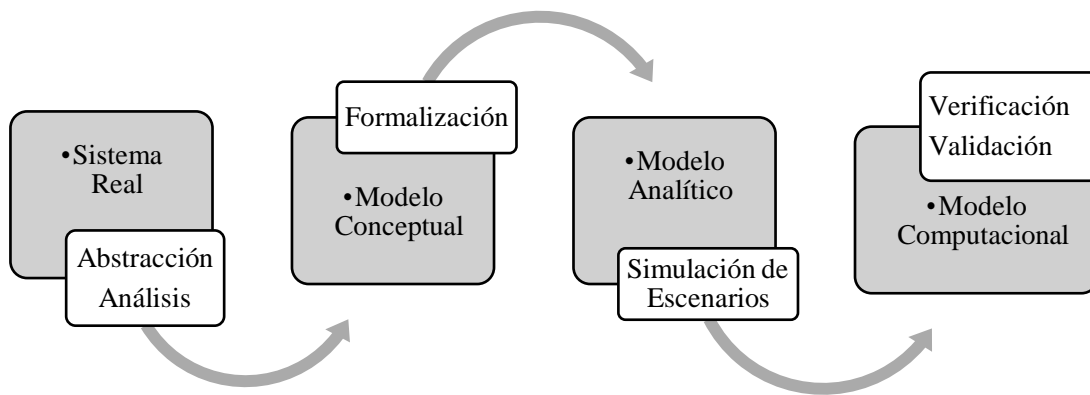
Tras una minuciosa revisión de la información disponible sobre la GSCM en la provincia de Santa Elena, Ecuador, como se detalla en el Capítulo 2. (Sección 3.1), se llega a la conclusión de que el análisis de esta temática ha sido abordado desde diversas perspectivas, incluyendo una fundamentación teórica conceptual. Además, se ha empleado un enfoque analítico detallado para desentrañar las complejidades propias de la GSCM en la provincia. La observación meticulosa ha complementado estas aproximaciones, permitiendo así obtener una comprensión integral de los desafíos y oportunidades que caracterizan la implementación de prácticas verde en la cadena de suministro en la provincia de Santa Elena.

La metodología empleada para la creación del modelo de incertidumbre en la GSCM se adhiere al proceso bien establecido de modelado de sistemas complejos, como lo detallan (Izquierdo et al., 2008). Este enfoque, delineado en las etapas presentadas en la Figura 20., se inicia con la abstracción detallada del sistema objeto de estudio. A lo largo de este proceso, se realiza un

análisis minucioso que permite identificar las características principales del sistema y sus interacciones críticas.

La metodología avanza hacia la formalización de esta abstracción, utilizando herramientas computacionales para representar analíticamente las dinámicas del sistema. Este enfoque integral asegura que el modelo de incertidumbre desarrollado sea robusto y capaz de capturar la complejidad inherente de la GSCM.

Figura 20. Representación simplificada y fundamental del proceso de modelado de sistemas complejos.



Nota: Elaborado por autor(a) basado en (Izquierdo et al., 2008).

En primera instancia, el proceso de modelado comienza con la abstracción, análisis y síntesis del sistema real, se destacan las características fundamentales de su funcionamiento, identificando las propiedades pertinentes que deben reflejarse en el comportamiento del modelo y los parámetros que medirán la evolución del fenómeno. Esta abstracción requiere un examen detallado de los mecanismos de formación y operación de la GSCM, cuyo comportamiento se busca emular. Durante este análisis, se profundiza en la caracterización de los objetivos del sistema estudiado y de sus componentes, así como en los mecanismos de relación entre ellos. Además de

las propiedades observables, se proponen características adicionales derivadas del propio concepto de GSCM que se pretende incorporar en el modelo.

La fase de elaboración del modelo conceptual es la más creativa para el modelador. Durante este proceso, se concentra en conceptualizar el sistema de estudio, desvinculándolo de su entorno y delineándolo con base en sus metas, características y componentes esenciales. En el modelo analítico, las premisas delineadas en el modelo conceptual se formulan de manera analítica a través de ecuaciones matemáticas o expresiones lógicas que describen la evolución del sistema con el tiempo y reproducen los comportamientos observados en el sistema real.

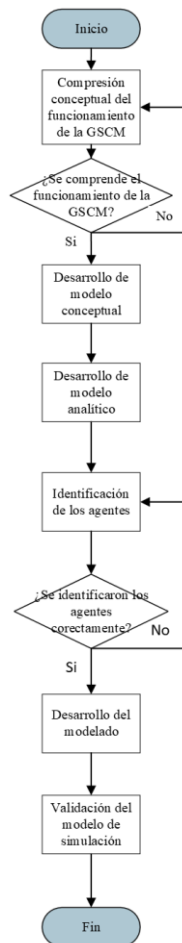
Basándose en las premisas del modelo analítico y su enfoque de modelado, se procede a la traducción del modelo a un lenguaje de programación formal en la base de implementación computacional. La esencia de esto radica en codificar analíticamente las proposiciones del modelo, utilizando un lenguaje programación que permita su ecuación en un entorno computacional. La simulación resultante del modelo computacional debe ser capaz de reflejar de manera precisa y detallada la evolución del sistema real en una variedad de escenarios. Este proceso asegura que los resultados obtenidos sean representativos del comportamiento dinámico del sistema, permitiendo así una evaluación efectiva de su desempeño en diferentes condiciones.

En cuanto a la fase final del proceso, se llevará a cabo la verificación y validación. La verificación implica asegurarse de que el modelo computacional cumple con las premisas establecidas en las fases anteriores. La validación se encarga de confirmar la precisión de los resultados de la simulación al compararlos con los obtenidos en un sistema real. Si los resultados de la simulación coinciden con las expectativas, significa que el modelo ha sido representado correctamente y es válido para respaldar el estudio para el cual fue diseñado.

3.2.4. Descripción del modelo basado en agentes

La metodología empleada en la simulación computacional se realizó bajo la teoría conceptual, analítica la observación. Se utilizó el software Anylogic, disponible gratuitamente para estudiantes, debido a su capacidad para representar de manera la realidad a través de una simulación 3D mediante una modelación informática discreta. Este enfoque siguió la estructura del flujograma del Modelo Basado en Agente (MBA), como se muestra en la Figura 20.

Figura 21. Flujograma para simulación.



Nota: Elaborado por autor(a).

El MBA para la SC proporciona una visión detallada de cómo se aplica la teoría de agentes para representar la dinámica y las interacciones en este contexto específico. El modelo detalla como los agentes, con roles y comportamientos específicos, interactúan entre sí en el sistema de la SC, abordando temas claves como la toma de decisiones, la adaptabilidad y las respuestas a cambios.

3.2.4.1. Intención

El modelo de incertidumbre diseñado para la GSCM en la provincia de Santa Elena, Ecuador, fomenta un enfoque circular al incorporar la simulación de varios escenarios. Esta metodología circular implica la representación detallada y la simulación de diversos contextos, lo que proporciona una base robusta para la toma de decisiones sostenibles en todas las etapas de la cadena de suministro. Al modelar y simular la incertidumbre, se fortalece la capacidad del sistema para adaptarse a diferentes condiciones, mejorando así la resiliencia y la eficiencia de la GSCM en este entorno específico, por esta razón, se van a analizar los siguientes aspectos:

$$\sum (Beneficio\ Económico)_{cooperación} > \sum (Beneficio\ Económico)_{nocooperación} \quad \mathbf{Ec. 1}$$

$$\sum (Beneficio\ Ambiental)_{cooperación} > \sum (Beneficio\ Ambiental)_{nocooperación} \quad \mathbf{Ec. 2}$$

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

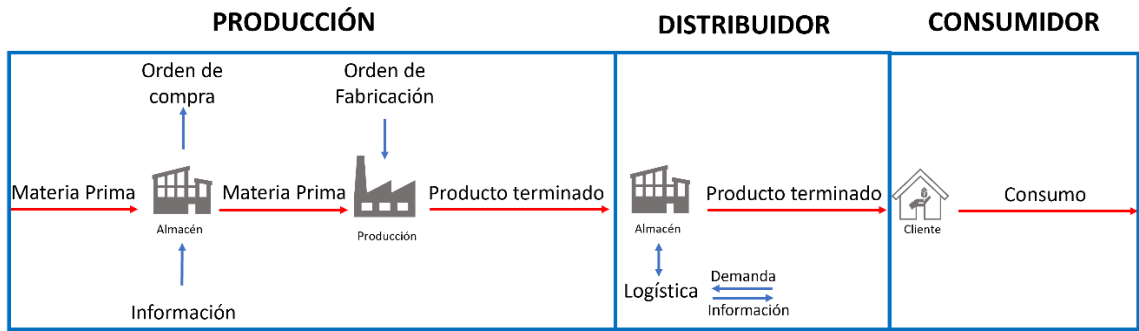
3.2.4.2. Simplificación

3.2.4.2.1. Desarrollo del sistema real

En el inicio del proceso de construcción del modelo, se comienza simplificado el sistema real que se requiere representar. Dado que los sistemas reales tienen a ser muy complejos, el objetivo principal es resaltar sus características clave para identificar las propiedades

fundamentales que se desean analizar. Estas propiedades se incorporan a la representación, junto con los parámetros necesarios para medir el cambio en el fenómeno durante el periodo específico de tiempo. La Figura 22., proporciona una visualización del sistema real.

Figura 22. Sistema Real.

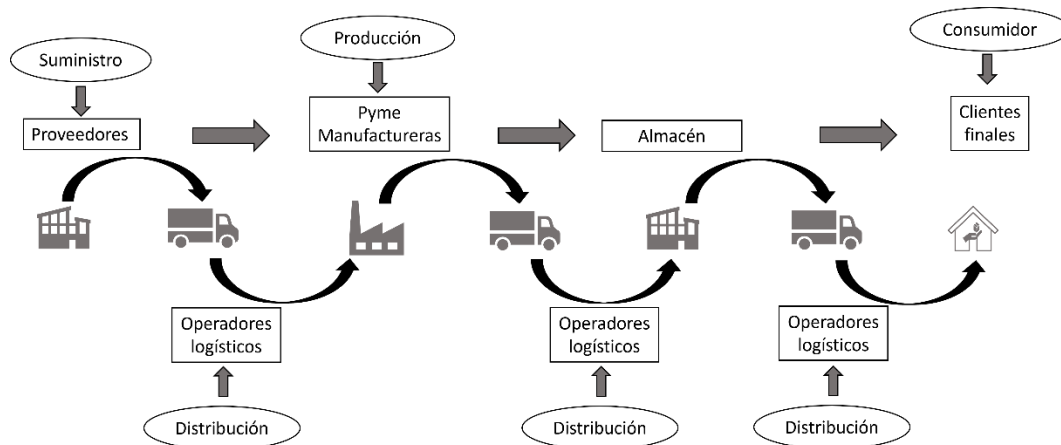


Nota: Elaborado por autor(a).

3.2.4.2.2. Modelo conceptual

El modelo conceptual debe comprender las especificidades del concepto de GSCM y las experiencias prácticas, al mismo tiempo que refleja las características intrínsecas de un sistema complejo y adaptable. Para recrear un entorno realista que incluya a todos los participantes del sistema en la simulación, se creó un modelo conceptual que influye en MBA. Esto requirió la aplicación de técnicas analíticas para definir su desarrollo. En la Figura 23., se muestra el modelo conceptual adaptado a las condiciones reales del entorno natural.

Figura 23. Modelo Conceptual.

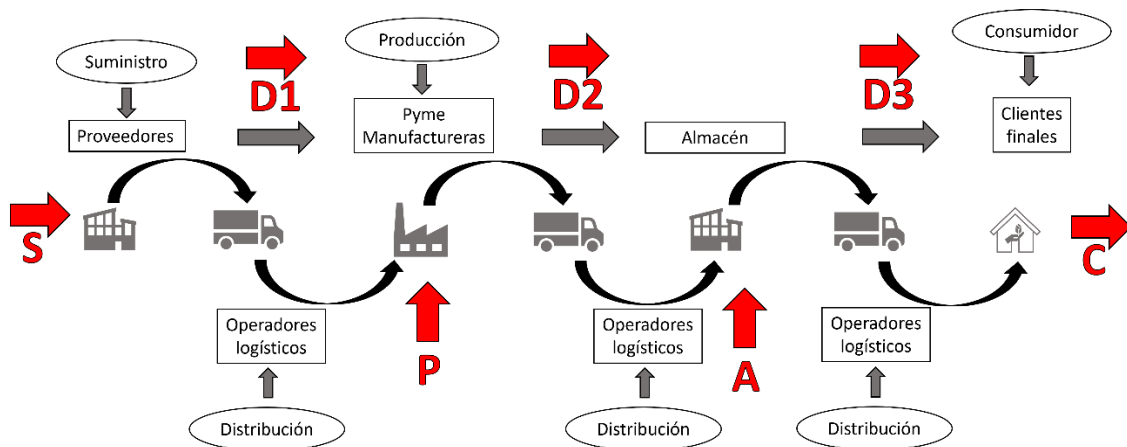


Nota: Elaborado por autor(a).

