



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
INDUSTRIAL**

**“DISEÑO DE UN INDICADOR INTEGRAL PARA LA EVALUACIÓN DEL  
DESEMPEÑO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE CAMISETAS EN EL  
ECUADOR “**

**AUTOR: ANDRÉS MARCELO MORENO MONGE**

**DIRECTOR: ING. ERIK OROZCO CRESPO, MSC**

**IBARRA, ABRIL 2019**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100402825-2		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	MORENO MONGE ANDRÉS MARCELO		
<b>DIRECCIÓN:</b>	IBARRA-BARRIO EL TEJAR,CALLE VIA SANTA ROSA		
<b>E-MAIL:</b>	ammorenom@utn.edu.ec		
<b>TELÉFONO:</b>	3047330	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	098 743 7596


DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	DISEÑO DE UN INDICADOR INTEGRAL PARA LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE CAMISETAS EN EL ECUADOR
<b>AUTOR (ES):</b>	MORENO MONGE ANDRÉS MARCELO
<b>FECHA:</b>	ABRIL DEL 2019
<b>PROGRAMA</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	INGENIERO INDUSTRIAL
<b>DIRECTOR:</b>	Ing. ERIK OROZCO CRESPO, MSc.

## 2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 25 días del mes de abril de 2019

### EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Andrés Marcelo Moreno Monge



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE  
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Andrés Marcelo Moreno Monge, con cédula de identidad Nro. 100402825-2, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado **“DISEÑO DE UN INDICADOR INTEGRAL PARA LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE CAMISETAS EN EL ECUADOR”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO INDUSTRIAL** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 25 días del mes de Abril de 2019

AUTOR:

Andrés Marcelo Moreno Monge

C.I. 100402825-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

### DECLARACIÓN

Yo, Andrés Marcelo Moreno Monge, con cédula de identidad Nro. 100402825-2, declaro bajo juramento que el trabajo de grado con el tema **“DISEÑO DE UN INDICADOR INTEGRAL PARA LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE CAMISETAS EN EL ECUADOR”**, corresponde a mi autoría y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Además, a través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Ibarra, a los 25 días del mes de Abril del 2019

AUTOR:

Andrés Marcelo Moreno Monge

C.C: 100402825-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**CERTIFICACIÓN DEL AUTOR**

Ingeniero Erik Orozco Crespo Director de Trabajo de Grado desarrollado por el señor estudiante ANDRÉS MARCELO MORENO MONGE

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Trabajo de grado titulado **“DISEÑO DE UN INDICADOR INTEGRAL PARA LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE CAMISETAS EN EL ECUADOR”**, ha sido elaborado en su totalidad por el señor estudiante Andrés Marcelo Moreno Monge, bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniero Industrial. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, a los 25 días del mes de Abril del 2019



Ing. ERIK OROZCO CRUZPO, MSc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**DEDICATORIA**

A:

Dios y a la Virgen de Guadalupe por haberme guiado a lo largo de mi carrera, por permitirme alcanzar nuevas metas en mi vida.

A mis queridos padres, que han sido un gran ejemplo, por su sacrificio, sabiduría, amor, comprensión y principal fuente de motivación y apoyo en el transcurso de mi educación.

A mis hermanos fuente de inspiración y por estar siempre a mi lado en todo momento, compartiendo momento especial.

A mi tío por su apoyo incondicional durante todo el transcurso de mi educación.

*Andrés Marcelo Moreno Monge*



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**AGRADECIMIENTO**

A:

Dios y a la Virgen de Guadalupe por brindarme salud, sabiduría y sus bendiciones a lo largo del camino, permitir que me supere y ser una persona con valores y principios.

A mi familia por el apoyo fundamental que me brindaron, por brindarme palabras de apoyo para poder cumplir con cada una de mis metas propuestas.

A la Universidad Técnica del Norte, a los docentes de la Carrera de Ingeniería Industrial por brindarme herramientas para lograr todos los objetivos planteados. A mi Docente Tutor Ing. Erick Orozco y a la Phd. Neyfe Sablón Cossío por el apoyo brindado para la ejecución del presente trabajo.

A mis amigos y compañeros por compartir momentos inolvidables en mi vida académica.

*Andrés Marcelo Moreno Monge*



## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>x</b>
<b>INDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción.....	1
1.2. Situación problemática.....	1
1.3. Problema científico de la investigación .....	4
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
1.5. Justificación.....	5
1.6. Alcance.....	5
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>7</b>
2. Conceptos de la cadena de suministros.....	7
2.1. Procesos de las cadenas de suministro .....	9
2.2. Integración en la cadena de suministro .....	11
2.3. Desempeño y evaluación de la cadena de suministros. ....	17
2.4. Evaluación del desempeño o rendimiento en la cadena de suministro.....	18

- 2.5. Procedimientos y modelos para evaluar el desempeño de la cadena de suministros.  
25

<b>CAPITULO III</b> .....	<b>26</b>
3.1. Métodos de investigación.....	26
3.1.1. Niveles de Investigación .....	27
3.1.2. Técnicas e instrumentos.....	28
3.2. Procedimiento para el diseño del indicador general para la evaluación de la cadena de suministro .....	28
3.2.1. Fase I: Descripción general de la cadena de suministro.....	29
3.2.2. Fase II: Selección de los indicadores .....	31
3.2.3. Fase III Evaluación de la cadena de suministro .....	36
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>50</b>
4. Fase I: Descripción general de la cadena de suministro .....	50
4.1. Caracterización de la cadena de camisetas de Ecuador.....	52
4.2. Fase II: Selección de los indicadores .....	53
4.3. Fase III: Evaluación de la cadena de suministro .....	58
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>65</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>66</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	<b>67</b>
<b>ANEXO</b> .....	<b>72</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de una cadena de suministro.....	7
Figura 2 Matriz de relación entre los niveles de integración y estrategias de planificación colaborativa. ....	12
Figura 3. Procedimiento para el diseño del indicador general para la evaluación de la cadena de suministro .....	29
Figura 4. Guía ExperFit .....	42
Figura 5. Modelo FlexSim .....	43
Figura 6. Global Table valor del Indicador Integral.....	43
Figura 7. Módulo Experimenter .....	44
Figura 8. Mapeo de los productos de la cadena de suministros textil de Ecuador.....	50
Figura 9. Porcentaje de industrias dedicada a la confección de camisetas. ....	51
Figura 10. Mapeo de los actores de la cadena de suministros de camisetas en Ecuador. ....	52
Figura 11 Diagrama de cajas para las réplicas de los resultados de la simulación .....	108
Figura 12 Graficas de las medidas de cada distribución para la variable E .....	111
Figura 13 Graficas de las medidas de cada distribución para la variable (D) .....	114

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Leyes de control. ....	2
Tabla 2 Principales procesos del modelo SCOR .....	9
Tabla 3 Niveles de SCOR .....	10
Tabla 4 Proceso de Evaluación de la Cadena de Suministro .....	19
Tabla 5 Atributos de rendimiento SCOR .....	20
Tabla 6 Procedimientos y modelos para evaluar el desempeño .....	25
Tabla 7. Grado de conocimiento.....	32
Tabla 8. Patrón de factores para el cálculo del coeficiente de argumentación.....	32
Tabla 9 Reducción de los indicadores.....	34
Tabla 10 Comparación Indicador – Indicador.....	36
Tabla 11 Valores sugeridos para realizar las comparaciones pareadas en el método AHP .	37
Tabla 12: Estados de desempeño .....	39
Tabla 13. Análisis de la capacidad discriminativa de los intervalos de evaluación .....	46
Tabla 14. Percentiles evaluados.....	49
Tabla 15 Matriz criterio - criterio .....	58
Tabla 16 Resultados del Indicador Integral por la distribución Triangular. ....	62
Tabla 17 Listado de indicadores de la cadena de desempeño .....	74
Tabla 18 Estadísticos de evaluación de expertos.....	86
Tabla 19. Indicadores que registran en la actualidad los actores de la cadena en estudio ...	88
Tabla 20 Datos de los especialistas de cadena de suministro.....	90

Tabla 21 Selección de los especialistas.....	90
Tabla 22 Indicadores relacionados con el cliente .....	91
Tabla 23 Indicadores relacionado con la cadena de suministro .....	94
Tabla 24 Reducir listado de los indicadores.....	99
Tabla 25 Selección de indicadores método de Kendall .....	103
Tabla 26 Evaluación del comportamiento de los indicadores de la cadena de suministro	104
Tabla 27 Estimación de los expertos para cada indicador .....	105
Tabla 28 Modelo de programación para cada distribución .....	105
Tabla 29 Percentiles para el Indicador Costo .....	106
Tabla 30 Percentiles para el Indicador Tiempo .....	106
Tabla 31 Percentiles para el Indicador Capacidad.....	106
Tabla 32 Percentiles para el Indicador NSC .....	106
Tabla 33 Resultados de las réplicas por distribución.....	107
Tabla 34 Percentiles para el Indicador Integral .....	108
Tabla 35 Resultados de la prueba de homogeneidad de T2 .....	109
Tabla 36 Resumen del ANOVA de un factor.....	109
Tabla 37 Resumen del análisis Post Hoc .....	109
Tabla 38 Resumen de la prueba de Kruskal-Wallis.....	111
Tabla 39 Resultados de la prueba de homogeneidad de T2 .....	112
Tabla 40 Resumen del ANOVA de un factor.....	112
Tabla 41 Resumen del análisis Post Hoc(DMS) .....	112
Tabla 42 Resumen de la prueba de Kruskal-Wallis.....	114
Tabla 43 Modelo de regresión para el estadístico t para B <sub>1</sub> .....	115

Tabla 44 Resumen del análisis de regresión .....	115
--	-----

## ANEXOS

Anexo 1 Clasificación de las medidas de desempeño.....	72
Anexo 2 Indicadores de desempeño de la cadena de suministros.....	74
Anexo 3 Hoja de registro para los actores de la cadena de camisetas del Ecuador .....	84
Anexo 4 Entrevista lista de indicadores según los autores.....	85
Anexo 5 Prueba de hipótesis para evaluar la concordancia de la opinión de los expertos....	86
Anexo 6 Indicadores que registran en la actualidad los actores de la cadena de suministro.	88
Anexo 7 Selección de los especialistas de la cadena de suministro.....	90
Anexo 8 Indicadores relacionados con el nivel de servicio al cliente.....	91
Anexo 9 Indicadores relacionados con la cadena de suministro.....	94
Anexo 10 Reducir el listado de los indicadores.....	99
Anexo 11 Selección de los indicadores mediante el método Kendall.....	103
Anexo 12 Evaluar el comportamiento de cada indicador.....	104
Anexo 13 Evaluar el comportamiento de cada indicador.....	105
Anexo 14 Resultados de la simulación para el Indicador Integral.....	107
Anexo 15 Análisis de la capacidad discriminativa de los intervalos de evaluación obtenidos para el Indicador Integral.....	109
Anexo 16 Análisis de la capacidad discriminativa de los intervalos de evaluación obtenidos para el Indicador Integral filtro (D). .....	112
Anexo 17 Modelo de regresión de una variable .....	115

## **RESUMEN**

El presente trabajo de grado se desarrolló en la cadena de suministro de camisetas del Ecuador, el cual persiguió evaluar el desempeño de la gestión integral de la misma mediante el diseño y aplicación de un procedimiento general que tribute a tales fines. El procedimiento diseñado se basó en el trabajo con expertos y con los especialistas de la cadena, que permitieron identificar los principales indicadores a controlar en la gestión de la misma. Se emplearon los softwares Flexsim, y sus módulos Experfit y Experimenter, y el SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) que viabilizaron el proceso de simulación del indicador integral, y a su vez, la evaluación del desempeño de la cadena. La aplicación del procedimiento propuesto al caso de la cadena de suministro de camisetas del Ecuador evidencia la utilidad práctica del mismo, sobre todo en ausencia de datos históricos que permitan evaluar a la cadena. Ante esta situación demuestra que la simulación es una manera de evitar la evaluación empírica de expertos y especialistas. Esta cadena queda evaluada de regular, determinado por el indicador individual de costo que resulta en ser el más importante, no siendo el caso del resto de los indicadores que resultaron en la categoría de bien.

## **ABSTRACT**

The present work of degree refers to the chain of supply of T-shirts of Ecuador, which evaluates the performance of the integral management of the same by means of the design and the application of a general procedure that tributes to Such Endings. The designed procedure was based on the work with experts and with the specialists of the chain, which allowed identifying the main indicators to control the management of the same. The Flexsim software, and its Experfit and Experimenter modules, and the SPSS (Statistical package for the social sciences) were used to make possible the simulation process of the integral indicator and, in turn, the evaluation of the chain's performance. The application of the procedure has become the case of the Ecuadorian t-shirt supply chain. This situation shows that simulation is a way to avoid empirical evaluation of experts and specialists. This is an important part of the indicators that result in the good category.



# **CAPITULO I**

## **GENERALIDADES**

### **1.1. Introducción**

Actualmente, las cadenas de suministro presentan debilidades en su control a nivel táctico, operativo y estratégico. Esto es consecuencia de la ausencia, en ocasiones, de indicadores que faciliten la evaluación del desempeño de cada actor en la cadena. Además de un sistema de indicadores que facilite el control horizontal y vertical, aunque los actores presenten diferentes características. Estos elementos se facilitan si existe una integración en la cadena (Chopra & Meindl, 2008).

La cadena de suministro es la coordinación sistemática y estratégica de las funciones del negocio, de las tácticas de la organización y de todas las empresas que participan en la cadena con el fin de mejorar el desempeño a largo plazo de las empresas individuales y como un todo (Ballou, 2004).

La integración de la cadena de suministro se define: primero que se transita desde la interrelación de los procesos y flujos internos de cada empresa, hasta la combinación de los procesos y flujos de múltiples actores; segundo, que dichos procesos se alinean en función de la estrategia de la cadena, con el objetivo de satisfacer al cliente (Buurman, 2002)

### **1.2. Situación problemática**

El Ecuador es un país exportador de artículos textiles con un 13% en prendas de vestir. Esto demuestra la significancia del sector textil para la economía ecuatoriana, donde la mayor parte de la producción de textil es importada. Mientras que el mercado nacional se abastece con los excedentes que por distintas características no pueden ser exportadas (Ecuador, 2013).

Por otro lado, a nivel mundial se establecen normas, regulaciones y certificaciones para los productores textiles de manera que puedan incursionar en diferentes mercados. Esta necesidad de certificarse de acuerdo con numerosos estándares se convierte en un obstáculo para los productores, debido a los elevados costos de implementación y seguimiento para las empresas.

En la actualidad, el posicionamiento de las empresas ha dependido de la Constituyente (2018). Además de la capacidad de cumplir con las certificaciones requeridas en los distintos mercados y la calidad de los productos, de los precios y de la oportunidad en la entrega. Por esto, el fin de estudio de este trabajo se fundamenta en la necesidad de analizar la cadena de suministro de textil (camisetas).

Existen de leyes del Ecuador que controlan y armonizan el funcionamiento del sector industrial textil, Tabla 1.

**Tabla 1.** Leyes de control.

<b>Normas de calidad</b>
ISO 9001-2008 y ISO 9004-2000
NTE INEN ISO 9001:2009 Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos
<b>Código</b>
Código Orgánico de la Producción, comercio e inversiones (Reg. Ofic. # 056, 12-08-2013)
<b>Leyes</b>
Ley de secretaría de la calidad reg. (Ofic. # 853,02-01-1996)
Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

**Fuente:** (Constituyente, 2018)

En el país existen regulaciones y legislaciones para algunos actores y eslabones de la cadena textil. Aunque existen ausencia de ley, de cadena de suministros de forma integral en el Ecuador.

## **Indicadores del banco mundial**

A nivel internacional, el Banco Mundial registra y define el índice global de competitividad (Schwab et al., 2009). El índice de referencia que se menciona está integrado por varios componentes, a saber: infraestructura, instituciones, desarrollo macroeconómico, salud y educación primaria, educación superior y entrenamiento, eficiencia en los mercados, eficiencia en el mercado laboral, desarrollo del mercado financiero, preparación tecnológica, el tamaño del mercado, sofisticación de negocio e innovación (Schwab et al., 2009). El indicador permite realizar una clasificación de 138 países en función del valor del patrón del medidor, con el uso de una escala donde uno es el más bajo y siete es el mejor. El Ecuador se encuentra en el lugar 91, con una métrica de 3,96 en el 2016-2017 por lo que el índice es bajo, en relación al año anterior decreció 15 puestos porque se encontraba en el lugar 76 (con una métrica de 4,07) en el 2015-2016 (Schwab et al., 2009).

El estudio de la situación actual de la filosofía en cadenas de suministro en el Ecuador, (Sablón Cossío, 2017), presenta como resultado que:

- Bajo pensamiento en cadena, solo se analiza las interioridades de cada empresa.
- Los clientes y proveedores, en ocasiones, se ven como la competencia y no como nuestros aliados.
- Ausencia en la definición y alcance de su cadena de suministro.
- Debilidades en tomar en cuenta los requerimientos de los clientes, incluso, no tener bien identificados a los clientes, ni las estrategias de mercado respectivamente.

- La creencia que la tecnología por sí sola es la solución a un problema de eficiencia, cuando la decisión correcta es optimizar los procesos.
- Suponer que un ahorro en costos debe de ser el único objetivo para iniciar un proceso de optimización de la cadena de suministro.
- Altos inventarios en cada empresa, PYME y emprendedor como solución a los problemas de la demanda.
- La formación y capacitación del personal, no está en correspondencia con las necesidades de la cadena de suministro.
- Se induce la necesidad en la mejora del producto y de los actores de la cadena.

Un problema que presenta la cadena de suministros del sector textil es su bajo nivel de integración, esto trae como consecuencia altos costos para poder satisfacer a los clientes finales, lo que afecta notablemente la viabilidad financiera de las empresas del sector (Hidalgo & Cubillo, 2017 - 2021).

### **1.3. Problema científico de la investigación**

¿Cómo evaluar el desempeño de la cadena de suministros textil (camisetas) del Ecuador?

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Diseñar un indicador integral para la evaluación del desempeño de la cadena de suministro de camisetas en el Ecuador mediante un procedimiento.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

1) Establecer los fundamentos teóricos requeridos para el desarrollo de la investigación.

- 2) Elaborar un procedimiento para la definición del indicador integral de desempeño en una cadena de suministro textil (camisetas).
- 3) Identificar los puntos de mejora en la cadena de suministro textil (camisetas) del Ecuador, en base a la evaluación de la cadena de suministro y sus indicadores.

Esta investigación presenta un valor práctico, debido a que ofrece un procedimiento para el diseño de un índice integral que propicie la gestión de la cadena de suministro de camisetas en el Ecuador. La cadena de estudio es compleja debido a la gran cantidad de empresas que la componen.

### **1.5. Justificación**

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo analizar los indicadores de desempeño de la cadena de suministros dentro de la industria textil. Para las empresas es de suma importancia el diagnóstico de indicadores ya que mediante estos se identifica problemas y oportunidades dentro de la cadena de suministro especialmente en la industria textil destinadas a la elaboración de camisetas.

Se identificará problemas que existe en la industria textil, se definirá responsabilidades, se mejorará el control de la empresa, identificar iniciativas y acciones necesarias, medir comportamientos e integrar la compensación con la actuación.

### **1.6. Alcance**

El presente trabajo de titulación pretende identificar, medir y valorar los indicadores de desempeño, mediante la elaboración de un procedimiento que permitirá mejorar en la cadena de suministro textil, específicamente la cadena de producción de camisetas. Es de aclarar que la cadena seleccionada no se localiza en una provincia específica, sino que, partiendo de la

empresas ubicadas en la provincia de Imbabura, se determinará la mayor parte de proveedores y clientes que pertenezcan a esta cadena.

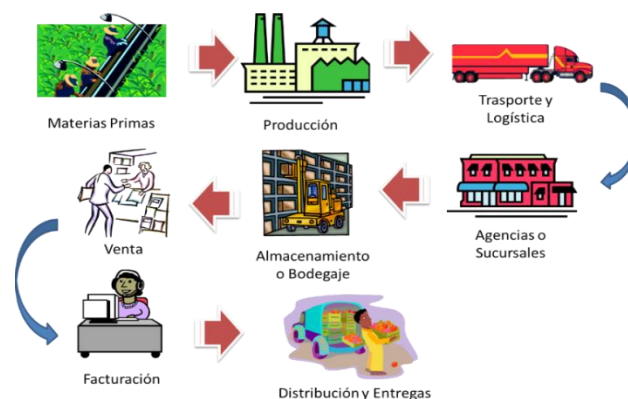
## CAPITULO II

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se estudiará los conceptos básicos para el desarrollo del proyecto de investigación, indicadores de la cadena, índices integrales de la cadena de suministros y además se abordará temas como modelo SCOR.

#### 2. Conceptos de la cadena de suministros

Las cadenas de suministros se definen como una secuencia de procesos y flujos que tienen lugar dentro y fuera de la empresa y entre diferentes etapas que se combinan para satisfacer las necesidades de los clientes (Martínez et al., 2019). Los enfoques para observar los procesos dentro de la cadena son de ciclo y de empuje/tirón (push/pull) (Management, 2010). En el enfoque de ciclos los procesos se dividen en serie de ciclos, cada uno se realiza entre dos etapas sucesivas de una cadena de suministros, como por ejemplo clientes y almacenes. El enfoque del proceso de empuje y tirón depende (Figura 1), de si los procesos son ejecutados en respuesta a un pedido del cliente o en anticipación a éste. Según sea la empresa, se utilizan diferentes combinaciones de enfoque en los procesos para la cadena de abastecimiento (Chopra & Meindl, 2008).