3.2.4.3. Modelo analítico

La necesidad de desarrollar un modelo analítico se hizo evidente debido a su influencia en el modelo conceptual, llegando a reemplazarlo para adaptarse al entorno de simulación utilizando un lenguaje reconocido por el simulador (Anylogic). En la Figura 24., se exhibe el modelo analítico adaptado con las expresiones matemáticas necesarias para representar cada componente asociado al modelo conceptual.

Figura 24. Modelo analítico.



Nota: Elaborado por autor(a).

Donde cada variable indicada en el modelo analítico hace ilusión a:

- **S:** Suministro
- **D:** Distribución
- **P:** Empresa
- **A:** Almacén
- **C:** Cliente

En la Tabla 24., se detallan los agentes que constituyeron el sistema examinado mediante el modelo analítico mencionado anteriormente.

Tabla 24. Agentes que contribuyen en el sistema.

Categoría del Agente	Agente	Actividades
Proveedor	Suministro	Adquisición de materia prima
Operadores logísticos	Distribución	Distribución de productos primarios
Pymes manufactureras (empresa)	Empresa	Producción de productos primarios
Logística	Almacén	Área de ventas
Consumidor	Cliente final	Adquisición de productos primarios

Nota: Elaborado por autor(a).

Con respecto al grupo de agentes y las variables vinculadas a ellos, se pudo establecer la manera en que interactúan mediante las siguientes formulas:

$$\sum S + \sum D = P \quad (EC. 1)$$

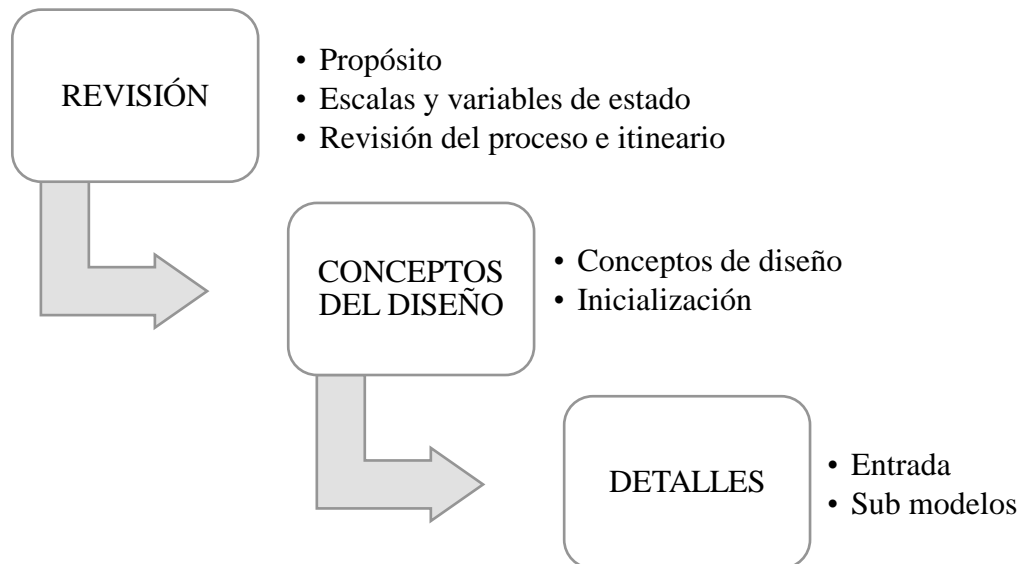
$$\sum P + \sum D = A \quad (EC.2)$$

$$\sum A + \sum D = C \quad (EC.3)$$

3.2.4.4. Validación del modelo computacional

Para elaborar el modelo computacional, se optó por utilizar el protocolo ODD establecido por Adolfo Buffa & Barrea, (2015). Este protocolo proporciona un formato organizado para documentar MBA y es independiente de la plataforma informática elegida para la simulación. Esto facilita la comprensión y difusión de los modelos, ya que sigue una estructura que permite una representación clara y sistemática, independientemente de la tecnología utilizada para la simulación. El protocolo ODD se basa en la presentación de la información necesaria para reconstruir el modelo, de una forma estructurada, como se presenta en la Figura 25.

Figura 25. Protocolo ODD



Nota: Elaborado por autor(a) basado en (Buffa & Barrea, 2015).

Etapa 1: Revisión

- **Propósito**

El propósito final es crear un modelo de incertidumbre que sea sólido y capaz de abordar la complejidad presente en la cadena de suministro, con este objetivo, el modelo computacional debe tener la capacidad de identificar posibles cooperaciones en la cadena de suministro, en áreas como la producción, distribución y comercialización. Además, el modelo debería simular como el sistema respondería a diferentes impactos ambientales, permitiendo anticipar las consecuencias de cambios en el entorno y evaluar la estabilidad del sistema.

- **Variables de estado y escala**

En esta sección, se realizó un análisis de tres escenarios y su escala, centrándose en la cadena de suministro verde en la provincia de Santa Elena, Ecuador. Los entornos evaluados se relacionan con las pymes manufactureras, las cuales fueron examinadas utilizándolos datos obtenidos de la muestra estratificada en el Capítulo II del estudio de la investigación.

- **Revisión del proceso e itinerario**

En el modelo, hay cinco tipos de agentes que se centran en la cadena de suministro de las pymes manufactureras de la provincia de Santa Elena. Los detalles específicos sobre las variables se proporcionan en la Sección 3.2.4.3., de manera que, al iniciar la simulación todos los parámetros se inicializan según la distribución uniforme que tiene en cuenta los tres cantones de la provincia. En la Tabla 25. se especifican las categorías de los agentes y las variables.

Tabla 25. Categoría de los agentes

Categoría del Agente	Agente	Variable
Entrada	Suministro	S

Operadores logísticos	Distribución	D
Pymes manufactureras (empresa)	Empresa	P
Logística	Almacén	A
Consumidor	Cliente final	C

Nota: Elaborado por autor(a)

Etapa 2: Conceptos del diseño

- **Conceptos del diseño**

Suministro (S): El abastecimiento de materias primas e insumos es crucial desde una perspectiva estratégica, ya que implica la organización, el control y la planificación de las necesidades y requisitos para la producción en la empresa.

Distribución (D): El componente distribuido abarca el almacén y la logística, áreas encargadas de tener listo el material para suministrar a los puntos de venta, donde los consumidores finales adquieren los productos. La logística, siendo un tomador de decisiones, procesa información de la producción y el comercializador, realizando un análisis que respalda la toma de decisiones y para gestionar el producto terminado. Este componente se representa en la Figura 22.

Empresa (P): Este componente está formado por el área de producción o planta, que está encargada estrechamente vinculada a la operación durante la fase de conversión de materias primas en productos terminados.

Almacén (A): Área encargada de asegurarse de que el producto final esté listo y disponible en lugares estratégicos para que los consumidores finales lo adquieran posteriormente.

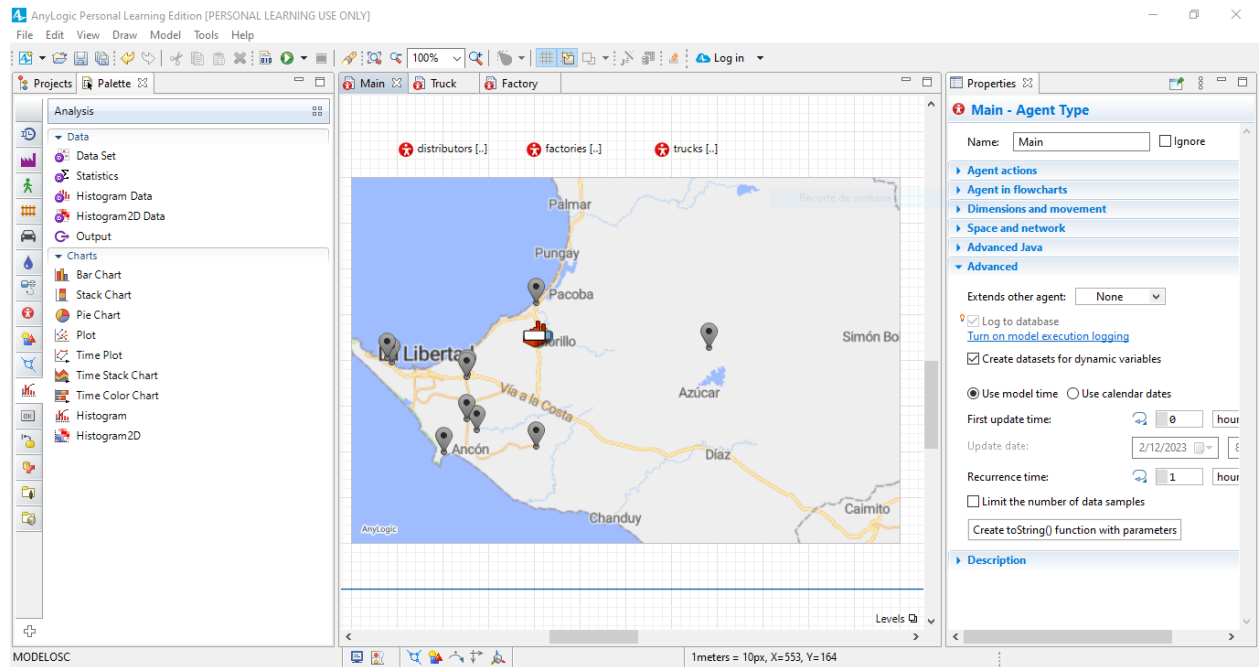
Cliente Final (C): El elemento consumidor está formado exclusivamente por los clientes, que representan el consumidor final y marcan el final de la cadena. Este componente es el que, de alguna manera, influye en el sistema y provoca variaciones en el comportamiento.

- **Initialization**

Es fundamental para el desarrollo del modelo llevar a cabo una evaluación mediante experimentos y pruebas para asegurar su adecuación y corrección. Después de identificar previamente a los agentes, se procede a describir detalladamente los métodos operativos utilizados en el modelado. Esto se realiza teniendo en cuenta la toma autónoma de decisiones de cada agente en relación con los pedidos realizados por los demás agentes. Para establecer los parámetros de los agentes, se seleccionó el software apropiado (Anylogic). Luego, basándose en los datos recopilados (Sección 3.1.1., Fase 5 y Fase 6) y en el escenario previamente diseñado (Figura 24.), se incorporan los agentes con sus respectivos parámetros.

El escenario principal se representa visualmente con los escenarios previamente definidos (Figura 26.). la representación gráfica incorpora los elementos clave y las variables identificadas, ofreciendo una visión estructurada y comprensible del entorno modelado. Esta representación facilita la comprensión y análisis de las interacciones entre los agentes y las dinámicas del sistema en el contexto de los escenarios predefinidos.

Figura 26. Representación del escenario principal.