**Figura 1.** Mapa de una cadena de suministro.

**Fuente:** (Chopra & Meindl, 2008)

Otros autores entre los que se encuentran Sablón et al. (2017) definen el término cadena de suministro como se muestra a continuación:

- Es la integración de los diversos procesos del negocio y de otras organizaciones, desde el usuario final hasta los proveedores originales, que proporcionan productos, servicios e informaciones que agregan valor para el cliente. Es una red de múltiples negocios y relaciones.
- Es el conjunto de empresas que integra eficientemente los subsistemas y procesos de producción, transportación, almacenamiento, distribución y comercialización de un producto y sus componentes, en función de optimizar utilidades y satisfacción al cliente.
- Es una red global que involucra a todas las actividades asociadas con la transformación y el flujo de bienes y servicios, desde la materia prima hasta el consumo por el cliente final, a través de un flujo diseñado de información, distribución física, servicios, conocimientos y efectivo, con el objetivo de lograr los niveles de satisfacción de los clientes finales o consumidores que garanticen la sostenibilidad de las Organizaciones y del ecosistema.
- Consiste en la colaboración entre las empresas que persiguen un posicionamiento estratégico común y pretenden mejorar su eficiencia operativa, desde el aprovisionamiento hasta la distribución de un producto o servicio al cliente.
- Como la gestión integrada de un conjunto de actores para brindar un servicio y producto en el mercado, por lo que su planificación y control debe estar al mismo nivel de desempeño, mediante los objetivos e indicadores.



El autor de la investigación define la cadena de suministro como una red integrada y coordinada, de múltiples negocios, empresas y organizaciones, que abarca desde el proveedor inicial hasta el consumidor final, donde se gestionan los procesos de aprovisionamiento, producción, almacenamiento, transporte y distribución, a través de los flujos informativos, de materiales y financieros, con el objetivo de brindar un producto o servicio que satisfaga los requerimientos del cliente, de forma tal que se minimicen los costos y genere utilidades (Sablón et al., 2017).

## 2.1. Procesos de las cadenas de suministro

De manera general, a través de las cadenas de suministro suceden ocho procesos según Buurman (2002). Cinco de los procesos fomentan la planificación en las cadenas de suministro, dentro de ellos se encuentra: la capacidad de respuesta a la planificación de la demanda, la colaboración en la relación con los clientes, el cumplimiento pedidos/entrega de servicio, la personalización de la manufactura y la colaboración en las relaciones con los proveedores. En consecuencia, la planificación de una cadena de suministro, es uno de los procesos claves que persigue la coordinación e integración de todas las actividades de negocio (Peidro et al., 2007).

Otra denominación de los principales procesos de la cadena de suministro se define en el modelo SCOR, Tabla 2.

**Tabla 2** Principales procesos del modelo SCOR

<b>Procesos</b>	<b>Descripción</b>
<b>Planificación</b>	La demanda y la planificación son elementos que incluyen equilibrar los recursos con requisitos y también determina la comunicación a lo largo de toda la cadena de suministro, el planeamiento tiene en cuenta la determinación de reglas para medir y mejorar la cadena de suministro eficientemente.
	En este paso se trata sobre cómo manejar el inventario, acuerdos y

<b>Aprovisionamiento</b>	rendimientos de proveedores y cómo manejar pagos a proveedores, cuando recibir, verificar y transportar.
<b>Fabricación</b>	En este paso se habla sobre la manufactura y producción, el tipo de proceso de manufactura (make-to-order, make-to-stock, o assemble-to-order). Dentro de este paso incluyen actividades como: producción, empaque, producto de ensayo y la liberación.
<b>Distribución</b>	La distribución o suministro incluyen la gestión de pedidos, transporte y almacenaje, recepción de pedidos de clientes y facturación del producto una vez recibido. En este paso implica los bienes, el transporte, la gestión de inventarios terminados, los ciclos de vida del producto, exportación y los requerimientos de importación.
<b>Devolución</b>	Todas las empresas deben estar preparadas para la devolución de productos que involucra el inventario, la administración de reglas de negocios, bienes, transporte y requisitos reglamentarios.

**Fuente:** (Sánchez & Hasbleidy, 2014)

El modelo SCOR se divide en Nivel superior (Procesos), Nivel de configuración (Categorías de procesos), Nivel de elementos de procesos (Descomposición de los procesos), Nivel de Implementación, estos niveles se describen en continuación (tabla 3).

**Tabla 3** Niveles de SCOR

<b>Niveles</b>	<b>Descripción</b>
<b>Nivel superior (Procesos)</b>	Dentro de este nivel se define el alcance y los contenidos de SCOR se establece los indicadores de alto nivel, se analiza la estrategia competitiva y objetivos de rendimientos competitivos. De la misma manera se pondera la madurez de la cadena de suministro.
<b>Nivel de configuración (Categorías de procesos)</b>	En el nivel de categorías de procesos se configura la cadena de suministro utilizando 30 categorías que correspondan al plan: (Source, Make, Deliver & Return.). Las primeras son del tipo de planificación, las segundas del tipo de ejecución y las últimas de apoyo.
<b>Nivel de elementos de procesos (Descomposición de los procesos)</b>	Dentro de este nivel se representan los distintos procesos, descomponiendo las categorías en elementos, inputs, outputs e información y materiales.
<b>Nivel de Implementación</b>	Donde las empresas implementan o incorporan mejoras en sus procesos y sistemas para su mejora. (Esto no forma parte del SCOR).
En conclusión, SCOR es parte de una visión estratégica y enfatiza en las operaciones. No	

abarca las funciones de finanzas, ventas, recursos humanos etc., sino que se centra en los flujos de información y en los productos, analizando las bases competitivas y determinando los niveles de rendimiento más adecuados para alcanzar los objetivos estratégicos de mediano y largo plazo. Consecuentemente todo lo demás deberá alinearse.

**Fuente:** (Sánchez & Hasbleidy, 2014)

Otro autor define que los procesos principales relacionados con las cadenas de suministro son: relaciones con los clientes, surtido de pedidos y relaciones con los proveedores (Krajewski et al., 2013).


## **2.2. Integración en la cadena de suministro**

Para que la integración de la cadena de suministro tenga éxito Martínez et al. (2011), se requiere llevar a cabo tanto la integración de los procesos internos en la propia empresa como de los procesos externos que implican a proveedores y clientes por lo que se requiere un gran esfuerzo de gestión en la vinculación y coordinación de los procesos de la cadena de suministro en términos de flujos de información y flujos físicos. Agrega además Buurman (2002), que el proceso integrado de creación de valor debe comprometerse y administrarse desde la adquisición de materiales hasta la entrega del producto o servicio al usuario final.

La integración de la cadena de suministro es un concepto amplio que abarca diversos aspectos tales como: asociación, cooperación, colaboración y la coordinación entre los agentes de la cadena Ellinger et al. (2000), donde la calidad de las relaciones de negocios establecidas entre los socios son esenciales para la integración y la instrumentación exitosa de estrategias (Zhu et al., 2018).

Existen coincidencias en las definiciones del término nivel de integración en la cadena de suministro: primero que se transita desde la interrelación de los procesos y flujos internos de cada empresa, hasta la combinación de los procesos y flujos de múltiples actores; segundo,

que dichos procesos se alinean en función de la estrategia de la cadena, con el objetivo de satisfacer al cliente (Sablón Cossío, 2017). Los niveles de integración se inician desde la asignación de recursos por un organismo gubernamental o el estado, hasta la colaboración entre los actores de la cadena, transitando por la negociación, asociación, cooperación y coordinación (ver figura 2).



Tipo de Estrategia	<b>Mayor integración e importancia estratégica</b>					
	Asignación I	Asignación II	Asignación III	Asignación IV	Asignación V	Asignación VI
Integración de la cadena de suministro	1	1	1	2	2	3
Planificación conjunta	1	1	1	1	2	3
Compartir tecnología	1	1	1	2	3	3
Conexión vía TIC	1	1	2	3	3	3
Compartir información	1	1	1	2	3	3
Contratos a largo plazo	1	1	1	3	3	3
Pocos proveedores	1	1	2	3	1	1
Unen bienes en procesos críticos con fines solo económico u otros interés	1	1	3	1	1	1
Discusión enfocada a liderazgos en costo; diferenciación; enfoque o nicho	1	3	3	1	1	1
Relación como adversarios	2	3	1	1	1	1
Asignación de recursos	3	1	1	1	1	1

**Figura 2** Matriz de relación entre los niveles de integración y estrategias de planificación colaborativa.

**Fuente:** (Sablón Cossío, 2017)

Además Nariño (2010), la integración de los procesos de la cadena vistos como un sistema y de los participantes como aliados estratégicos que colaboran entre sí, hacen que la gestión de la cadena de suministro cumpla de forma eficiente con su objetivo fundamental de satisfacer al cliente (Nariño, 2010).

Los niveles de integración se clasifican 6 y se describen a continuación:

## **Asignación**

La asignación es donde se asignan recursos como: presupuesto, materias primas y equipamiento por una institución gubernamental.

## **Negociación**

Las negociaciones de mercado, se incluyen discusiones enfocadas hacia el precio y las relaciones como socios y adversarios. Se expresan las tres estrategias básicas del mercado.

## **Asociación**

En un enfoque integral de cadena de suministro, (Mata & Cobas-Flores, 2008), plantean que las organizaciones se dan cuenta de que necesitan incluir no sólo a sus proveedores y clientes, sino también intermediarios y empresas de servicios logísticos para identificar y mejorar sus procesos críticos, con la finalidad de cumplir los requerimientos del cliente a un menor costo, con mayor calidad y rapidez, de tal manera que se pueda ganar colaborativamente mediante sinergias.

La selección de los socios de la cadena de suministro y la forma en que se organizan, controlan y gestionan las alianzas con ellos es de vital importancia para su mantenimiento y desarrollo, pues las alianzas dependen de las acciones y enfoques emprendidos con la organización de la colaboración entre ellos.

Las asociaciones según (Ayers, 2006) pueden ser:

- Horizontal: la que se caracteriza por la combinación de capacidades de un mismo nivel operacional en la cadena, un ejemplo son dos proveedores de telecomunicaciones, uno enfocado en el radio y uno en teléfono de larga distancia, se asocian para distribuir por

el mismo canal.

- Vertical: en esta las relaciones se establecen con respecto al flujo de mercancías y servicios a lo largo de la cadena de aprovisionamiento. Dos compañías que combinan los recursos de investigación y desarrollo para desarrollar un nuevo producto son un ejemplo, donde uno puede desarrollar un material básico; el otro puede desarrollar los productos hechos del material.

En muchas ocasiones el nivel de interconexión de las actividades de los asociados, no es completamente libre, pues esta puede estar sujeta a muchas condicionantes, entre ellas la existencia de normas gubernamentales, existencia de grandes diferencias en los mercados nacionales y la existencia de dificultades organizativas (Ayers, 2006).

### **Colaboración**

La colaboración es necesaria para facilitar el proceso de comunicación, incrementar la confianza y llevar a cabo los compromisos de cada uno de los actores de la cadena de suministro. La colaboración facilita la alineación de los objetivos individuales a los objetivos globales de la cadena, así como la toma de decisiones efectiva, logrando acuerdos y beneficios para todos los miembros de la misma no sólo en cuestiones monetarias, sino en términos de posición competitiva (Mata & Cobas-Flores, 2008).

A su vez Acevedo Suárez et al. (2010), plantea que la colaboración entre los socios de la cadena de suministro comienza cuando estos llegan a interiorizar que el éxito de cada uno de los miembros depende de los otros, y de cómo se logra satisfacer al cliente final. Por lo que, para facilitar las operaciones logísticas, los participantes de la cadena de suministro deben planificar e implementar juntos las operaciones.

## **Cooperación**

La cooperación es definida como el conjunto de actividades que implican una asociación y colaboración entre los diferentes actores a través de múltiples instrumentos, que persiguen objetivos comunes y un beneficio mutuo (Flores-Urbáez, 2007).

La cooperación o alianza entre empresas puede ser entendida como un acuerdo entre dos o más empresas que deciden actuar conjuntamente para lograr determinados objetivos al menos en parte de sus actividades.

La decisión estratégica de cooperar proporciona ventajas ya que la empresa incurre en una inversión menor y en un menor riesgo, debido a que mediante los acuerdos entre empresas se comparten recursos, capacidades y actividades.

La cooperación empresarial presenta como características: la existencia de objetivos comunes entre las empresas u organizaciones que se asocian; el mantenimiento de su independencia jurídica y su soberanía estratégica; y el surgimiento de diferentes formas organizativas en función de los objetivos que se planteen con la cooperación (Araque, 2012).

Los acuerdos de cooperación entre empresas pueden estar enfocados a una o a varias de las actividades de la cadena de suministro, por lo que se pueden agrupar en cooperación tecnológica, cooperación en el aprovisionamiento, cooperación en la producción, cooperación en el marketing, cooperación para la comercialización y la cooperación en el servicio post venta.

## **Coordinación**

La coordinación, requiere compartir información, atribuir responsabilidades y alinear esfuerzos, lo cual genera beneficios como el intercambio de conocimientos y experiencia, la racionalización y consistencia en la ejecución de la actividad, y la flexibilidad en la reacción frente a los cambios.

Uno de los principales propósitos de administrar las cadenas de suministro es la coordinación y mejora de los procesos inter organizacionales, es por eso que para Nickl (2005), la tarea de un “Supply Chain Manager” es la gestión integrada de la CS incluyendo clientes, operadores y proveedores, para los cuales no es el “esclavo” de las áreas anexas, sino que es un “optimizador e integrador” de estrategias y tácticas, con el poder suficiente para la toma de decisiones sobre las áreas funcionales de las empresas, que implica gestión de los distintos flujos entre todos los agentes de la cadena, abarcando desde el diseño y el aprovisionamiento hasta el servicio al cliente.

Mientras que, para lograr esta coordinación de rendimientos Acevedo Suárez et al. (2010), plantea que se requiere asegurar las capacidades de producción adecuadas en cada proceso de cada intervalo.

Hace énfasis en que las operaciones coordinadas pueden requerir que una empresa designada en la cadena de suministros funcione como el lugar principal para la acumulación del inventario. Tal práctica significa que las empresas participantes necesitan compartir los riesgos y los beneficios relacionados con el inventario. Es por ello que la coordinación de los flujos de materiales y de información permite evitar una duplicación y una redundancia no deseada, a fin de aprovechar al máximo las capacidades fundamentales de los participantes y lograr una reducción general del tiempo de residencia del inventario (Buurman, 2002).



### **2.3. Desempeño y evaluación de la cadena de suministros.**

La evaluación de una cadena de suministro, debe garantizar el crecimiento sustentable no sólo de una empresa sino de la cadena entera y de cada uno de sus eslabones. No se debe pasar por alto que la “fuerza de la cadena está determinada por el eslabón más débil” (Ballou, 2004). Debido al carácter imperativo de mejora constante, la medición del desempeño en la cadena de suministro es fundamental como prueba de verificación de que todas las operaciones giran en torno a la rentabilidad y a la creación de valor para el consumidor.

#### **¿Qué tener en cuenta en la medición del desempeño en la cadena de suministro?**

Todas y cada una de las actividades que se llevan a cabo a lo largo de la cadena son susceptibles de medición, por eso lo importante es saber en qué tenemos que centrar nuestros objetivos. La función de las herramientas de medición es la de conocer el estado actual de cada una de las actividades para comprobar la evolución de su desempeño. Su finalidad, por tanto, no es otra que la de tomar futuras decisiones para mejorar su eficacia, de manera que se llegue a reducir gastos, tiempos y, sobre todo, se alcance una mayor satisfacción del cliente ajustando la oferta a sus necesidades reales y actualizadas.

Es importante monitorear el desempeño de estos procesos internos, así como la cadena de suministro en su totalidad. Para monitorear el desempeño, los gerentes de la cadena de suministro miden los costos, el tiempo y la calidad. Observe que muchas de las medidas de los procesos internos también miden el desempeño de la cadena de suministro porque los procesos internos tienen puntos de contacto tanto con los proveedores como con los clientes (Krajewski et al., 2013).

Los gerentes recopilan datos periódicamente sobre estas medidas y les dan seguimiento para advertir los cambios en nivel o dirección. Los gráficos de control estadístico de los procesos se usan para determinar si dichos cambios son significativos en términos estadísticos.

Para evaluar el desarrollo y rendimiento de las operaciones de una cadena hay diversas herramientas de KPI y sistemas gestores de bases de datos que son fundamentales (Gómez, 2008).

#### **2.4. Evaluación del desempeño o rendimiento en la cadena de suministro**

Según Chase & Jacobs (2010), una de las perspectivas sobre la cadena de suministro se centra en la posición de los inventarios en el sistema, y el inventario sirve como amortiguador, permitiendo que cada paso funcione de manera independiente de los demás. En cada etapa el inventario es desplazado, lo cual representa un costo para la compañía, por lo tanto, es importante que las operaciones estén sincronizadas para minimizar el tamaño de los inventarios de protección. La eficiencia de la cadena de suministro se puede medir con base en el tamaño de la inversión en inventario en la cadena. La inversión en inventario se mide en relación con el costo total de los bienes que se suministran en toda la cadena.

El desempeño de una cadena de suministro, es la función de cada uno de los eslabones que la compone, si todos están alineados el desempeño de la cadena maximizará, La competencia en la actualidad ya no se realiza entre empresa, si no ahora es entre la cadena de suministro, ahora se deben integrarse y los indicadores tradicionales de rendimiento que sirven para la minimizar el costo unitario ya no sirven (Chase & Jacobs, 2010).

Uno de los problemas fundamentales de la cadena de suministro se implica en que el eslabón está tratando de reducir los costos unitarios, esto llevara a las industrias a muchos conflictos y a la situación pierde-pierde (Solano Cisneros, 2010).

Según, existen diversas matrices para evaluar el desempeño de la cadena de suministros, Anexo 1.

Se estudian los elementos favorables de la evaluación de la cadena de suministro, Tabla 4.

**Tabla 4** Proceso de Evaluación de la Cadena de Suministro

<b>AUTORE</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO</b>
Pohlen, Lamber (2005)	Debido a la escasez de medidas que valoren el desempeño de la cadena de suministro como un todo. Determinar el grado de relación mutua entre los “socios” de la cadena de suministro y su desempeño. Determinar el grado de complejidad de la cadena de suministro. Definir los requisitos para alinear las actividades logísticas y compartir información de las medidas de desempeño para instrumentar estrategias que permitan alcanzar los objetivos de la cadena de suministro. Fomentar el deseo de ampliar el punto de vista de la cadena de suministro. Establecer los requisitos para asignar los beneficios y responsabilidades obtenidos a partir de los cambios en la cadena de suministro. La necesidad de diferenciar la cadena del suministro para obtener una ventaja competitiva. Establecer las metas que alienten la cooperación al interior de la compañía y a través de las empresas que participan en la cadena de suministro.

**Fuente:** (Pohlen & Coleman, 2005)

Según Lama et al. (2005) el modelo SCOR (Supply Chain Operations Reference model, SCOR- model), es una herramienta para representar, analizar y configurar cadena de suministro, este modelo fue desarrollado en 1996 por el Consejo de la Cadena de Suministro, Supply-Chain Council (SCC), es una corporación independiente sin fines de lucro, como una herramienta de Diagnostico Estándar para la Gestión de la Cadena de Suministro.

El modelo SCOR no tiene descripción matemática ni métodos heurísticos, en cambio estandariza la terminología y los procesos de una cadena de suministro para modelar, usando KPI's (Key Performanec Indicators o Indicadores Claves de Rendimiento), los que permiten comparar y analizar diferentes alternativas y estrategias de las entidades de la cadena de suministro (Lama et al., 2005).

Existen más de 250 métricas de SCOR que están organizadas en una estructura jerárquica y codificada desde el nivel de organización 1 hasta el nivel de proceso 2 hasta el nivel de diagnóstico 3. Las métricas se clasifican en cinco atributos de rendimiento: confiabilidad, capacidad de respuesta, agilidad, costos y eficiencia en la administración de activos, donde los tres primeros atributos se consideran enfocados en el cliente, y los dos restantes se enfocan en internamente.

**Tabla 5** Atributos de rendimiento SCOR

<b>Atributos de rendimiento</b>	<b>Definición</b>
Confiabilidad	La confiabilidad se enfoca en la previsibilidad del resultado de un proceso, las métricas típicas para el atributo de confiabilidad incluyen: tiempo, la cantidad correcta, la calidad correcta.
Sensibilidad	La velocidad a la que una cadena de suministro proporciona productos al cliente y a la que se realizan las tareas.(Incluyen métricas de tiempo de ciclo)
Agilidad	La capacidad de responder a influencias externas, la capacidad de responder a los cambios del mercado para obtener o mantener una ventaja competitiva. Las métricas de SCOR Agility incluyen flexibilidad y adaptabilidad.
Los costos	El costo de operar los procesos de la cadena de suministro. Esto incluye costos de mano de obra, costos de materiales, costos de administración y transporte. Una métrica de costo típica es el costo de los bienes vendidos.
	La capacidad de utilizar eficientemente los

Eficiencia en la gestión de activos	activos, las estrategias de gestión de activos en una cadena de suministro incluyen la reducción de inventarios y la contratación in-outs vs la subcontratación. Las métricas incluyen: inventarios de días de suministro y utilización de la capacidad.
-------------------------------------	--

**Fuente:** (APICS, 2019)

Dado que el modelo emplea componentes básicos de procesos para describir la cadena de suministro, puede emplearse para representar cadenas de suministros muy simples usando un conjunto común de definiciones. Por consiguiente, diferentes Industrias pueden unirse para configurar simples cadenas de suministros (Lama et al., 2005).