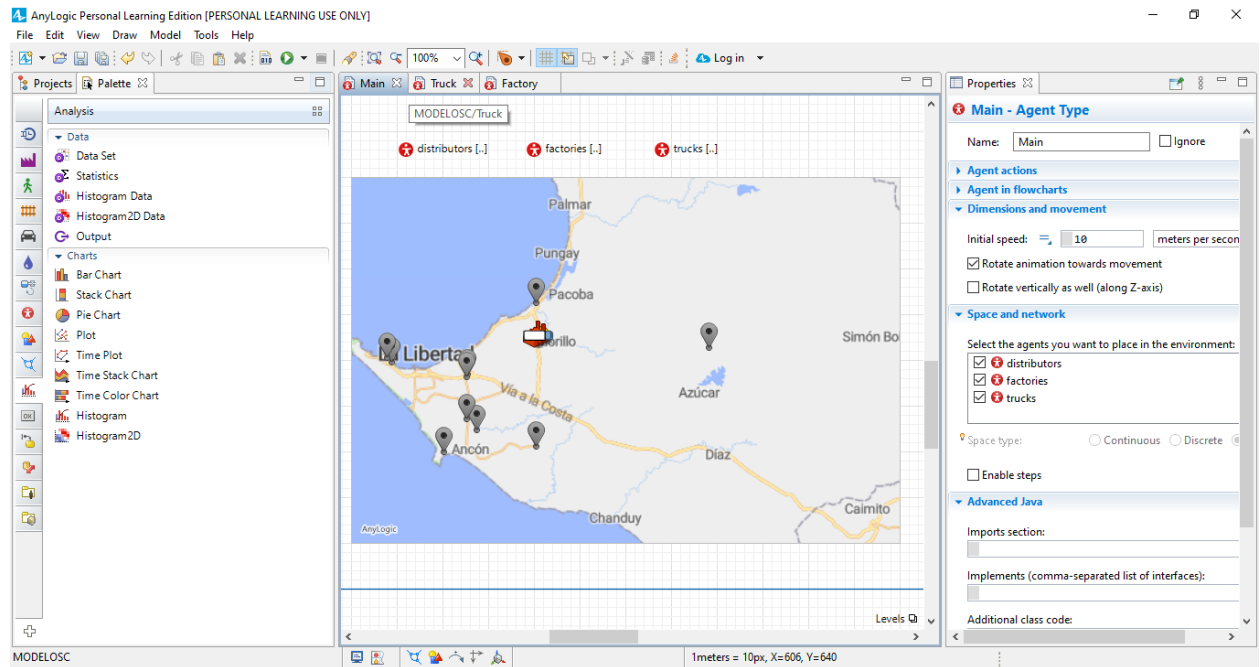
Nota: Elaborado por autor(a).

Etapas 3: Detalles

- **Entrada**

La programación de agentes implica la codificación de algoritmos y reglas que gobiernan el comportamiento autónomo de cada agente en el modelo (Figura 27.). Durante este proceso, se establecen las lógicas de toma de decisiones y las interacciones entre los agentes, incorporando la capacidad de respuesta a estímulos y condiciones específicas. La programación de agentes es esencial para simular con precisión las dinámicas del sistema y evaluar su desempeño bajo diferentes escenarios. Se busca lograr coherencia en las acciones autónomas de los agentes para obtener resultados confiables en la simulación.

Figura 27. Programación de agentes



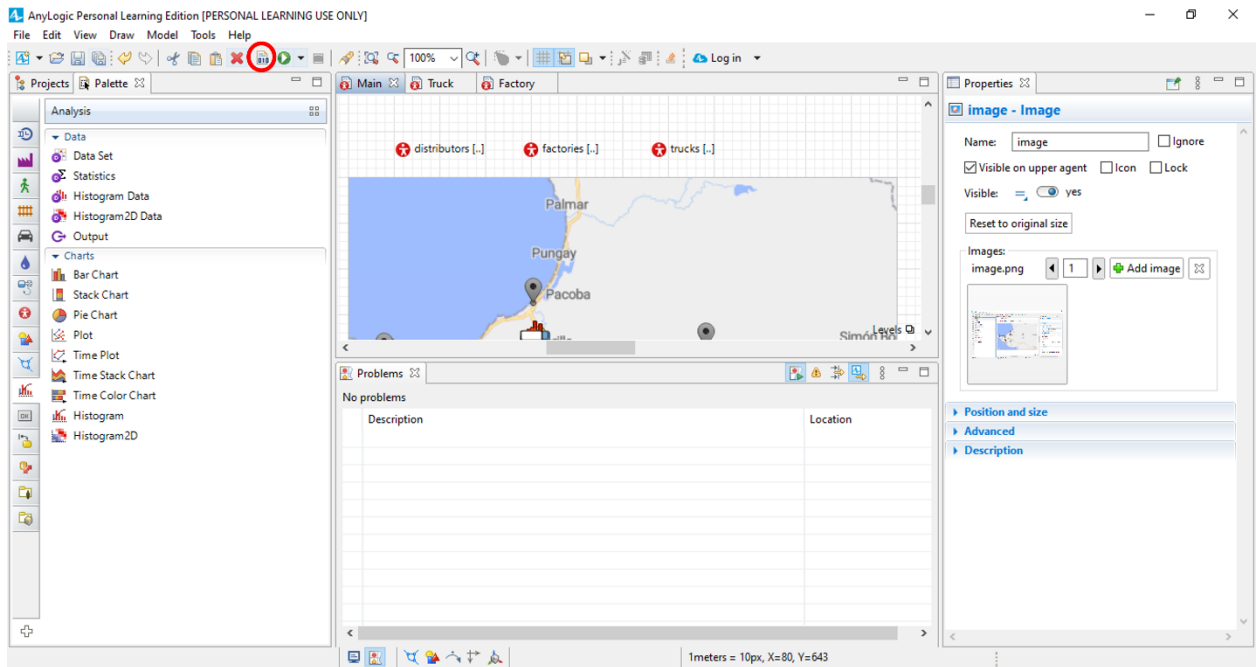
Nota: Elaborado por autor(a).

- **Submodelos**

La supervisión y verificación de la programación se realiza para mantener el control sobre el diseño creado y confirmar la correcta configuración del modelo. La compilación del modelo se llevó a cabo como parte de este proceso, evidenciando la ausencia de errores y garantizando la integridad del código. Este paso es crucial para asegurar que el modelo esté listo para la simulación y pueda proporcionar resultados precisos y confiables.

La compilación del modelo es un paso esencial en el proceso de desarrollo, donde el código del modelo se traduce en un formato ejecutable (Figura 28.). Este proceso verifica la integridad del código, identifica posibles errores y asegura la coherencia del programa. La compilación es crucial para preparar el modelo para la simulación, permitiendo que sea ejecutado y evaluado según los parámetros y las lógicas definidas durante la programación de agentes.

Figura 28. Compilación del modelo.

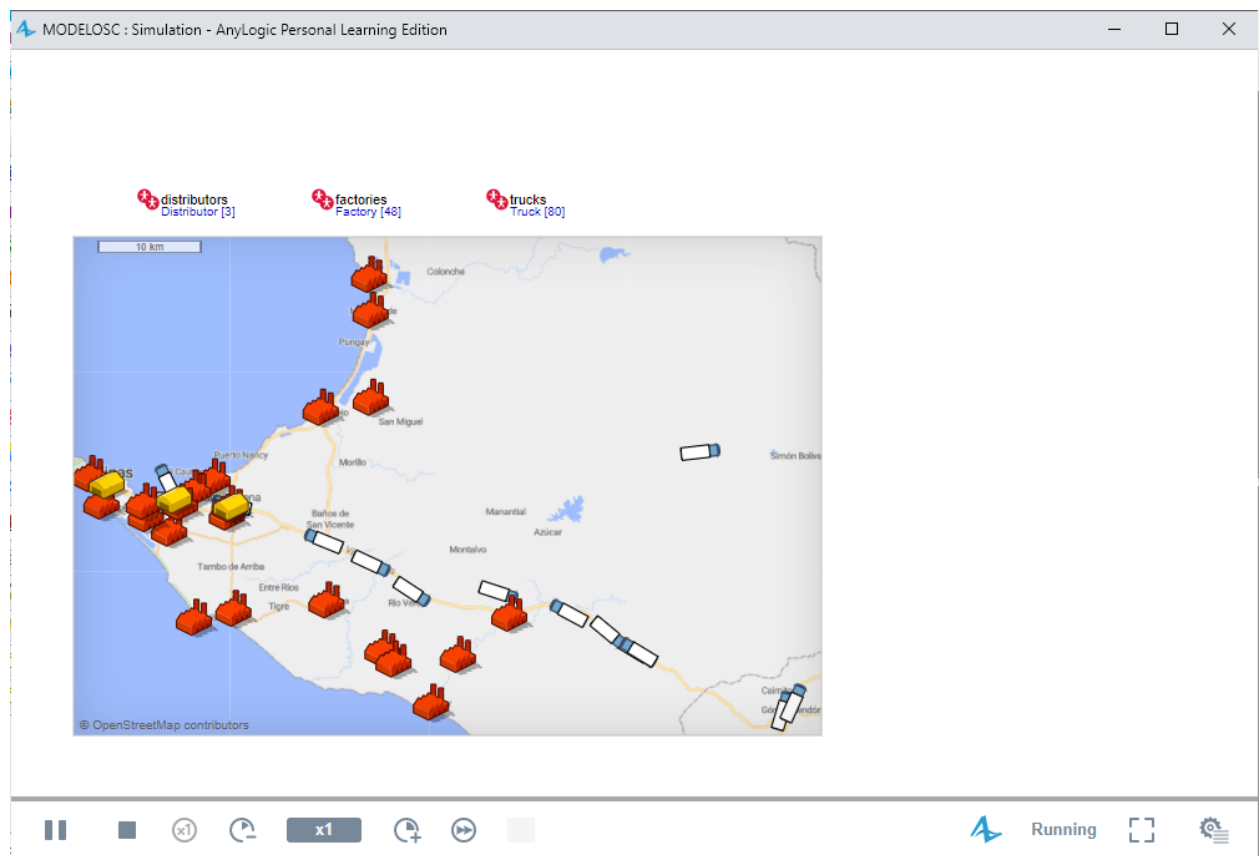


Nota: Elaborado por autor(a).

La compilación del modelo sirve como evidencia de la ausencia de errores, indicando que el código se traduce correctamente en un formato ejecutable. Este proceso asegura la coherencia y la integridad del programa, lo que es fundamental para la simulación precisa. La falta de mensajes de error durante la compilación sugiere que el modelo está listo para su ejecución, proporcionando una base sólida para análisis y evaluación.

La simulación del escenario se llevó a cabo mediante la ejecución del modelo en 3D desarrollado, y se evidencia su correcto funcionamiento (Figura 30.). Durante la simulación, se pudo observar la interacción dinámica de los elementos modelados, permitiendo una evaluación práctica del sistema. Este paso es crucial para validar la efectividad del modelo en representar fielmente la realidad simulada.

Figura 29. Simulación del modelo



Nota: Elaborado por autor(a).

3.2.5. Análisis de escenarios y resultados.

En esta sección, se realizó un análisis de dos escenarios y sus resultados, centrándose en la cadena de suministro verde en la provincia de Santa Elena, Ecuador. Los entornos evaluados se relacionan con las pymes manufactureras, las cuales fueron examinadas utilizando los datos obtenidos de la muestra estratificada en el Capítulo II del estudio de la investigación.

Considerando que la teoría de juegos es una herramienta que facilita el análisis de diversos escenarios para mejorar la toma de decisiones, se llevó a cabo un análisis de los resultados utilizando la teoría de juegos cooperativos. En este contexto, los jugadores (agentes) tienen la

posibilidad de interactuar y formar coaliciones, buscando acuerdos beneficios para ambas partes (Tabla 26.).

Tabla 26. Escenarios por analizar (agentes)

Escenario	Características	Cooperación
Actual	Cadena de suministro tradicional	No
Propuesto	Cadena de suministro verde	Si

Nota: Elaborado por autor(a).

Escenario 1: Escenario Actual: En la cadena de suministro tradicional de empresas manufactureras de la provincia de Santa Elena, se inicia con la adquisición de materia prima e insumos de proveedor. Estos suministros son procesados en la fase de producción para crear productos terminados. Luego, los productos son almacenados antes de distribuirlos a los puntos de ventas. La comercialización y ventas se encargan de colocar los productos en manos de consumidores finales, marcando el cierre de la cadena, a lo largo de este proceso, se gestionan aspectos como la logística para garantizar el flujo eficiente de productos.

Escenario 2: Escenario Actual: En esta situación, se examina el suministro de materias prima e insumas para el proceso de producción mencionada en el (escenario 1). Dado que el sistema verde es dinámico, se centra en mantener el enfoque en proveedores, considerando en este caso el cumplimiento de criterios medioambientales en la selección de proveedores. De tal manera que se inicia seleccionando proveedores comprometidos con prácticas sostenibles. Durante la producción, se prioriza el diseño ecológico del producto, minimizando el impacto ambiental. La gestión sostenible de residuos y la adopción de diseño de productos ecoamigables son fundamentales. En la distribución, se enfatiza en la logística verde, optimizando rutas y reduciendo

emisiones. Certificaciones medioambientales y la participación de consumidores promueven la transparencia y la sostenibilidad en todas las etapas del proceso.

3.3. Presupuesto

En la Tabla 28., ofrece un desglose de los elementos esenciales para llevar a cabo la propuesta. Se evaluó el costo de la licencia del software a través de una cotización directa con el proveedor, mientras que para el gasto en la computadora se tuvo el precio estándar de computadoras de gama alta, detallando los componentes que contribuyen al presupuesto el valor fue de \$10.262,50 dólares estadounidenses.

Tabla 27. Presupuesto del proyecto.