El Modelo SCOR se basa en:

- Unificar términos y dar un formato estándar para describir la Cadena de Suministro.
- Evaluar cada proceso con Indicadores (KPI's) apropiados.
- Comparar sus niveles con los de Clase Mundial.
- Encontrar Oportunidades de Mejora.
- Saber qué mejores prácticas se pueden implementar.
- Mantener un sistema continuo de evaluación de KPI's y proponer mejoras futuras.
- Identificación de mejores prácticas: caracteriza las prácticas y soluciones que conducen a ser mejores.

Existen elementos que potencian el rendimiento en la cadenas de suministro, como los estándares y los KPI que refieren (Ballou, 2004); , y (Chase & Jacobs, 2010). Junto con las herramientas y filosofías de gestión que se aplican en los procesos, flujos, subsistemas y actores de la red, propician la medición de diferentes estados de la red. Las brechas entre los

estándares y los, (KPI)<sup>1</sup> son las oportunidades de mejora para redefinir las estrategias a seguir para el perfeccionamiento del servicio al cliente (Chase & Jacobs, 2010).

### **Indicadores de la cadena de suministro**

Actualmente, muchas empresas tienen grandes vacíos en la medición del desempeño de las actividades que forman los procesos a nivel interno y externo (Sosa et al., 2012) , convirtiéndose en una barrera para los gerentes de cadenas de suministro en la gestión de la cadena, y que perjudican la competitividad de la misma en los mercados.

El adecuado uso y aplicación de los indicadores en la medición del desempeño en los procesos de la cadena, pueden convertirse en un soporte importante para la generación de ventajas competitivas y por ende de un buen posicionamiento de la empresa frente a sus competidores. Debido al criterio de que "lo que no se controla, no se puede administrar", siendo necesario en las cadenas medir sistemáticamente el funcionamiento de sus procesos para contribuir al desarrollo exitoso de su gestión (Sosa et al., 2012).

El indicador es una expresión que mide, simplifica y comunica una información a partir de una recopilación de datos, facilitando el análisis del comportamiento de cualquier fenómeno socioeconómico mediante comparaciones realizadas en un período determinado (Sosa et al., 2012).

Se deben lograr con el empleo de indicadores en el contexto de las cadenas (Globales, nacionales). Los indicadores clave de rendimiento (KPI) permiten a las cadenas de suministro entender como se está realizando el trabajo en relación con sus metas y objetivos estratégicos.

---

<sup>1</sup> Kpi: Key Performance Indicator - (Indicador Clave de Rendimiento).

En un sentido más amplio, un KPI proporciona la información de rendimiento más importante que permite a las partes interesadas saber si se va por buen camino (Gómez, 2008).

Según Villa Buitrago (2015), la razón por la que se mide el rendimiento de una cadena es para poder evaluar las aquellas acciones que se realizan para una mejora en el negocio (Productos y servicios). Los tres factores más importantes que ofrecen los KPI:

- Informes entendibles, para demostrar las acciones realizadas.
- Control y seguimiento del trabajo realizado.
- Aprender y mejorar.

A través de los KPI es posible extraer aquella información que realmente aporta un valor respecto al rendimiento. Y el análisis diario, informa qué acciones son las que realmente contribuyen una mejora en el rendimiento de la cadena (Villa Buitrago, 2015). Se analizan un conjunto de indicadores aplicados en las cadenas de suministro.

Es ineludible establecer indicadores en los actores que conforman la red, para gestionar los procesos colaborativos de forma global y a partir de los resultados tomar decisiones mediante herramientas que propicien ir más adelante que la competencia (Villa Buitrago, 2015).

### **Índices integrales en la cadena de suministro**

El uso de indicadores sintéticos, para evaluar la eficiencia del sistema, ha cobrado una amplia difusión en los últimos tiempos Internacionalmente, a juicio de Medina (2012), por las razones siguientes:

- El resultado es un único valor que permite una fácil comparación con períodos precedentes u otras empresas; así como el estudio de tendencias.

- Los elementos contemplados en su creación son producto de un estudio científicamente argumentado, en el cual resultaron fuentes de la información académicos y empresarios reconocidos en la actividad que se estudia.
- No requiere que los empresarios tengan de un conocimiento profundo sobre el tema que aborda el indicador para su utilización en la toma de decisiones.
- Permiten ser automatizados fácilmente.
- Resulta factible crear una relación causa – efecto entre los resultados alcanzados y los inductores de actuación.
- Son herramientas que permiten un diagnóstico permanente del sistema, así como vincularse a otros procedimientos de mejora empresarial.

Debido a estas bondades es el objetivo de esta investigación, la creación de un índice integral en las cadenas de suministros.

El autor Medina (2012) plantea que, entre las limitaciones más comunes a estos indicadores integrales, se pueden citar:

- Escasa utilización de software asociados a los indicadores integrales, a pesar de las facilidades que estos brindan para su automatización, y aún menor, el vínculo del software creados a los sistemas informatizados existentes en las empresas.
- No se fijan criterios de evaluación para los elementos que forman parte de los indicadores, lo que implica evaluaciones no homogéneas en su aplicación.
- Evalúan el sistema, limitados a diagnosticar los principales elementos provocadores de las desviaciones y no a incidir sobre sus inductores de actuación; y limitado uso del carácter proactivo.



## 2.5. Procedimientos y modelos para evaluar el desempeño de la cadena de suministros.

**Tabla 6** Procedimientos y modelos para evaluar el desempeño

<b>Procedimientos</b>	<b>Descripción</b>
Procedimiento de gestión del inventario para determinar los niveles de integración y colaboración con la cadena de suministro. (Salas et al., 2017)	Comprende los pasos lógicos que permite medir los diferentes niveles de integración y colaboración en una cadena de suministro, generando estrategias y políticas para la mejora en el desempeño de los actores de la cadena. Elaboración de planes que permiten implementar un estrategia de integración y colaboración en la planificación de la cadena de suministro bajo un enfoque de mejoramiento continuo.
Procedimientos para la evaluación del rendimiento de la cadena logística. (Campos et al., 2004)	Este procedimiento se divide en cuatro etapas, etapa 1. corresponde a la planificación donde se establece todas las acciones, en la etapa 2. comienza la construcción efectiva del SIADLog con el diagnóstico estratégico de los procesos, en la etapa 3. se tiene como objetivo la elaboración del SIADLog, etapa 4. está orientada a la implementación y control del SIADLog.
<b>Modelos</b>	<b>Descripción</b>
Modelo Torgerson	El modelo Torgerson trata de dar objetividad a los criterios de los expertos de personas que realizan encuestados, que convierten la escala ordinaria a escala de intervalo (cuantitativo a cualitativo). Para poder lograr la objetividad el modelo se apoya en dos leyes de la psicología social. Cada uno de los objetivos del indicador se corresponde con la dimensión subjetiva de una variable aleatoria distribuida normalmente, cuya medida es el valor de la escala de ese objeto.
Supply Chain Cotidiano	Es un modelo descentralizado y sin transparencia, no existe una comunicación fluida entre los agentes de la cadena de suministro.
Supply Chain de información compartida	En este modelo también destaca la falta de comunicación entre los agentes de la cadena de suministro, este modelo tiene un avance muy importante porque todos comparten la misma información.
Supply Chain sincronizador	Este modelo es el más innovador, es primordial por su principal característica es la estructura eficazmente donde todos los procesos son gestionados. Esto se consigue gracias a que existe una fluida comunicación entre todos los elementos.

**Fuente:** (Fontalvo-Herrera, Hoz-Granadillo, & Cardona-Rojas, 2014)

## **CAPITULO III**

### **METODOLÓGICO**

Los elementos abordados en el marco teórico evidencian la necesidad de organizar la evaluación de la cadena de suministro objeto de estudio en un procedimiento que, a partir de sus fases y pasos, permita evaluar el desempeño integral de la misma. De esta manera se abordará desde una perspectiva teórico-práctica el problema científico de esta investigación.

#### **3.1.Métodos de investigación**

El tipo de investigación a realizarse será de campo, ya que se realizará en el medio donde se genera el problema para todas las empresas pequeñas, medianas y grandes en este caso en el sector textil; con una su clasificación no participante, el investigador es un simple observador. También se desarrollará una investigación documental en la que se observa y reflexiona sistemáticamente sobre realidades teóricas y empíricas usando para ello diferentes tipos de documentos que tiene como finalidad obtener resultados que pueden ser base para el desarrollo de la creación científica (Martínez Jurado & Moyano Fuentes, 2011).

En esta investigación se utilizan los métodos teóricos y empíricos, debido a sus características, sus ventajas y desventajas, y los requisitos del desempeño en Cadenas de Suministro. El primero, es el método análisis – síntesis para el análisis de los elementos de la situación problemática de las cadenas de suministro en América Latina (Ecuador), se realiza relacionando estos elementos entre sí y vinculándolos con la situación problema como un todo. A su vez la síntesis se produce sobre la base de los resultados alcanzados previamente por el análisis. Por otro lado, el método inductivo – deductivo para valorar y correlacionar los resultados de las variables de esta investigación (Martínez Jurado & Moyano Fuentes, 2011).

El método hipotético-deductivo porque se tiene una premisa que relaciona la baja integración con la competitividad como hipótesis, inferida de principios o leyes teóricas, los estudios anteriores, o “sugeridas” por el conjunto de datos empíricos. Dicha hipótesis y siguiendo las reglas lógicas de la deducción, se llega a nuevas conclusiones y predicciones empíricas. La correspondencia de las conclusiones y predicciones inferidas con los hechos científicos, comprueban la veracidad de la hipótesis que sirvió de premisa y de manera mediata a los principios y leyes teóricas vinculadas lógicamente con ella.

El método histórico – lógico para el estudio de las aplicaciones de las cadenas de suministro e integración en diferentes países, para la toma de experiencia y aplicación en el contexto de estudio de Vilorio et al. (2012). El método genético, donde se clasifica en longitudinal y transversal debido a las características del enfoca en cadena, el cuál necesita de un pensamiento en proceso en los actores de la cadena. El método de tránsito de lo abstracto a lo concreto, donde los elementos conocidos a nivel internacional en este tema, se obtiene un nuevo conocimiento a partir de la aplicación del procedimiento. Estos argumentos son según los criterios de (Vilorio et al., 2012).

### **3.1.1. Niveles de Investigación**

La investigación es aplicada, ya que presenta parte de una situación problemática que requiere ser intervenida y mejorada, en este caso es cómo evaluar el desempeño de la cadena de suministros textil de camisetas del Ecuador. Comienza con la descripción sistemática de la cadena de suministro actual, luego se enmarca en una teoría suficientemente aceptada de la cual se exponen los indicadores de entrega, calidad, flexibilidad, tiempo y costo unitario. Supone el uso de los métodos de la investigación-acción-participación, es decir, relación directa con el conglomerado Empresarial afectado por la problemática.