Rubro	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total
Recurso Humano	Modelador	1	\$ 693,00	\$ 693,00
Tecnológico	Internet	3	\$ 24,00	\$ 72,00
	Software	1	\$ 6.200,00	\$ 6.200,00
	Computadora		\$ 890,00	\$ 890,00
	Cursos de capacitación	1	\$ 300,00	\$ 300,00
Oficina	Materiales de oficina	1	\$ 10,00	\$ 10,00
Otros	Transporte		\$ 25,00	\$ 25,00
	Impresiones		\$ 20,00	\$ 20,00
Subtotal			\$ 8.162,00	\$ 8.210,00
	10% de imprevistos			\$ 821,00
	15% de reajuste			\$ 1.231,50
TOTAL			\$ 10.262,50	

Nota: Elaborado por autor(a).

Para desarrollar un modelo de incertidumbre para la cadena de suministro verde, se requirió una inversión total en activos fijos de \$10.262,50 estadounidense. A lo largo de cinco años, este proyecto generó flujos de efectivo de \$3.078,75 dólares americanos anuales, con una tasa del 10%. En este contexto, se calcularon herramientas financieras como Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), y el Periodo de Recuperación (PR) para demostrar la confiabilidad del proyecto frente a la inversión realizada.

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

En esta misma línea, en la Tabla 29., se presentan los cálculos específicos necesarios para resolver las herramientas financieras mencionadas anteriormente.

Tabla 28. Cálculos para VAN, TIR, PR.

	0	1	2	3	4	5
Flujo Fondo	\$ -10.262,50	\$ 3.078,75	\$ 3.078,75	\$ 3.078,75	\$ 3.078,75	\$ 3.078,75
Saldo Actual de 10%	\$ -10.262,50	\$ 2.798,86	\$ 2.544,42	\$ 2.313,11	\$ 2.102,83	\$ 1.911,66
Saldo Actualizado Acumulado	\$ -10.262,50	\$ -7.463,64	\$ -4.919,21	\$ -2.606,10	\$ -503,28	\$ 1.408,38

Nota: Elaborado por autor(a).

Donde:

- **Tasa (%) = Valor por definición.**

$$\text{Tasa (\%)} = 10\%$$

- **VNA (\$) = VNA (interés; flujo de caja) + desembolso inicial.**

$$\text{VNA (\$)} = \$11.670,88$$

- **VAN (\$) = Beneficio Neto Actualizado (VNA) – inversión Inicial (I₀).**

$$\text{VAN (\$)} = \$ 1.408,38$$

- **TIR (%) = Se resta el valor inicial (costo) del valor final (venta o retorno de la inversión) de la operación, dividido entre el valor inicial y se multiplica el resultado por 100.**

$$\text{TIR (\%)} = 15\%$$

- **PR (t) = inversión inicial/ flujo de efectivo por periodo.**

$$\text{PR (t)} = 4,24$$

A partir del valor neto actual (VNA) de \$11,670.88 dólares, se argumenta que la propuesta generó un excedente de \$1,408.38 dólares, lo cual equivale a la recuperación de la inversión inicial del proyecto, incluso considerando el pago de la tasa del 10%. Esto respalda la afirmación de que la implementación de la propuesta agrega valor. Además, al utilizar una tasa de retorno del 15%, se observó un aumento en comparación con la tasa establecida para la propuesta, lo que indica que la Tasa Interno de Retorno (TIR) supero la tasa establecida. Finalmente, el periodo de recuperación de la inversión se calculó en 4.24 años, demostrando que en el cuarto año el proyecto recupero la inversión inicial.

3.3.1. Modelo matemático

La realización del análisis del modelo matemático se originó de la siguiente pregunta clave: ¿El papel de los proveedores es fundamental para el funcionamiento de las cadenas de suministro verde en la provincia de Santa Elena?

En la Tabla 30., se muestran los agentes identificados en el modelo matemático, cada uno con su respectiva identificación a través de variables. Esto se hace con el objetivo de facilitar la comprensión y apreciación de las ecuaciones propuesta.

Tabla 29. Variables del agente para modelo matemático.

Variable del Agente	Agente
S	Suministro
D	Distribución
P	Empresa
A	Almacén
C	Cliente

Nota: Elaborado por autor(a).

Dado que, en el escenario en el que el proveedor se encarga de la distribución es necesario transportar el suministro hasta la empresa donde un intermediario actuara como el primer cliente, se procede a calcular el costo logístico. Esto implica sumar las variables relacionadas con el operario(o), el costo de combustible (i) y la distancia recorrida (x).

$$L = o + i + x \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

o = operario logístico

i = costo de combustible

x = distancia recorrida

Para determinar el costo del proveedor, que se encargara de distribuir al intermediario, se utiliza la siguiente formula:

$$cs = s + (n * s) + L \quad (Ec. 2)$$

Donde:

s = suministro

L = costo logístico

En el caso del intermediario, este deberá utilizar una fórmula que le permita obtener ganancia al vender el producto al cliente final en el tercer eslabón. Para lograrlo, debe agregar el costo de almacenamiento (f).

$$ca = cs + (f) \quad (Ec. 3)$$

El cliente final adquirirá el producto a un precio superior, ya que deberá pagar tanto por el suministro proporcionado por el intermediario como por el costo adicional de distribución dese el centro de almacenamiento hasta su destinado final (l).

$$C = ca + l \quad (Ec. 4)$$

No obstante, en una situación donde hay cooperación entre el proveedor y el cliente final, se destaca el escenario de juegos cooperativos. Aquí, uno de los participantes puede llegar a acuerdos con otra agente, resultando en beneficio mutuos. En este contexto, cS: representa el nuevo precio establecido por el proveedor para el suministro, y gf: es el nuevo precio con el que el cliente final adquiere el producto. Por lo tanto:

$$cs < cS ; gf < C$$

En este contexto, al formar una coalición el proveedor y el cliente final, se derivan las siguientes ecuaciones:

$$cS = s + (n * s) - L \quad (Ec.5)$$

$$gf = cS + L \quad (Ec.6)$$

La cooperación entre el proveedor y el cliente final se traduce en una mayor rentabilidad para el proveedor, al mismo tiempo que el cliente final obtiene beneficios al adquirir el suministro a un precio más bajo.

3.4. Recapitulación del Capítulo III

A través del análisis bibliográfico, se pudo validar el instrumento utilizado para recopilar datos, medir su confiabilidad y realizar el correspondiente análisis de los datos obtenidos. Estos procesos permitieron la creación de un modelo conceptual y analítico sobre el funcionamiento de la GSCM, los cuales sirvieron como fundamentos para el desarrollo de la propuesta en esta investigación.

En este contexto, la propuesta presentada en este estudio se elaboró mediante un modelado computacional que incluyó el análisis de tres escenarios para la GSCM en la provincia de Santa Elena, Ecuador. El último escenario explorado fue el cooperativo, evidenciando que es posible establecer criterios para la cadena de suministro en pymes manufactureras a través de la colaboración entre los diversos agentes involucrados a lo largo de la cadena. Este enfoque se caracteriza por su orientación amigable con el medio ambiente y su contribución a la circularidad.

El modelado matemático, al estar compuesto por ecuaciones lineales manejables, no solo ofrece una interpretación accesible, sino también respalda de manera sólida cada uno de los escenarios y las simulaciones desarrolladas. Las ecuaciones lineales facilitan la comprensión y el análisis detallado de los distintos elementos involucrados en el estudio, permitiendo una representación clara y precisa de las relaciones entre las variables.

La estructura matemática proporciona un marco sólido para examinar las complejidades de la GSCM en la provincia de Santa Elena, Ecuador. En consecuencia, el enfoque matemático utilizado no solo garantiza una interpretación dócil, sino que también constituye una herramienta valiosa para profundizar en la comprensión de los escenarios y su viabilidad en el contexto de la cadena de suministro.

3.5.Marco de discusión de resultados

Uno de los conceptos más importante en las empresas es la SC. Este concepto ha trasmutado hacia la GSCM y avanzado en ello, la gestión de cadena de suministro sostenible. Del mismo modo, los problemas medioambientales es otro de los efectos relacionados con la deficiencia en la gestión de la cadena de suministro debido a la falta de planeación en la disposición de los recursos, ocasionando contaminación ambiental a nivel nacional e internacional.

Generar un modelo de incertidumbre es esencial para la GSCM y, en última instancia, aumenta el rendimiento de la organización, también ayuda a la toma de decisiones gerenciales, incluida la relación de la empresa con el medio ambiente, en este contexto, a través del análisis de las investigaciones que abarcan y respaldan GSCM se plantea la siguiente pregunta ¿Generar un modelo de incertidumbre incide en la gestión de la cadena de suministro verde? En este contexto, mediante una búsqueda minuciosa respaldada por los antecedentes investigativos (Capítulo I, Sección 1.1.), se demostró la viabilidad de un modelado de incertidumbre para GSCM en las pymes manufactureras de la provincia de Santa Elena.

Por lo anterior, con el objetivo de realizar una investigación exhaustiva sobre los antecedentes relacionados con la GSCM, se realizó un análisis bibliométrico en el Capítulo I. Este análisis erigió en un paso fundamental para establecer una base sólida que respalda el desarrollo del estudio. La revisión bibliométrica permitió identificar y evaluar de manera sistemática la relevancia y amplitud de la investigación existentes en el ámbito de la GSCM, proporcionando así un marco contextual robusto para la investigación, donde se examinaron los factores que motivan y regulan la GSCM. Este análisis contribuyo a fortalecer la comprensión de las herramientas utilizadas a lo largo de la esta cadena de suministro. Sin embargo, es relevante destacar que la

investigación se orientó hacia la metodología cuantitativa, con un alcance de estudio descriptivo y correlacional, enmarcado en el diseño de investigación de tipo transaccional o transversal, según lo establecido por (Del Cid et al., 2011; Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

Para llevar a cabo la recopilación de datos, se realizó una estratificación de la muestra poblacional utilizando el criterio estadístico de muestra por conveniencia (Sección 2.4.2.) posteriormente, se implementó el método de encuesta, diseñando un cuestionario como instrumento de recolección de datos. Este cuestionario fue validado mediante el método de validación de instrumentos, siguiendo las pautas propuestas por López Fernández et al., (2019), para garantizar la credibilidad en las investigaciones científicas. Este proceso de validación implicó la participación de un grupo de expertos, seleccionados mediante criterio inclusión y exclusión, como se detalla en la sección 2.5.3. Finalmente, para llevar a cabo este análisis, se empleó el software IBM SPSS Statistics 25 como una herramienta que demostró la viabilidad y confiabilidad al medir el grado de concordancia.

La alfabetización digital ha sido fundamental en esta investigación, ya que engloba las habilidades esenciales para interpretar la información y crear conocimiento en entornos digitales. En este sentido, las diversas dimensiones del aprendizaje colaborativo, que emergen de los vínculos sociales se exploran mediante el análisis del contenido del discurso, pueden conceptualizarse como redes, de tal manera que, las dos dimensiones primordiales del aprendizaje colaborativo, comúnmente teorizadas en la literatura y empleadas en la evaluación formal, pueden ser representadas como redes (Gašević et al., 2019).

En este contexto, la propuesta presentada en este estudio se elaboró mediante un modelado computacional que incluyó el análisis de tres escenarios para la GSCM en la provincia de Santa Elena, Ecuador. El último escenario explorado fue el cooperativo, evidenciando que es posible

establecer criterios para la cadena de suministro verde en pymes manufactureras a través de la colaboración entre los diversos agentes involucrados a lo largo de la cadena. Este enfoque se caracteriza por su orientación amigable con el medio ambiente y su contribución a la circularidad.

El modelado matemático, al estar compuesto por ecuaciones lineales manejables, no solo ofrece una interpretación accesible, sino también respalda de manera sólida cada uno de los escenarios y las simulaciones desarrolladas. Las ecuaciones lineales facilitan la comprensión y el análisis detallado de los distintos elementos involucrados en el estudio, permitiendo una representación clara y precisa de las relaciones entre las variables. La estructura matemática proporcionó un marco sólido para examinar las complejidades de la GSCM en la provincia de Santa Elena, Ecuador. En consecuencia, el enfoque matemático utilizado no solo garantiza una interpretación dócil, sino que también constituye una herramienta valiosa para profundizar en la comprensión de los escenarios y su viabilidad en el contexto de la cadena de suministro.