### **3.1.2. Técnicas e instrumentos.**

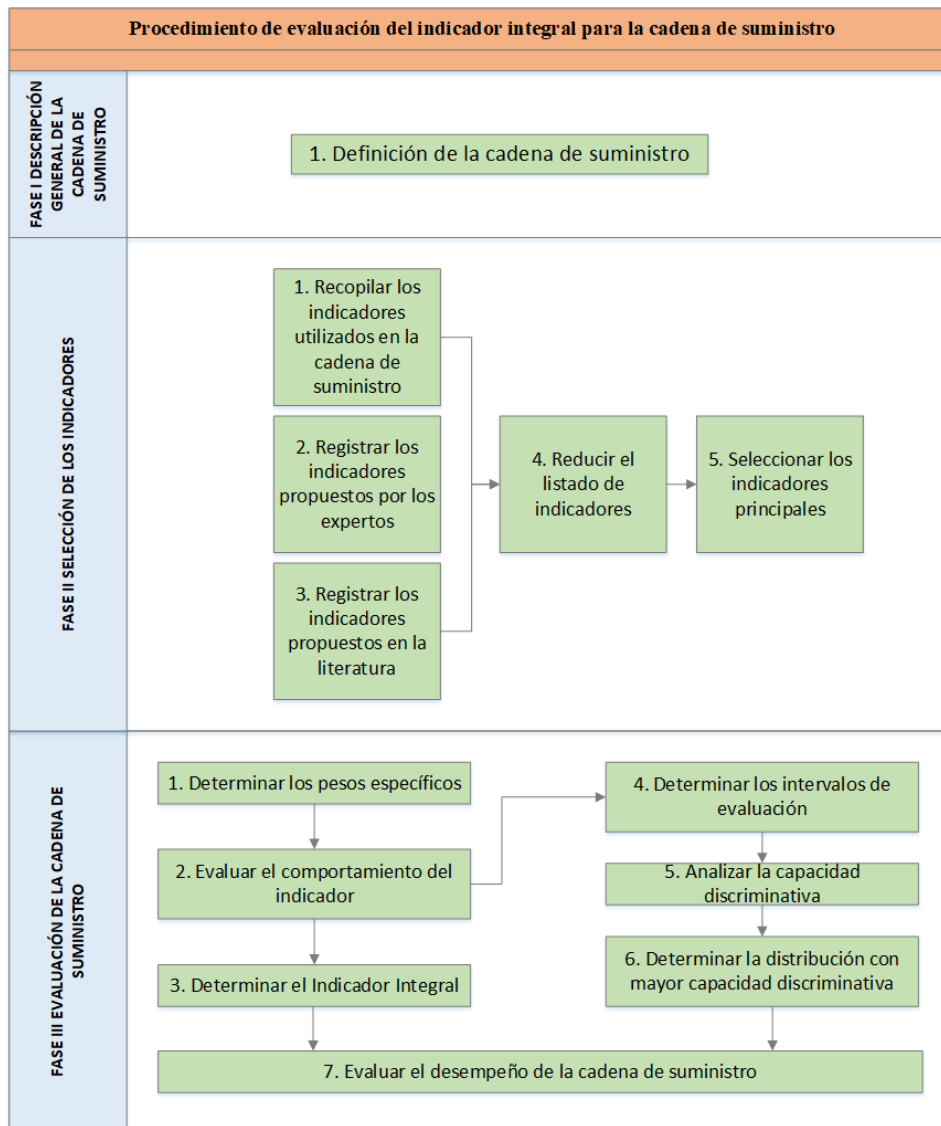
Se utilizará la técnica de la observación, donde se tiene un contacto directo con los elementos en los cuales se presenta el fenómeno que se pretende investigar, y los resultados obtenidos se consideran datos estadísticos originales. Se aplicarán instrumentos como obtención de registros históricos de calidad, productividad, inventarios.

Se aplicará también la entrevista, que es una técnica que implica la comunicación personal entre el entrevistador y el entrevistado con la finalidad de conocer a profundidad o detalle acerca de la gestión en seguridad llevada a cabo en la Empresa. En este caso la investigación se aplica cuando se cuenta con un informante o un número reducido de informantes, mediante la Guía de entrevista como instrumento que incluye varios ítems o preguntas que son formuladas por el entrevistador a un informante de calidad, con quien previamente se debe acordar la fecha, la hora y el lugar, así como el objetivo de la entrevista.

En caso de ser necesario, se realizará una encuesta como técnica de recolección de datos mediante la aplicación de un cuestionario a una muestra de individuos. A través de las cuales se pueden conocer las opiniones, actitudes y comportamientos, mediante la aplicación de un cuestionario.

### **3.2.Procedimiento para el diseño del indicador general para la evaluación de la cadena de suministro**

El procedimiento propuesto consta de tres fases: descripción general de la cadena de suministro, selección de los indicadores y evaluación de la cadena de suministro. Todas ellas, a su vez se componen de pasos específicos (ver Figura 3).



**Figura 3.** Procedimiento para el diseño del indicador general para la evaluación de la cadena de suministro

**Elaborado por:** Autor

### 3.2.1. Fase I: Descripción general de la cadena de suministro

Incluye la realización de una descripción general de la cadena de suministro. Contiene la determinación de las funciones generales y tareas logísticas básicas de la cadena, así como el método organizativo y las políticas y procedimientos claves. Se determinan elementos como la cultura organizacional de la cadena y la visión y misión de la misma. Magyany (2016) se sugiere hacer especial hincapié en el mapa de la cadena en el que se especifiquen los

eslabones y actores de la misma, los que a su vez permitan establecer los límites de análisis y la relación de la cadena con el entorno.

En este paso es de vital importancia el mapeo de la cadena de suministro a las empresas que intervienen o intervendrán en la cadena de producción y servicios, estas deben ser analizadas desde el inicio que es la fabricación de la materia prima, hasta el final en el cual se encuentran los clientes o consumidores finales. El tamaño de la cadena se define por el número de los proveedores y clientes que se encuentran en cada eslabón, los componentes más comunes que interviene en la cadena de suministro son: la complejidad para la producción del producto, la cantidad de proveedores y la disponibilidad de materias primas o recursos.

Para establecer la estructura de la cadena de suministro es de vital importancia saber cuáles son los actores de la cadena y en que eslabón se encuentra cada uno de ellos, hay que tomar en cuenta que se debe identificar el mayor número de actores para establecer una buena integración de la cadena de suministro (Johana & José, 2006).

Para identificar los actores de la cadena de suministro se deben incluir a todas las compañías u organizaciones con quienes el actor principal actúa mutuamente de manera directa o indirecta a través de otros actores que pueden ser clientes o proveedores. Los actores primarios de la cadena de suministro son todas las compañías u organizaciones que con sus actividades intervienen en la transformación del producto dando un valor agregado, operativo o de gestión, en los procesos comerciales, estos son actores independientes o actores estratégicos.

Estos aspectos serán descritos en correspondencia con el tipo de cadena en cuestión y abordados a selección del equipo de trabajo, siempre y cuando la descripción desarrollada sirva de base para el adecuado desarrollo de las fases siguientes.

### **3.2.2. Fase II: Selección de los indicadores**

Para el diseño de esta fase se toma como punto de partida el procedimiento propuesto por Nariño (2010) , en su tesis doctoral, específicamente para la selección de los indicadores. Esta fase queda compuesta por cinco pasos, los cuales les se detallan a continuación.

#### **Paso 1: Recopilar los indicadores utilizados en la cadena de suministro**

Para recopilar los indicadores se emplearán las entrevistas a los especialistas de la cadena de suministro en cuestión. Una guía de cómo realizar este paso se muestra en el Anexo 3, en el que se destacan aspectos, tales como: el nombre del indicador, la forma de cálculo, la frecuencia con la que se mide y controla el indicador y el lugar de la cadena dónde este se calcula y controla.

#### **Paso 2: Registrar los indicadores propuestos por los expertos**

Para la selección de los expertos se propone la determinación del coeficiente de competencia de los expertos, a partir de determinar los niveles de conocimiento y argumentación que posean sobre el tema en cuestión.

Se seleccionan los expertos que serán consultados, para lo cual, luego de seleccionar un listado inicial de personas que al parecer cumplan con los requisitos, se somete a una autoevaluación de los niveles de información y argumentación que poseen sobre el tema en cuestión (Ravelo et al., 2013).

Se les pide primero que marquen con una cruz, en una escala creciente de 1 a 10, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento o información que tienen sobre el tema de estudio (Tabla 7).

**Tabla 7.** Grado de conocimiento

<b>Experto N.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
1										
2										
3										

**Fuente.** (Ravelo et al., 2013)

A partir de aquí se puede calcular el coeficiente de conocimiento o información ( $Kc_i$ ), con la fórmula que se expresa a continuación:

$$Kc_i = m_i * 0,1$$

$Kc_i$ : coeficiente de conocimiento del experto  $i$

$m$ : valor marcado por el experto  $i$  en la tabla 6 de la escala del 1-10.

Posteriormente, cada experto realiza una autoevaluación según sus niveles de argumentación sobre el tema de estudio, considerando cada uno de los factores que se enuncian (ver Tabla 8).

**Tabla 8.** Patrón de factores para el cálculo del coeficiente de argumentación

<b>Fuentes de argumentación</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
Análisis teóricos por Ud. realizados	0,3	0,2	0,1
Su experiencia obtenida	0,5	0,4	0,2
Trabajo de autores nacionales	0,05	0,05	0,05
Trabajos de autores extranjeros	0,05	0,05	0,05
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero	0,05	0,05	0,05
Su intuición	0,05	0,05	0,05

**Fuente.** (Ravelo et al., 2013)

El coeficiente de argumentación se calcule mediante la expresión:



$$Ka_i = \sum_{j=1}^f F_{ij}$$

$Ka_i$ : coeficiente de argumentación del experto  $i$ .

$F_{ij}$ : Puntuación obtenida para el factor de argumentación  $j$  marcado para el experto  $i$ .

$f$ : Fuente de argumentación, desde  $j=1 \dots F$ .

El coeficiente de competencia ( $K$ ) se calcula mediante la ecuación matemática siguiente:

$$K_i = 0,5 (Kc_i + Ka_i)$$

$K_i$ : coeficiente de competencia asociado al experto  $i$ .

Según Ravelo et al. (2013), el código de interpretación sería el que sigue:

- Si  $0,8 < K < 1,0$  coeficiente de competencia es alto.
- Si  $0,5 < K < 0,8$  coeficiente de competencia es medio.
- Si  $K < 0,5$  coeficiente de competencia es bajo.

Los expertos que obtengan resultados entre medio y alto pueden ser los seleccionados para el estudio.