En este estudio, se plantearon dos escenarios y se analizaron sus resultados, focalizándose en la cadena de suministro verde en la provincia de Santa Elena, Ecuador. En el primer escenario, también conocido como escenario base, durante la simulación se recreó una cadena de suministro tradicional de tres eslabones. Para ello, se utilizaron datos previamente recopilados. El funcionamiento de esta cadena implicaba examinar la provisión de materia primas e insumos para el proceso de producción, que luego eran transferidos a la empresa (pymes manufactureras). Posteriormente, se llevaba a cabo la correspondiente negociación entre proveedor y la empresa.

CONCLUSIONES

Resumiendo, y alcanzando el objetivo principal de la investigación, así como respondiendo a la pregunta fundamental sobre la aplicación del Modelado de incertidumbre para la gestión de la cadena de suministro verde en pymes manufactureras de la provincia de Santa Elena, Ecuador, se llega a las siguientes conclusiones:

1) El respaldo científico de un modelo de incertidumbre para la cadena de suministro verde se fundamentó mediante un análisis bibliométrico. Este análisis examinó diversos artículos, y la red bibliométrica respaldó la importancia que ha adquirido, a nivel global, el estudio de la cadena de suministro verde en los últimos cinco años.

2) Mediante la revisión de artículos científicos que emplearon simulaciones en software para la investigación vinculadas a cadenas de suministro verde, se estableció un marco metodológico. Este marco incluyó diversas técnicas científicas que posibilitaron la obtención de resultados con características destacadas de fiabilidad y confiabilidad. Estas cualidades contribuyeron a una toma de decisiones efectivas y precisa.

3) El empleo de herramientas metodológicas como el método de Validación de instrumentos para garantizar la credibilidad en investigaciones científicas, el Software IBM SPSS Statistics 25 para el análisis de Alfa de Cronbach de 0,982 y las Pruebas de KMO de 0.8, Bartlett y W de Kendall de 0.905 posibilitaron la validación de la técnica de encuesta, así como el cuestionario como instrumento de recolección de datos. Además, mediante el software Anylogic, se pudo visualizar de manera virtual el modelo de una cadena de suministro verde, lo que permitió observar coalición entre proveedores, empresa y cliente final.

RECOMENDACIONES

A raíz de los resultados obtenidos en la investigación sobre el Modelado de incertidumbre para la gestión de la cadena de suministro verde en pymes manufactureras de la provincia de Santa Elena, Ecuador, se proponen las siguientes recomendaciones para destacar aspectos clave que deben tener prioridad en futuros estudios:

- Llevar a cabo una cuidadosa elección de artículos científicos que posibilite la reducción de una metodología sistemática apropiada para la correcta realización del estudio.
- Seleccionar y delimitar un grupo extenso de expertos con anticipación, con el propósito de prevenir demoras en las fases de investigación al requerir la validación de las tácticas e instrumentos empleados para recopilar datos estadísticos.
- Con respecto al modelo propuesto, se sugiere emplear software que no restrinja el acceso de sus herramientas, evitando limitaciones como las licencias. Esto permitirá identificar y abordar de manera efectiva los puntos más sólidos para su corrección, optimización o mejora.

BIBLIOGRAFÍA

- Adolfo Buffa Director, B., & Alberto Barrea, A. (2015). *Métodos matemáticos para modelos basados en agentes*. <https://core.ac.uk/download/pdf/72041534.pdf>
- Agi, M. A. N., Faramarzi-Oghani, S., & Hazır, Ö. (2021). Game theory-based models in green supply chain management: a review of the literature. *International Journal of Production Research*, 59(15), 4736–4755. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1770893>
- Agrawal, V., Mohanty, R. P., Agarwal, S., Dixit, J. K., & Agrawal, A. M. (2023). Analyzing critical success factors for sustainable green supply chain management. *Environment, Development and Sustainability*, 25(8), 8233–8258. <https://doi.org/10.1007/S10668-022-02396-2>
- Aithal, A., Management, P. A.-I. J. of, & 2020, undefined. (2020). Development and validation of survey questionnaire & experimental data—a systematical review-based statistical approach. *Papers.Ssrn.Com* Aithal, PS Aithal *International Journal of Management, Technology, and Social Sciences*, 2020•*papers.Ssrn.Com*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3724105
- Akbar Dzikriansyah, M., Masudin, I., Zulfikarijah, F., Jihadi, M., & Dwi Jatmiko, R. (2023). *The role of green supply chain management practices on environmental performance: A case of Indonesian small and medium enterprises*. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2023.100100>
- Alfalouji, Q., Schranz, T., Falay, B., Wilfling, S., Exenberger, J., Mattausch, T., Gomes, C., & Schweiger, G. (2023). Co-simulation for buildings and smart energy systems — A taxonomic review. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 126, 102770. <https://doi.org/10.1016/J.SIMPAT.2023.102770>

Ángel Álvarez, J., & Pérez Riva, D. (2020). *Globalización, constitucionalismo y cultura de paz*.
<https://www.researchgate.net/publication/339365943>

Azadi, E., Moghaddas, Z., Saen, R. F., Mardani, A., & Azadi, M. (2023). Green supply chains and performance evaluation: A multiplier network analytics model with common set of weights. *Journal of Cleaner Production*, 411, 137377.
<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2023.137377>

Balon, V. (2020). Green supply chain management: Pressures, practices, and performance—An integrative literature review. *Business Strategy & Development*, 3(2), 226–244.
<https://doi.org/10.1002/BSD2.91>

Bhatia, M. S., & Gangwani, K. K. (2021). Green supply chain management: Scientometric review and analysis of empirical research. *Journal of Cleaner Production*, 284, 124722.
<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.124722>

Birasnav, M., Chaudhary, R., Henry Dunne, J., Bienstock, J., & Seaman, C. (2022). Green supply chain management: A theoretical framework and research directions. *Computers & Industrial Engineering*, 172, 108441. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2022.108441>

Blanco-Portela, N., R-Pertierra, L., Benayas, J., Sustainability, R. L.-, & 2018, undefined. (2018). Sustainability leaders' perceptions on the drivers for and the barriers to the integration of sustainability in Latin American higher education institutions. *Mdpi.Com* N Blanco-Portela, L R-Pertierra, J Benayas, R Lozano Sustainability, 2018•mdpi.Com, 10(8).
<https://doi.org/10.3390/su10082954>

Calatayud, A., & Katz, R. (2019). *Cadena de suministro 4.0: Mejores prácticas internacionales y hoja de ruta para América Latina*.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=CuW3DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA107&dq=cadenadas+de+suministros+&ots=FOZ7QdIKde&sig=NGBJQO9KbQkzDvvmnX-FUdBNXQw>

Camacho-Otero, J., Boks, C., & Pettersen, I. N. (2018). Consumption in the Circular Economy: A Literature Review. *Sustainability* 2018, Vol. 10, Page 2758, 10(8), 2758. <https://doi.org/10.3390/SU10082758>

Cárdenas, F. X. H., Ramos, C. R. F., Beltrán, Á. R. P., & Pazos, P. E. L. (2019). Sostenibilidad empresarial en relación a los objetivos del desarrollo sostenible en el Ecuador. *RECIAMUC*, 3(1), 670–699. [https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/3.\(1\).ENERO.2019.670-699](https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/3.(1).ENERO.2019.670-699)

Cecilia Gálvez-Izquieta, P., Arnaldo, ;, & Mendoza-Tarabó, E. (2020). Capacidad de carga turística como herramienta para el desarrollo sostenible de playas: Caso Montañita, provincia de Santa Elena, Ecuador. *Empresarial*, 14(1), 1–7. <https://doi.org/10.23878/EMPR.V14I1.171>

Chacón Vargas, J. R., Moreno Mantilla, C. E., & de Sousa Jabbour, A. B. L. (2018). Enablers of sustainable supply chain management and its effect on competitive advantage in the Colombian context. *Resources, Conservation and Recycling*, 139, 237–250. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2018.08.018>

Choudhary, K., & Sangwan, K. S. (2022). Green supply chain management pressures, practices and performance: a critical literature review. *Benchmarking*, 29(5), 1393–1428. <https://doi.org/10.1108/BIJ-05-2021-0242/FULL/XML>

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555/METRICS>

- Darko, A., Chan, A. P. C., Ameyaw, E. E., Owusu, E. K., Pärn, E., & Edwards, D. J. (2019). Review of application of analytic hierarchy process (AHP) in construction. *International Journal of Construction Management*, 19(5), 436–452. <https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1452098>
- De, A., Gorton, M., Hubbard, C., & Aditjandra, P. (2022). Optimization model for sustainable food supply chains: An application to Norwegian salmon. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 161, 102723. <https://doi.org/10.1016/J.TRE.2022.102723>
- de Almeida, J. M. G., Gohr, C. F., Morioka, S. N., & Medeiros da Nóbrega, B. (2021). Towards an integrative framework of collaborative capabilities for sustainability: A systematic review and research agenda. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123789. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.123789>
- De La Hoz, E., Caraballo, G., & Ladeuth, D. (2022). Barreras en la gestión de la cadena de suministro verde: una revisión sistemática de la literatura. *Revistas.Unisimon.Edu.CoEDLH Granadillo, GC Arevalo, DL Narváez Investigación e Innovación En Ingenierías, 2022•revistas.Unisimon.Edu.Co, 10*, 140–159. <https://doi.org/10.17081/invinno.10.1.5291>
- Debnath, B., Siraj, M. T., Rashid, Kh. H. O., Mainul Bari, A. B. M., Karmaker, C. L., & Aziz, R. Al. (2023). Analyzing the critical success factors to implement green supply chain management in the apparel manufacturing industry: Implications for sustainable development goals in the emerging economies. *Sustainable Manufacturing and Service Economics*, 2, 100013. <https://doi.org/10.1016/J.SMSE.2023.100013>

- Dehghan-Bonari, M., Bakhshi, A., Aghsami, A., & Jolai, F. (2021). Green supply chain management through call option contract and revenue-sharing contract to cope with demand uncertainty. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 2, 100010. <https://doi.org/10.1016/J.CLSCN.2021.100010>
- Del Cid, A., Méndez, R., & Sandoval, F. (2011). *Investigación. Fundamentos y metodología Segunda edición*.
- Du, Y. W., & Li, X. X. (2021). Hierarchical DEMATEL method for complex systems. *Expert Systems with Applications*, 167, 113871. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2020.113871>
- Ecuador | Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo. (2019). <https://www.undp.org/es/ecuador>
- El Ayoubi, M. S., & Radmehr, M. (2023). Green food supply chain management as a solution for the mitigation of food supply chain management risk for improving the environmental health level. *Heliyon*, 9(2), e13264. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2023.E13264>
- Fang, H., Fang, F., Hu, Q., & Wan, Y. (2022). Supply Chain Management: A Review and Bibliometric Analysis. *Processes* 2022, Vol. 10, Page 1681, 10(9), 1681. <https://doi.org/10.3390/PR10091681>
- Flórez, J., Gerencia, C. V.-R. V. de, & 2019, undefined. (2019). Prácticas de responsabilidad sostenible de cadenas de suministro: Revisión y propuesta. *Redalyc.OrgJMC Flórez, CR VásquezRevista Venezolana de Gerencia, 2019•redalyc.Org, 24*. <https://www.redalyc.org/journal/290/29060499004/29060499004.pdf>

- Franco, I., Saito, O., Vaughter, P., Whereat, J., ... N. K.-S., & 2019, undefined. (2019). Higher education for sustainable development: Actioning the global goals in policy, curriculum and practice. *SpringerI Franco, O Saito, P Vaughter, J Whereat, N Kanie, K TakemotoSustainability Science, 2019•Springer, 1(6), 3.* <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0628-4>
- Gambetta, N., Azadian, P., Hourcade, V., & Reyes, M. E. (2019a). The Financing Framework for Sustainable Development in Emerging Economies: The Case of Uruguay. *Sustainability 2019, Vol. 11, Page 1059, 11(4), 1059.* <https://doi.org/10.3390/SU11041059>
- Gambetta, N., Azadian, P., Hourcade, V., & Reyes, M. E. (2019b). The Financing Framework for Sustainable Development in Emerging Economies: The Case of Uruguay. *Sustainability 2019, Vol. 11, Page 1059, 11(4), 1059.* <https://doi.org/10.3390/SU11041059>
- Gašević, D., Joksimović, S., Eagan, B. R., & Shaffer, D. W. (2019). SENS: Network analytics to combine social and cognitive perspectives of collaborative learning. *Computers in Human Behavior, 92, 562–577.* <https://doi.org/10.1016/J.CHB.2018.07.003>
- Ghosh, S., Chandra Mandal, M., & Ray, A. (2022). Exploring the influence of critical parameters on green supply chain management performance of small and medium-sized enterprise: An integrated multivariate analysis-robust design approach. *Cleaner Logistics and Supply Chain, 4, 100057.* <https://doi.org/10.1016/J.CLSCN.2022.100057>
- Ghosh, S., Mandal, M. C., & Ray, A. (2022). Green supply chain management framework for supplier selection: an integrated multi-criteria decision-making approach. *International Journal of Management Science and Engineering Management, 17(3), 205–219.* <https://doi.org/10.1080/17509653.2021.1997661>