Puede que, amén de que existan indicadores para el control de la cadena de suministro, los expertos en el tema coincidan en que se puedan adoptar otros medidores afines. La contribución de los expertos es esencial para buscar indicadores propios que se adapten a las características específicas de la cadena y para los cuáles haya información disponible y confiable. Se impone entonces la selección de un método de acceso a los criterios de expertos, de tal forma, que se pueda garantizar la realización de cuestionamientos precisos.

### **Paso 3: Registrar los indicadores propuestos en la literatura**

Igualmente, la literatura puede servir como referente para proponer indicadores o experiencias en su utilización, que fertilicen el análisis realizado, siempre que quede demostrada su utilidad para la cadena en cuestión.

#### **Paso 4: Reducir el listado de indicadores**

La reducción comienza realizando un listado total de todos los indicadores obtenidos de los pasos anteriores y mediante una variable dicotómica, que indica qué paso es el que lo sugiere (0 si el paso no registra al indicador y 1 en caso contrario) y calcular la frecuencia absoluta de cada indicador (Fr). Lo anterior podrá desarrollarse tal y como se muestra (ver Tabla 9).

**Tabla 9** Reducción de los indicadores

<b>Indicador</b>	<b>Paso 1</b>	<b>Paso 2</b>	<b>Paso 3</b>	<b>Fr</b>
I <sub>1</sub>				
.				
.				
.				
I <sub>n</sub>				

**Elaborado por:** Autor

De este paso aquellos indicadores que resulten con frecuencias superiores a 2 podrían quedar como resultado de esta reducción.

Además, se sugiere desarrollar una tabla que combine el listado de los indicadores (por fila) con los autores o expertos que los emplean (por columna). Esta tabla permitirá analizar la validez y actualidad teórica y práctica de cada indicador en cuestión.

No existe una cantidad exacta de indicadores necesarios para la evaluación del proceso, pero generalmente alrededor de ocho (8) indicadores es un número apropiado, lógicamente depende de la complejidad del proceso. En caso de que el listado refleje un alto número de indicadores, este se reduce a un número más manejable para el control.

### **Paso 5: Selección de los indicadores principales**

Posterior a la reducción anterior, se realiza una segunda iteración en la que se seleccionan los indicadores que garanticen la evaluación oportuna del cumplimiento de la misión y objetivos del proceso u otras variables que, por relación causa efecto, incidan en dicho cumplimiento. Es por eso que se valora el impacto y alineación de estos a los objetivos del proceso, siempre que sean relevantes para los puntos de control establecidos.

Para la selección de los indicadores relevantes y validación de las opiniones de los expertos se propone el empleo del coeficiente de concordancia de Kendal (Siegel & Castellan, 1995), el cual permite verificar la correspondencia entre los diferentes juicios enunciados por el grupo de expertos seleccionados en pasos anteriores. La metodología estadística se muestra en el anexo 6.

El coeficiente de concordancia de Kendall varía entre 0 y 1. Valores cercanos a 1 expresan que hay total acuerdo, (Siegel & Castellan, 1995) y (Morales & Rodríguez, 2016), plantean que debe oscilar entre 0.5 y 1. La región crítica de la prueba se plantea de acuerdo a la cantidad de características evaluadas por los expertos, se emplean las tablas de Friedman si  $K \leq 7$  o las tablas de la Chi-cuadrado cuando  $K > 7$ .

Después de aplicar el método de expertos y comprobar que hay concordancia entre los mismos, los indicadores son ordenados mediante los valores obtenidos por  $\sum_{j=1}^M U_{ij}$ .

### 3.2.3. Fase III Evaluación de la cadena de suministro

#### Paso 1: Determinación de los pesos específicos para los indicadores

Para la determinación de los pesos específicos de los indicadores que entrarán en la evaluación del Indicador Integral se proponen el Método del Triángulo de Fuller o el Método de Saaty.

El método del triángulo de Fuller comienza con la comparación de los indicadores por parejas. Para esto se elabora una matriz indicador-indicador, donde se consigan las preferencias en cada pareja de indicadores (1 significa que el criterio i es más importante que el criterio j). Para facilitar la aplicación del método se puede emplear (ver Tabla 10).

**Tabla 10** Comparación Indicador – Indicador

	I <sub>1</sub>	I <sub>0</sub>	....	I <sub>n</sub>	$\sum_i p_{ij}$	w <sub>i</sub>
I <sub>1</sub>						
I <sub>2</sub>						
.						
.						
.						
I <sub>n</sub>						
					$\sum_i \sum_j p_{ij}$	

**Elaborado por:** Autor

Se realiza la suma total por fila y se determina el peso específico mediante la expresión:

$$w_i = \frac{\sum_i p_{ij}}{\sum_i \sum_j p_{ij}}$$

Donde:

$w_i$ : Peso específico del indicador  $i$ .

$p_{ij}$ : Preferencia del indicador  $i$  sobre el indicador  $j$ .

Por otro lado, si el número de indicadores a evaluar es elevado se propone utilizar las comparaciones pareadas establecidas por Saaty (1981) en su Método AHP (The Analytic Hierarchy Process), el cual es seleccionado por su demostrada facilidad de aplicación. Los números que sugieren este autor para expresar los grados de importancia entre dos criterios aparecen (ver Tabla 11).

**Tabla 11** Valores sugeridos para realizar las comparaciones pareadas en el método AHP

Si el atributo x es ...que el atributo y	El número de importancia por asignar es
Igualmente importante	1
Apenas más importante	3
Bastante más importante	5
Mucho más importante	7
Absolutamente más importante	9

**Fuente:** (Orozco Crespo et al., 2018)

Posteriormente a ello, se aplica los pasos habituales para el desarrollo del método AHP, los cuales son los siguientes:

- Construir la matriz de comparaciones pareadas a partir del criterio y consenso de los expertos (Vector A).
- Normalizar el Vector A, dividiendo cada elemento por la suma de su columna.

- Calcular el vector de pesos (Vector B), sumando las filas normalizadas y calculando el promedio de cada elemento.
- Multiplicando el Vector A por el Vector B, obteniendo el nuevo Vector C.
- Dividir cada elemento del Vector C por su elemento correspondiente en el Vector B, dando al traste con el nuevo Vector D.
- Calcular el valor propio máximo.
- Calcular el índice de inconsistencia.
- Calcular la razón de inconsistencia.

Teniendo en cuenta los estudios empíricos realizados por Saaty (1981), se aceptó un valor de RI igual o menor a 0,10. En caso de inconsistencia se debe revisar la matriz en busca de no transitoriedad.

## **Paso 2: Evaluar el comportamiento de cada indicador**

Primeramente, se evalúa el estado real del comportamiento de todos los indicadores seleccionados. Esta información debe provenir de todos los actores de la cadena, o al menos de una muestra representativa de ellos. También se debe tener en cuenta el eslabón de la cadena que brinda la mejor información respecto al indicador tratado. La cantidad de observaciones a considerar por cada indicador depende del número de datos históricos que se posean.

Posteriormente, a cada indicador le es otorgada una puntuación ( $P_i$ ), para lo cual los expertos y especialistas de la cadena deben definir los rangos de desempeño para cada uno de ellos, basándose en la bibliografía consultada o en la práctica de la cadena de suministro

objeto de estudio. Lo anterior permite establecer situaciones límites que marcan los diferentes estados de desempeño.

Se proponen cinco estados de desempeño, tal y como se muestra en la tabla 12. A cada estado de desempeño se le asocia una variable ordinal que resulta en  $P_i$ .

**Tabla 12:** Estados de desempeño

<b>Indicador</b>	<b>Mal</b>	<b>Regular</b>	<b>Bien</b>	<b>Muy Bien</b>	<b>Excelente</b>
$P_i$	1	2	3	4	5
$I_i$	$\leq a$	(a;b]	(b;c]	(c;d]	$> d$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
$I_n$	$\leq e$	(e;f]	(b;c]	(c;d]	$> d$

**Elaborado por:** Autor

Resulta necesario destacar que la razón por la cual se deciden establecer cinco estados de desempeño radica inicialmente en que si los indicadores están bien es porque han alcanzado un nivel de desempeño adecuado. Si están bien, se harán todos los esfuerzos posibles para lograr la excelencia pasando por un estado de muy bien, lo que implica alcanzar niveles superiores en el comportamiento de los mismos. Por otro lado, se corre el riesgo de que los indicadores presenten algún grado de deterioro, por lo que se hace necesario establecer una categoría de regular, que representa la antesala de la peor de las categorías a asignar, que es la de mal, e implica el deterioro total del indicador.

Si existe suficiente información histórica de los indicadores los rangos de desempeño podrán ser determinados mediante herramientas estadísticas, calculado los percentiles  $P_{20}$ ,  $P_{40}$ ,  $P_{60}$  y  $P_{80}$ , en correspondencia con los cinco estados de evaluación propuesto. Es válido aclarar que, si los especialistas, expertos y/o evaluadores de la cadena consideran no coincidir con las

sugerencias de la literatura para estos rangos o si la cadena objeto de estudio no posee un control histórico de los indicadores, se sugiere determinar estos intervalos mediante otras herramientas estadísticas, las cuales se describen en el paso 4 de esta fase de la metodología.

### **Paso 3: Determinación del Indicador Integral**

Para la elaboración del Indicador Integral se propone la expresión siguiente:

Expresión

$$II = \frac{\sum_{i=1}^n w_i * P_i}{P_{max}}$$

Donde:

II: Indicador Integral para la cadena de suministro evaluada

$w_i$ : ponderación o peso específico otorgado por los expertos al indicador  $i$ .

$P_i$ : puntuación real obtenida en el indicador  $i$ .

$P_{max}$ : puntuación máxima a obtener en el indicador  $i$ .

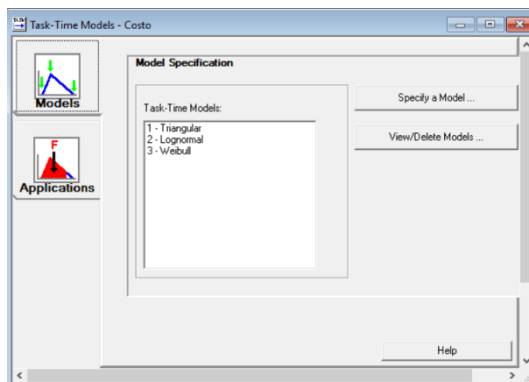
### **Paso 4: Determinación de los intervalos para la evaluación de la cadena de suministro**

Para el desarrollo de este paso se emplea a FlexSim, de conjunto con su módulo ExperFit y dentro de este la opción Task-Time Models, como herramienta principal. El ExperFit se emplea para determinar los modelos estadísticos a partir de los cuales se determinarán los percentiles ( $P_{20}$ ,  $P_{40}$ ,  $P_{60}$  y  $P_{80}$ ) para los indicadores seleccionados, además, se emplea para

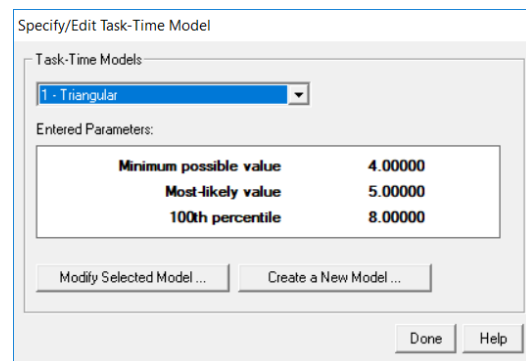


determinar los mismos percentiles para el Indicador Integral, posterior a su simulación en FlexSim.