- Ghosh, S., Mandal, M. C., & Ray, A. (2023). A PDCA based approach to evaluate green supply chain management performance under fuzzy environment. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 18(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/17509653.2022.2027292>
- Glavič, P., Krajnc, D., & Cristina Rada, E. (2021). Evolution and Current Challenges of Sustainable Consumption and Production. *Sustainability 2021*, Vol. 13, Page 9379, 13(16), 9379. <https://doi.org/10.3390/SU13169379>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación : las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*.
- Herrmann, F. F., Barbosa-Povoa, A. P., Butturi, M. A., Marinelli, S., & Sellitto, M. A. (2021). Green Supply Chain Management: Conceptual Framework and Models for Analysis. *Sustainability 2021*, Vol. 13, Page 8127, 13(15), 8127. <https://doi.org/10.3390/SU13158127>
- Izquierdo, L. R., Galán Ordax, J. M., Santos, J. I., & Del Olmo Martínez, R. (2008). Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas. *Empiria. Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, 0(16), 85. <https://doi.org/10.5944/EMPIRIA.16.2008.1391>
- Johann, D., Santos, R. C. dos, & Tutida, A. Y. T. (2023). *Circular Economy, Supply Chain Management and Commodities: Research Agenda in the Sustainable Context*. <https://doi.org/10.37497/OPSBRAZIL.11>
- Khajuria, A., Atienza, V. A., Chavanich, S., Henning, W., Islam, I., Kral, U., Liu, M., Liu, X., Murthy, I. K., Oyedotun, T. D. T., Verma, P., Xu, G., Zeng, X., & Li, J. (2022). Accelerating

circular economy solutions to achieve the 2030 agenda for sustainable development goals. *Circular Economy*, 1(1), 100001. <https://doi.org/10.1016/J.CEC.2022.100001>

Khanal, G., Shrestha, R., Devkota, N., Sakhakarmy, M., Mahato, S., Paudel, U. R., Acharya, Y., & Khanal, C. K. (2023). An investigation of green supply chain management practices on organizational performance using multivariate statistical analysis. *Supply Chain Analytics*, 3, 100034. <https://doi.org/10.1016/J.SCA.2023.100034>

Kléver Moreno ; Gabriela Freire; David Caisa; Augusto Moreno. (2021). Cadena de suministros verde: Análisis estratégico de la gestión de residuos sólidos en Pelileo-Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 27(3).

Kumar, M., & Rao, T. J. (2023). Use of TISM and MICMAC methods to assess the influence of behavioral factors on the employment of GSCM in the Indian leather industry. *MethodsX*, 10, 102164. <https://doi.org/10.1016/J.MEX.2023.102164>

Leal, J. E. (2020). AHP-express: A simplified version of the analytical hierarchy process method. *MethodsX*, 7, 100748. <https://doi.org/10.1016/J.MEX.2019.11.021>

Lema-Ruiz, E. E., Del, J., & Hurtado-Yugcha, P. (2022). Gestión de la cadena de suministro: presiones, prácticas y desempeño del sector manufacturero. *593 Digital Publisher CEIT*, 7(5), 108–123. <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.5.1125>

López Fernández, R., Avello Martínez, R., Palmero Urquiza, D. E., Sánchez Gálvez, S., & Quintana Álvarez, M. (2019). Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas. *Revista Cubana de Medicina Militar.*, 48.

- Malviya, R. K., & Kant, R. (2020). Developing integrated framework to measure performance of green supply chain management: A comparative case analysis. *Benchmarking*, 27(2), 634–665. <https://doi.org/10.1108/BIJ-01-2019-0016/FULL/XML>
- Mazzucato, M., & Penna, C. C. R. (2019). The Age of Missions: Addressing Societal Challenges Through Mission-Oriented Innovation Policies in Latin America and the Caribbean. *The Age of Missions: Addressing Societal Challenges Through Mission-Oriented Innovation Policies in Latin America and the Caribbean*. <https://doi.org/10.18235/0002828>
- Meza, R. J., & Salamanca, I. C. (2022). Evaluación de la calidad de las aguas estuarinas usando el coeficiente de concordancia de Kendall modificado. *CITECSA*, 14(23), 17–30. <https://revistas.unipaz.edu.co/index.php/revcitecsa/article/view/312>
- Nataly, L., Mora, I. R., Valentina, G., Raigozo, S., & Mora, R. (2016). *Propuesta de un modelo de gestión verde para la mejora de la cadena de suministro en la empresa Sighinolfi Group*. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1005&context=ing_industrial
- Navaneet D. Deshpande, Sudha Subbarao, & Dr. P. Nithya Priya. (2023). GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO VERDE. *Central European Journal of Management*, 31(2), 472–481.
- Navazi, F., Sedaghat, A., & Tavakkoli-Moghaddam, R. (2019). A new sustainable location-routing problem with simultaneous pickup and delivery by two-compartment vehicles for a perishable product considering circular economy. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 790–795. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.212>
- Noora Shrestha. (2021). Factor analysis as a tool for survey analysis. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 9(1), 4–11. <https://doi.org/10.12691/ajams-9-1-2>

- Nugent, M. A. L. M. , Q. J. T. , L. A. M. T. , & M. J. A. F. (2019). Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica. *Revista Venezolana de Gerencia*, 1136–1146.
- Qu, G., Zhang, Z., Qu, W., & Xu, Z. (2020). Green Supplier Selection Based on Green Practices Evaluated Using Fuzzy Approaches of TOPSIS and ELECTRE with a Case Study in a Chinese Internet Company. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020, Vol. 17, Page 3268, 17(9), 3268. <https://doi.org/10.3390/IJERPH17093268>
- Quezada Tobar, M. D., Luján Johnson, G. L., Segovia Chiliquina, G. J., Quezada Tobar, M. D., Luján Johnson, G. L., & Segovia Chiliquina, G. J. (2022). Análisis del patrimonio gastronómico como herramienta de desarrollo sostenible en Santa Elena-Ecuador. *Siembra* , 9(1), e3592. <https://doi.org/10.29166/SIEMBRA.V9I1.3592>
- Rao, S. P. S., Lakshminarayana, S. B., Jiricek, J., Kaiser, M., Ritchie, R., Myburgh, E., Supek, F., Tuntland, T., Nagle, A., Molteni, V., Mäser, P., Mottram, J. C., Barrett, M. P., & Diagana, T. T. (2020). Anti-Trypanosomal Proteasome Inhibitors Cure Hemolymphatic and Meningoencephalic Murine Infection Models of African Trypanosomiasis. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 5(1). <https://doi.org/10.3390/TROPICALMED5010028>
- Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), 234–281. [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5)
- Saleh, W. A., Abdelkader, S. M., Rashad, H., & Abdelgawad, A. (2023). The Role of Big Data Analytics in IoT-enabled Green Supply Chain Management: Architecture, challenges, and future perspectives. *American Journal of Business and Operations Research*, 10(1), 25–41. <https://doi.org/10.54216/AJBOR.100103>

Salih, M. M., Zaidan, B. B., Zaidan, A. A., & Ahmed, M. A. (2019). Survey on fuzzy TOPSIS state-of-the-art between 2007 and 2017. *Computers & Operations Research*, *104*, 207–227. <https://doi.org/10.1016/J.COR.2018.12.019>

Schery, C. A. D., Vignon, Y. R., Caiado, R. G. G., Santos, R. S., Congro, M., Corseuil, E. T., & Roehl, D. (2023). BIM critical factors and benefits for public sector: from a systematic review to an empirical fuzzy multicriteria approach. *Brazilian Journal of Operations and Production Management*, *20*(3). <https://doi.org/10.14488/BJOPM.1837.2023>

Schultz, F. C., Everding, S., & Pies, I. (2021). Circular supply chain governance: A qualitative-empirical study of the European polyurethane industry to facilitate functional circular supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, *317*, 128445. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.128445>

Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) de Ecuador | Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo. (n.d.). Retrieved November 27, 2023, from <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/instituciones/secretaria-nacional-de-planificacion-y-desarrollo-senplades-de-ecuador>

Starbuck, C. (2023). Research Design. *The Fundamentals of People Analytics*, 51–57. https://doi.org/10.1007/978-3-031-28674-2_4

Suaedi, S., Parmawati, R., Mulyadi, F., Rosyani, R., & Yunikewaty, Y. (2023). *The Role of Environmental Education and Green Supply Chain Practices in Achieving Sustainable Development: Evidence from Indonesia*.

Teixeira, A. A., Moraes, T. E. da C., Stefanelli, N. O., de Oliveira, J. H. C., Teixeira, T. B., & de Souza Freitas, W. R. (2020). Green supply chain management in Latin America: Systematic

- literature review and future directions. *Environmental Quality Management*, 30(2), 47–73.
<https://doi.org/10.1002/TQEM.21712>
- Thakkar, J. J. (2021). Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL). *Studies in Systems, Decision and Control*, 336, 139–159. https://doi.org/10.1007/978-981-33-4745-8_9/COVER
- Thomas, D. (2023). *Text mining View project academics View project*.
<https://www.researchgate.net/publication/370630979>
- Toumi, O., Le Gallo, J., & Ben Rejeb, J. (2017). Assessment of Latin American sustainability. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78, 878–885.
<https://doi.org/10.1016/J.RSER.2017.05.013>
- Tsai, F. M., Bui, T. D., Tseng, M. L., Ali, M. H., Lim, M. K., & Chiu, A. S. (2021). Sustainable supply chain management trends in world regions: A data-driven analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 167, 105421.
<https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2021.105421>
- Useche, M. C., Artigas, W., Queipo, B., & Perozo, É. (2019). *TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS CUALI-CUANTITATIVOS*.
- Yagual Lucas, W. L. (2023). *Modelación de sistemas multiagente para el aprovechamiento de recursos del sector pesquero de la provincia de Santa Elena, Ecuador*.
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9182>

Zapata-cantu, L., & González, F. (2021a). Challenges for Innovation and Sustainable Development in Latin America: The Significance of Institutions and Human Capital. *Sustainability 2021, Vol. 13, Page 4077, 13(7), 4077*. <https://doi.org/10.3390/SU13074077>

Zapata-cantu, L., & González, F. (2021b). Challenges for Innovation and Sustainable Development in Latin America: The Significance of Institutions and Human Capital. *Sustainability 2021, Vol. 13, Page 4077, 13(7), 4077*. <https://doi.org/10.3390/SU13074077>

ANEXOS

Anexo A. Solicitud a PYMES manufactureras, para la realización de encuesta.

La Libertad, 23 de octubre de 2023.

Estimado (a)
Jefe encargado de la logística y cadena de suministro
Presente. –

De mi consideración:

Yo, **PALOMINO TELLO VIVIAN AMANDA**, portadora de la cédula de ciudadanía N° **0850009192**, me presento y dirijo a usted respetuosamente detallando lo siguiente:

Actualmente he finalizado con las materias de la malla curricular de la Carrera de Ingeniería Industrial en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), por lo cual me encuentro desarrollando mi Proyecto de Integración Curricular, por este motivo solicito amablemente, se considere la petición de **RESPONDER A ENCUESTA** con el siguiente tema: **“MODELO DE INCERTIDUMBRE PARA LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO VERDE EN PYMES MANUFACTURERAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA – ECUADOR”**, el cuestionario cuenta con preguntas orientadas hacia la variable independiente (Modelado de incertidumbre) y variable dependiente (Cadena de suministro verde), siendo el principal objetivo levantar datos estadísticos para la elaboración de un modelado de incertidumbre para la gestión de cadena de suministro verde. Concluyendo así con los requisitos para la obtención de mi título profesional.

Agradezco de antemano la atención prestada a la solicitud y su cooperación en la presente investigación.

Atentamente,



Palomino Tello Vivian Amanda
C.I.: 0850009192
Email: amada18512@gmail.com / vivian.palominotello@upse.edu.ec

Anexo B. Cuestionario para la recolección de datos.



ENCUESTA SOBRE UN MODELADO DE INCERTIDUMBRE PARA LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO VERDES EN PYMES MANUFACTURERAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA – ECUADOR.

OBJETIVO: Recopilar información a través de un cuestionario con el fin de obtener datos que ayuden a crear un modelo de incertidumbre para la gestión de la cadena de suministro verde, en pymes manufactureras de la provincia de Santa Elena, Ecuador.

INDICACIÓN: Este cuestionario es de naturaleza académica y consta de diversas preguntas. Por favor, léalas detenidamente y seleccione las respuestas adecuadas. Completar la encuesta no requerirá mucho tiempo, de antemano se le agradece la atención prestada.

CUESTIONARIO:

1. **¿Cuántos años tiene de funcionamiento su empresa?**

2. **¿Hay una sección/departamento que se encarga de aspectos medio ambientales?, marque con una "x".**
 SÍ NO
3. **¿La empresa ha tomado medidas ambientales en la optimización de procesos para reducir los desechos sólidos?, marque con una "x".**
 SÍ NO
4. **¿La empresa ha tomado medidas ambientales en el reciclaje de materiales internos generado en los procesos productivos?, marque con una "x".**
 SÍ NO
5. **¿Debido a la implementación de mejores prácticas de gestión, se han logrado beneficios específicos en la reducción de emisiones?, marque con una "x".**
 SÍ NO
6. **¿La empresa utiliza empaques que puedan ser reciclados?, marque con una "x".**
 SÍ NO
7. **¿La empresa ha contemplado acciones ambientales en la elección de proveedores por criterios ambientales?, marque con una "x".**
 SÍ NO



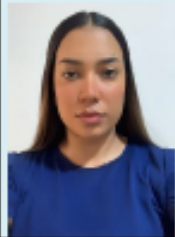
8. ¿Algún proveedor cuenta con una certificación medio ambiental?, marque con una "x".
- SÍ NO
9. ¿Se utilizan criterios medio ambientales al momento de adquirir/rentar medios de distribución de productos?, marque con una "x".
- SÍ NO
10. ¿En las campañas publicitarias se mencionan aspectos ambientales de los productos?, marque con una "x".
- SÍ NO
11. ¿Considera usted conveniente adoptar mecanismos que disminuyan la contaminación ambiental?, marque con una "x".
- SÍ NO

Anexo C. Formato para la validación de instrumento para expertos.



Formato para validar instrumento de validación

DATOS DEL ESTUDIANTE			
Apellidos:	PALOMINO TELLO		
Nombres:	VIVIAN AMANDA		
CC:	0850009192	Nº Matricula:	12019961961
e-mail:	vivian.palominotello@upse.edu.ec		



Tema:	“MODELO DE INCERTIDUMBRE PARA LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO VERDES EN PYMES MANUFACTURERAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA – ECUADOR”
Resumen:	<p>La gestión de la cadena de suministro verde (GSCM) está relacionada a la práctica de emplear insumos de los usuarios que sean menos perjudiciales para el medio ambiente y convertirlos en productos que puedan recuperarse y, en cambio, reutilizarse al final de su existencia.</p> <p>Se está llevando a cabo una investigación como parte del trabajo de titulación, siendo el objetivo principal crear un modelo de incertidumbre para gestionar la cadena de suministro verde, de tal manera que, para lograrlo es necesario validar la herramienta principal que se utilizara para recopilar datos.</p>
Objetivos:	<p>Objetivo general: Aplicar un modelado de incertidumbre para la gestión de la cadena de suministro verdes en pymes manufactureras, Provincia de Santa Elena – Ecuador.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar un estado del arte, a través de un análisis bibliométrico, para el sustento de la cadena de suministro verde mediante un modelo de incertidumbre. • Establecer un marco metodológico, por medio de estudios de la cadena de suministro verde, para un modelado de incertidumbre. • Explicar el impacto que genera la cadena de suministro verde mediante un modelo de incertidumbre para las pymes manufactureras.
Hipótesis:	¿Un modelo de incertidumbre incide en la cadena de suministro verde?



FORMULARIO

- En las siguientes páginas, usted evalúa el cuestionario con el fin de asegurarse de que sea válido.
- Cuando responda a las escalas tipo Likert, simplemente coloque una "X" en la casilla correspondiente a la opción que elija entre las seis disponibles:
 - 1 = muy en desacuerdo
 - 2 = en desacuerdo
 - 3 = en desacuerdo más que en acuerdo
 - 4 = de acuerdo más que en desacuerdo
 - 5 = de acuerdo
 - 6 = muy de acuerdo

	¿CUÁNTOS AÑOS TIENE DE FUNCIONAMIENTO SU EMPRESA?	Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
Pregunta N° 1:	Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)						
	ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
	<ul style="list-style-type: none"> • La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado). • Las opciones de respuesta son adecuadas. • Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico. 						
	PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
	<ul style="list-style-type: none"> • Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación. • Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N° 3 de la investigación. 						
	Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta:						
	Motivos por los que se considera no adecuada						
	Motivos por los que se considera no pertinente						
	Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)						



FORMULARIO

- En las siguientes páginas, usted evalúa el cuestionario con el fin de asegurarse de que sea válido.
- Cuando responda a las escalas tipo Likert, simplemente coloque una "X" en la casilla correspondiente a la opción que elija entre las seis disponibles:
 1 = muy en desacuerdo
 2 = en desacuerdo
 3 = en desacuerdo más que en acuerdo
 4 = de acuerdo más que en desacuerdo
 5 = de acuerdo
 6 = muy de acuerdo

		Grado de acuerdo						
		1	2	3	4	5	6	
Pregunta N° 2:	¿HAY UNA SECCIÓN/DEPARTAMENTO QUE SE ENCARGA DE ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES? MARQUE CON UNA "X". <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO							
	Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)							
	ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):	<ul style="list-style-type: none"> La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado). 						
		<ul style="list-style-type: none"> Las opciones de respuesta son adecuadas. 						
		<ul style="list-style-type: none"> Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico. 						
	PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):	<ul style="list-style-type: none"> Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación. 						
		<ul style="list-style-type: none"> Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECIFICO N° 3 de la investigación. 						
	Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta:							
	Motivos por los que se considera no adecuada							
	Motivos por los que se considera no pertinente							
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)								



FORMULARIO

- En las siguientes páginas, usted evalúa el cuestionario con el fin de asegurarse de que sea válido.
- Cuando responda a las escalas tipo Likert, simplemente coloque una "X" en la casilla correspondiente a la opción que elija entre las seis disponibles:
 1 = muy en desacuerdo
 2 = en desacuerdo
 3 = en desacuerdo más que en acuerdo
 4 = de acuerdo más que en desacuerdo
 5 = de acuerdo
 6 = muy de acuerdo

	<p align="center">¿LA EMPRESA HA TOMADO MEDIDAS AMBIENTALES EN LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS PARA REDUCIR LOS DESECHOS SÓLIDOS? MARQUE CON UNA "X".</p> <p align="center"><input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p>	Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
Pregunta N° 3:	<p>Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)</p>						
	<p>ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):</p> <ul style="list-style-type: none"> • La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado). • Las opciones de respuesta son adecuadas. • Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico. 						
	<p>PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación. • Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N° 3 de la investigación. 						
	Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta:						
	Motivos por los que se considera no adecuada						
	Motivos por los que se considera no pertinente						
	Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)						



FORMULARIO

- En las siguientes páginas, usted evalúa el cuestionario con el fin de asegurarse de que sea válido.
- Cuando responda a las escalas tipo Likert, simplemente coloque una "X" en la casilla correspondiente a la opción que elija entre las seis disponibles:
 1 = muy en desacuerdo
 2 = en desacuerdo
 3 = en desacuerdo más que en acuerdo
 4 = de acuerdo más que en desacuerdo
 5 = de acuerdo
 6 = muy de acuerdo

<p align="center">¿LA EMPRESA HA TOMADO MEDIDAS AMBIENTALES EN EL RECICLAJE DE MATERIALES INTERNOS DE LA EMPRESA? MARQUE CON UNA "X".</p> <p align="center"><input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p>		Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
Pregunta N° 4:	<p>Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)</p>						
	<p>ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):</p> <ul style="list-style-type: none"> • La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado). • Las opciones de respuesta son adecuadas. • Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico. 						
	<p>PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación. • Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECIFICO N° 3 de la investigación. 						
	Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta:						
	Motivos por los que se considera no adecuada						
Motivos por los que se considera no pertinente							
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)							



FORMULARIO

- En las siguientes páginas, usted evalúa el cuestionario con el fin de asegurarse de que sea válido.
- Cuando responda a las escalas tipo Likert, simplemente coloque una "X" en la casilla correspondiente a la opción que elija entre las seis disponibles:
 1 = muy en desacuerdo
 2 = en desacuerdo
 3 = en desacuerdo más que en acuerdo
 4 = de acuerdo más que en desacuerdo
 5 = de acuerdo
 6 = muy de acuerdo

Pregunta N° 5:	¿DEBIDO A LA IMPLEMENTACION DE MEJORES PRÁCTICAS DE GESTIÓN, SE HAN LOGRADO BENEFICIOS ESPECÍFICOS EN LA REDUCCIÓN DE EMISIONES? MARQUE CON UNA "X". <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO		Grado de acuerdo					
	Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)		1	2	3	4	5	6
	ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):	<ul style="list-style-type: none"> • La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado). 						
		<ul style="list-style-type: none"> • Las opciones de respuesta son adecuadas. 						
		<ul style="list-style-type: none"> • Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico. 						
	PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):	<ul style="list-style-type: none"> • Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación. 						
		<ul style="list-style-type: none"> • Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N° 3 de la investigación. 						
Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta:								
Motivos por los que se considera no adecuada								
Motivos por los que se considera no pertinente								
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)								



FORMULARIO

- En las siguientes páginas, usted evalúa el cuestionario con el fin de asegurarse de que sea válido.
- Cuando responda a las escalas tipo Likert, simplemente coloque una "X" en la casilla correspondiente a la opción que elija entre las seis disponibles:
1 = muy en desacuerdo
2 = en desacuerdo
3 = en desacuerdo más que en acuerdo
4 = de acuerdo más que en desacuerdo
5 = de acuerdo
6 = muy de acuerdo

¿LA EMPRESA SE UTILIZA EMPAQUES QUE PUE DAN SER RECICLADOS? MARQUE CON UNA "X".		Grado de acuerdo					
<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO							
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)		1	2	3	4	5	6
Pregunta N° 6:	ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):	<ul style="list-style-type: none"> • La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado). • Las opciones de respuesta son adecuadas. • Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico. 					
	PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):	<ul style="list-style-type: none"> • Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación. • Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECIFICO N° 3 de la investigación. 					
	Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta:						
	Motivos por los que se considera no adecuada						
	Motivos por los que se considera no pertinente						
	Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)						



FORMULARIO

- En las siguientes páginas, usted evalúa el cuestionario con el fin de asegurarse de que sea válido.
- Cuando responda a las escalas tipo Likert, simplemente coloque una "X" en la casilla correspondiente a la opción que elija entre las seis disponibles:
 1 = muy en desacuerdo
 2 = en desacuerdo
 3 = en desacuerdo más que en acuerdo
 4 = de acuerdo más que en desacuerdo
 5 = de acuerdo
 6 = muy de acuerdo

¿LA EMPRESA HA TOMADO ACCIONES AMBIENTALES EN LA ELECCIÓN DE PROVEEDORES POR CRITERIOS AMBIENTALES? MARQUE CON UNA "X". <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO		Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
Pregunta N° 7: Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)							
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):	<ul style="list-style-type: none"> • La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado). 						
	<ul style="list-style-type: none"> • Las opciones de respuesta son adecuadas. 						
	<ul style="list-style-type: none"> • Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico. 						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):	<ul style="list-style-type: none"> • Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación. 						
	<ul style="list-style-type: none"> • Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N° 3 de la investigación. 						
Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta:							
Motivos por los que se considera no adecuada							
Motivos por los que se considera no pertinente							
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)							



FORMULARIO

- En las siguientes páginas, usted evalúa el cuestionario con el fin de asegurarse de que sea válido.
- Cuando responda a las escalas tipo Likert, simplemente coloque una "X" en la casilla correspondiente a la opción que elija entre las seis disponibles:
 1 = muy en desacuerdo
 2 = en desacuerdo
 3 = en desacuerdo más que en acuerdo
 4 = de acuerdo más que en desacuerdo
 5 = de acuerdo
 6 = muy de acuerdo

<p>¿ALGÚN PROVEEDOR CUENTA CON UNA CERTIFICACIÓN MEDIO AMBIENTAL? MARQUE CON UNA "X". <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p> <p>Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)</p>		Grado de acuerdo							
		1	2	3	4	5	6		
Pregunta N° 8:	ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):	<ul style="list-style-type: none"> • La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado). • Las opciones de respuesta son adecuadas. • Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico. 							
	PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):	<ul style="list-style-type: none"> • Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación. • Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N° 3 de la investigación. 							
	Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta:								
	Motivos por los que se considera no adecuada								
Motivos por los que se considera no pertinente									
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)									



FORMULARIO

- En las siguientes páginas, usted evalúa el cuestionario con el fin de asegurarse de que sea válido.
- Cuando responda a las escalas tipo Likert, simplemente coloque una 'X' en la casilla correspondiente a la opción que elija entre las seis disponibles:
 1 = muy en desacuerdo
 2 = en desacuerdo
 3 = en desacuerdo más que en acuerdo
 4 = de acuerdo más que en desacuerdo
 5 = de acuerdo
 6 = muy de acuerdo

¿SE UTILIZAN CRITERIOS MEDIO AMBIENTALES AL MOMENTO DE ADQUIRIR/RENTAR MEDIOS DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS? MARQUE CON UNA 'X'. <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO		Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)							
ADECUACION (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):	<ul style="list-style-type: none"> • La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado). 						
	<ul style="list-style-type: none"> • Las opciones de respuesta son adecuadas. • Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico. 						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):	<ul style="list-style-type: none"> • Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación. 						
	<ul style="list-style-type: none"> • Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECIFICO N° 3 de la investigación. 						
Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta:							
Motivos por los que se considera no adecuada							
Motivos por los que se considera no pertinente							
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)							



FORMULARIO

- En las siguientes páginas, usted evalúa el cuestionario con el fin de asegurarse de que sea válido.
- Cuando responda a las escalas tipo Likert, simplemente coloque una "X" en la casilla correspondiente a la opción que elija entre las seis disponibles:
 1 = muy en desacuerdo
 2 = en desacuerdo
 3 = en desacuerdo más que en acuerdo
 4 = de acuerdo más que en desacuerdo
 5 = de acuerdo
 6 = muy de acuerdo

<p>¿EN LAS CAMPAÑAS PUBLICITARIAS SE MENCIONAN ASPECTOS AMBIENTALES DE LOS PRODUCTOS? MARQUE CON UNA "X". <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p>		Grado de acuerdo					
		1	2	3	4	5	6
Pregunta N° 10:	<p>Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)</p>						
	<p>ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado). • Las opciones de respuesta son adecuadas. • Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico. 					
	<p>PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación. • Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECIFICO N° 3 de la investigación. 					
	<p>Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta:</p>						
	<p>Motivos por los que se considera no adecuada</p>						
	<p>Motivos por los que se considera no pertinente</p>						
	<p>Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)</p>						



FORMULARIO

- En las siguientes páginas, usted evalúa el cuestionario con el fin de asegurarse de que sea válido.
- Cuando responda a las escalas tipo Likert, simplemente coloque una "X" en la casilla correspondiente a la opción que elija entre las seis disponibles:
 1 = muy en desacuerdo
 2 = en desacuerdo
 3 = en desacuerdo más que en acuerdo
 4 = de acuerdo más que en desacuerdo
 5 = de acuerdo
 6 = muy de acuerdo

Pregunta N° 11:	¿CONSIDERA USTED CONVENIENTE ADOPTAR MECANISMOS QUE DISMINUYAN LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL? MARQUE CON UNA "X". <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO		Grado de acuerdo					
	Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)		1	2	3	4	5	6
ADECUACION (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):	• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado).							
	• Las opciones de respuesta son adecuadas.							
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):	• Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico.							
	• Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación.							
	• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECIFICO N° 3 de la investigación.							
Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta:								
Motivos por los que se considera no adecuada								
Motivos por los que se considera no pertinente								
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)								

Anexo D Demostración de recolección de datos.









Anexo E. Tabulación de los datos en el software IBM SPSS Statistics 25.

RE.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Aplicación de búsqueda

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	ID	Numérico	8	0	Identificación	Ninguna	Ninguna	12	Derecha	Escala	Entrada
2	P1	Numérico	8	0	¿Cuántos año...	Ninguna	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
3	P2	Numérico	8	0	¿Hay una secci...	(0, No)...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
4	P3	Numérico	8	0	¿La empresa h...	(0, No)...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
5	P4	Numérico	8	0	¿La empresa h...	(0, No)...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
6	P5	Numérico	8	0	¿Debido a la l...	(0, No)...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
7	P6	Numérico	8	0	¿La empresa u...	(0, No)...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
8	P7	Numérico	8	0	¿La empresa h...	(0, No)...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
9	P8	Numérico	8	0	¿Algún provee...	(0, No)...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
10	P9	Numérico	8	0	¿Se utilizan crit...	(0, No)...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
11	P10	Numérico	8	0	¿En las campa...	(0, No)...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
12	P11	Numérico	8	0	¿Considera us...	(0, No)...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											

Visión general Vista de datos **Vista de variables**

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ACTIVADO Clásico

RE.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Aplicación de búsqueda

Visible: 12 de 12 variables

	ID	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	var	var
1	1	7	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1		
2	2	25	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1		
3	3	5	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1		
4	4	5	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1		
5	5	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
6	6	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	
7	7	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
8	8	4	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1		
9	9	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	
10	10	3	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	
11	11	12	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1		
12	12	2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
13	13	15	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1		
14	14	5	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1		
15	15	3	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1		
16	16	50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
17	17	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
18	18	4	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	
19	19	2	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1		
20	20	5	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1		
21	21	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
22	22	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	
23	23	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
24	24	5	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1		
25	25	8	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1		

Visión general **Vista de datos** Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ACTIVADO Clásico

Anexo F. Tabla de valores F de la distribución 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.

Anexo G. Cálculos de análisis de varianza ANOVA.

Autoguardado | CALCULOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA A... | Guardado en Este PC | Buscar | Palomino, Vivian

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Automatizar Ayuda

Comentarios Compartir

Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celda

Insertar Eliminar Formato Ordenar y filtrar Buscar y seleccionar Complementos Analizar datos

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición Complementos

A1 | ANÁLISIS DE VARIANZA

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Indicadores bajo escenarios ANOVA.					
Indicador	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Estadística F	
Grupos (entre grupos)	$k - 1$	$SSG = \sum_{j=1}^k n_j(\bar{C}_j - \bar{C})^2$	$MSG = \frac{SSG}{k - 1}$	$F = \frac{MSG}{MSE}$	
Error (dentro de grupos)	$N - 1$	$SSE = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (n_{ij} - 1)n_{ij}^2$	$MSE = \frac{SSE}{n - k}$		
Total	$k - 1$	$SS(TOTAL) = SSG + SSE$	$\sigma^2 = \frac{SS(TOTAL)}{n - 1}$		

DATOS DE RESPUESTA DE ENCUESTA APLICADA						
Nº	Bloque	Pregunta	Escenario estratégico	Respuesta Valido		Total (Pymes encuestada)
				Si	No	
1		P1. ¿Cuántos años de funcionamiento o tiene su empresa?		0	0	0
		P2. ¿Hay una sección departa				

Hoja1 | Listo | Accesibilidad: es necesario investigar | 80%

Autoguardado | CALCULOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA A... | Guardado en Este PC | Buscar | Palomino, Vivian

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Automatizar Ayuda

Comentarios Compartir

Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celda

Insertar Eliminar Formato Ordenar y filtrar Buscar y seleccionar Complementos Analizar datos

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición Complementos

A1 | ANÁLISIS DE VARIANZA

ANÁLISIS DE DATOS PARA CONFIRMAR CALCULOS					
27	11	P.11: mecanist	80	0	80
ANÁLISIS DE DATOS PARA CONFIRMAR CALCULOS					
Análisis de varianza de un factor					
RESUMEN					
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
Si	11	632	57,454545	500,87273	
No	11	168	15,272727	163,41818	
ANÁLISIS DE VARIANZA					
Origen de las varianza de cuadrados de libertad de los cua					
Entre grupo	1	9786,1818	29,463543	2,59E-05	
Dentro de l	20	332,14545		4,3512435	
16429,09	Total	16429,091	21		

Tabla ANOVA				
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	9786,18	1	9786,181818	29,463543
Dentro de las muestras	6642,91	20	332,1454545	
Total	16429,09	21		

Tabla 3 VALORES F DE LA DISTRIBUCION F DE FISHER	
$1 - \alpha = 0,95$	$\nu_2 =$ grados de libertad del denominador
$1 - \alpha = P(F \leq f_{\alpha, \nu_1, \nu_2})$	$\nu_1 =$ grados de libertad del numerador
1	2
2	3
3	4
4	5
5	6
6	7
7	8
8	9
9	10
10	11
11	12
12	13
13	14
14	15
15	16
16	17
17	18
18	19
19	20

Hoja1 | Listo | Accesibilidad: es necesario investigar | 80%

Anexo H. Cálculos de presupuesto de la propuesta.

Autoguardado | CALCULO DE PRESUPU... | Guardado en Este PC | Buscar | Palomino, Vivian

Inicio | Insertar | Disposición de página | Fórmulas | Datos | Revisar | Vista | Automatizar | Ayuda

Comentarios | Compartir

Formato condicional | Dar formato como tabla | Estilos de celda

Insertar | Eliminar | Formato | Ordenar y filtrar | Buscar y seleccionar | Complementos | Analizar datos

Portapapeles | Fuente | Alineación | Número | Estilos | Celdas | Edición | Complementos

M36

PROPUESTA				
Se requirió una inversión total en activos fijos de \$10.262,50 estadounidense. A lo largo de cinco años, este proyecto generó flujos de efectivo de dólares americanos anuales, con una tasa del 10%. En este contexto, se calcularon herramientas financieras como Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), y el Período de Recuperación (PR) para demostrar la confiabilidad del proyecto frente a la inversión realizada.				
Rubro	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total
Recurso Humano	Modelador	1	\$693,00	\$693,00
	Internet	3	\$24,00	\$72,00
Tecnológico	Software	1	\$6.200,00	\$6.200,00
	Computador a		\$890,00	\$890,00
	Cursos de capacitación	1	\$300,00	\$300,00
Oficina	Materiales de oficina	1	\$10,00	\$10,00
Otros	Transporte		\$25,00	\$25,00
	Impresiones		\$20,00	\$20,00
Subtotal			\$8.162,00	\$8.210,00
10% de imprevistos				\$821,00
15% de reajuste				\$1.231,50
TOTAL			\$10.262,50	

CALCULOS DEL PRESUPUESTO

Accesibilidad: es necesario investigar

Autoguardado | CALCULO DE PRESUPU... | Guardado en Este PC | Buscar | Palomino, Vivian

Inicio | Insertar | Disposición de página | Fórmulas | Datos | Revisar | Vista | Automatizar | Ayuda

Comentarios | Compartir

Formato condicional | Dar formato como tabla | Estilos de celda

Insertar | Eliminar | Formato | Ordenar y filtrar | Buscar y seleccionar | Complementos | Analizar datos

Portapapeles | Fuente | Alineación | Número | Estilos | Celdas | Edición | Complementos

M36

INDICADORES COMPLEMENTARIOS		
Permiten tomar decisión para definir el momento en el que debo invertir.		
TIR	Tasa Interna de Retorno, que es la tasa de los flujos que quedan invertidos en el proyecto.	
VAN	Valor Actual Neto	
PR	Período de Recuperación	
TASA	10%	0,1
TOTAL DE LA INVERSIÓN	\$10.262,50	\$1.026,25

CALCULOS DEL FLUJO DE FONDO						
	0	1	2	3	4	5
Flujo Fondo	\$ -10.262,50	\$3.078,75	\$3.078,75	\$3.078,75	\$3.078,75	\$3.078,75
Saldo Actual de 10%	\$ -10.262,50	\$ 2.798,86	\$ 2.544,42	\$ 2.313,11	\$ 2.102,83	\$ 1.911,66
Saldo Actualizado	\$ -10.262,50	\$ -7.463,64	\$ -4.919,21	\$ -2.606,10	\$ -503,28	\$ 1.408,38

CALCULOS DE HERRAMIENTAS FINANCIERAS		
TASA	10%	
VNA	\$11.670,88	El valor psto actual es igual al valor actual de los flujos futuros actualizados y sumados
VAN (\$)	\$ 1.408,38	paga la tasa del 10% solicitada y tiene un excedente de \$1.408,38 que uiere decir que este proyecto esta agregando valor
TIR (%)	15%	la tasa interna de retorno es mayor que la tasa que se le esta solicitando al proyecto, por lo tanto se esta obteniendo mayor tasa de la que se esta solicitando en el proyecto.
PR (t)	4,24	En el periodo 4 ya estaria recuperando la inversion inicial.

CALCULOS DEL PRESUPUESTO

Accesibilidad: es necesario investigar