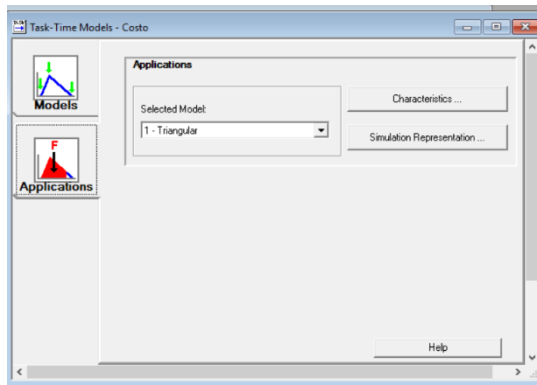
La opción Task-Time Models permite crear distribuciones en ausencia de datos para lo cual posee tres distribuciones la Triangular, la Lognormal y Weibull. Para una distribución particular, los expertos, especialistas o evaluadores deben dar tres estimaciones de los indicadores analizados: valor mínimo, valor más probable (la moda) y el valor máximo (percentil 100). Los percentiles permitidos para las distribuciones lognormal y weibull son los 90 (el valor predeterminado), 95 y 99; el percentil 100 (el valor máximo) también es disponible para la distribución triangular (Averill, 2011). Posteriormente, se crea el modelo a partir de la distribución especificada la que, a su vez, permitirá determinar los percentiles ( $P_{20}$ ,  $P_{40}$ ,  $P_{60}$  y  $P_{80}$ ) para cada indicador de acuerdo a la distribución especificada. Finalmente, se obtienen los modelos que serán introducidos en FlexSim. Una guía aproximada de cómo trabajar con el ExperFit se muestra en la Figura 4.



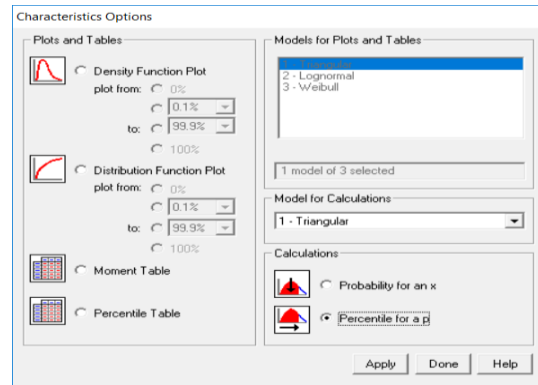
a



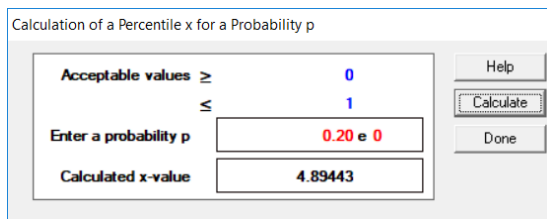
b



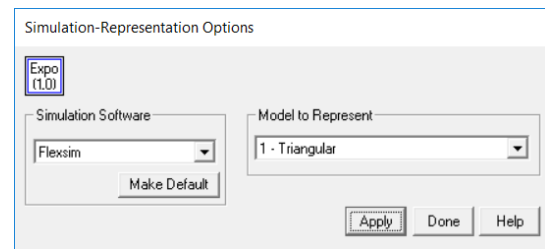
c



d



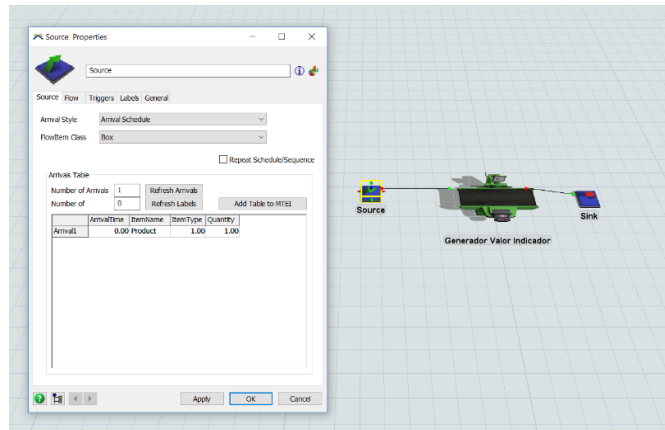
e



f

**Figura 4.** Guía ExperFit  
**Fuente:** (Averill, 2011)

Posteriormente, se propone la obtención de los intervalos para la evaluación de la cadena de suministro a partir de su Indicador Integral mediante un proceso de simulación. Esto se debe a que, en la mayor parte de los estudios de este tipo, estos intervalos son determinados de forma empírica por los evaluadores. El modelo construido en FlexSim se muestra en la Figura 5. En este modelo arriba un solo ítem al sistema que permite generar los indicadores seleccionados, escribirlos en la Global Table y determinar el valor del Indicador Integral (ver Figura 6).



**Figura 5.** Modelo FlexSim  
**Fuente.** (Averill, 2011)

	Costo	Tiempo	Capacidad	NSC	II
Row 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Figura 6.** Global Table valor del Indicador Integral  
**Fuente.** (Averill, 2011)

Los códigos que se emplean son los que siguen (se muestra un ejemplo para el indicador costo con la distribución lognormal), que se programan en el Trigger/On Exit/Processor:

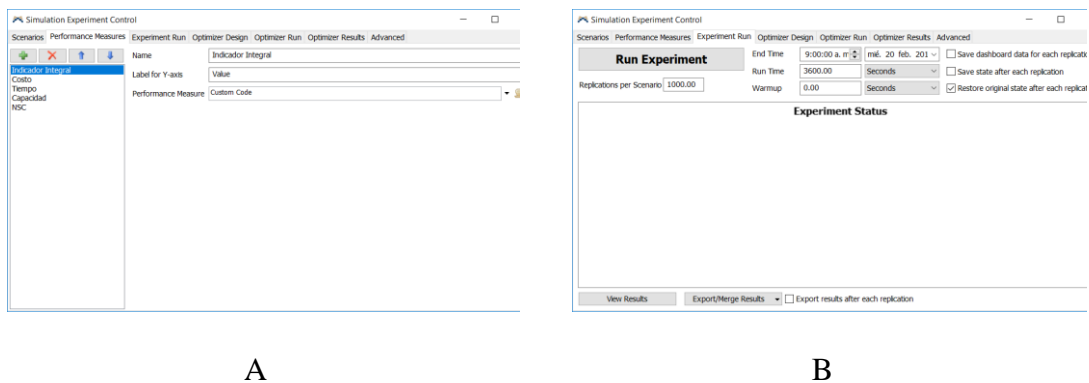
```

/**Custom Code*/
treenode item = param(1);
treenode current = ownerobject(c);
int port = param(2);
//generador de la variable costo
double costo=triangular( 1.000000, 5.000000, 2.000000, 1);
if (costo<=1.89) {
    settablenum("IG",1,1,5);
} else {
    if (costo>1.89&&costo<=2.32) {
        settablenum("IG",1,1,4);
    } else {
        if (costo>2.32&&costo<=2.81) {
            settablenum("IG",1,1,3);
        } else {
            if (costo>2.81&&costo<=3.45) {
                settablenum("IG",1,1,2);
            } else {
                settablenum("IG",1,1,1);
            }
        }
    }
}
//cálculo del Indicador Integral
double Co=gettablenum("II", 1, 1);
double T=gettablenum("II", 1, 2);
double Ca=gettablenum("II", 1, 3);
double NSC=gettablenum("II", 1, 4);
double II=(0.4*Co+0.2*T+0.1*Ca+0.3*NSC)/5;
settablenum("II",1,5,II);

```

Esta programación resulta en el cálculo del Indicador Integral (II) y la escritura de su valor en la Global Table.

Para la obtención de las réplicas se emplea el Módulo Experimenter en el que se programan los indicadores, así como el Indicador Integral (ver figura 7).



**Figura 7.** Módulo Experimenter  
**Fuente.** (Averill, 2011)

Finalmente, se visualizan los resultados de las réplicas y se generan los reportes pertinentes. A partir de estos resultados se determinan los percentiles ( $P_{20}$ ,  $P_{40}$ ,  $P_{60}$  y  $P_{80}$ ) pero para el Indicador Integral, mediante el empleo del ExperFit.

Uno de los insumos principales de este paso son las estimaciones de los expertos y especialistas sobre el valor mínimo, valor más probable (la moda) y el valor máximo que deben otorgar a cada indicador para poder generar los modelos estadísticos en el Experfit. Para este proceso se sugiere emplear el Método Delphi<sup>2</sup>, el cual no es descrito aquí para ganar en brevedad. Al respecto se desea señalar lo siguiente:

- Se sugiere una cantidad de rondas iguales o superiores a tres, considerando los objetivos y el horizonte temporal de la investigación. En la primera se determina el

---

<sup>2</sup> Para una buena descripción del Método Delphi puede consultarse (Jon Landeta, 1999)

espacio intercuartil ( $Q_{75}-Q_{25}$ ). En la segunda se suministra a cada experto las opiniones de sus colegas y abre un debate transdisciplinario acerca de los indicadores para obtener un consenso en los resultados y una generación de conocimiento. Cada experto argumenta los pros y los contras de las opiniones de los demás y de la suya propia. Con el resto de las rondas se espera la convergencia en el consenso entre los expertos; por ende, perfilar aún mejor los valores otorgados a los indicadores.

- Emplear como estadístico de tendencia central a la media o a la mediana y para la dispersión a la desviación estándar.
- Emplear un mínimo de 7 expertos y no más de 30 (Norman et al., 1969)
- Se puede evaluar la calidad del Método Delphi desarrollado a partir de analizar los criterios de dispersión/consenso y de la estabilidad de las respuestas (J Landeta et al., 2003)

#### **Paso 5: Análisis de la capacidad discriminativa de los intervalos de evaluación obtenidos para el Indicador Integral**

Este paso es opcional. Debe ser desarrollado si el equipo evaluador de la cadena de suministro simuló los intervalos para II por medio de más de una de las distribuciones propuestas por el ExperFit (weibull, lognormal y triangular) y desea determinar cuál de las tres arroja intervalos que permitan una mejor discriminación del proceso de evaluación desarrollado. En este análisis se emplean los mismos resultados obtenidos con las réplicas del proceso de simulación, los que son introducidos en el SPSS en una matriz con una forma similar a la que se muestra (ver Tabla 13).

**Tabla 13.** Análisis de la capacidad discriminativa de los intervalos de evaluación

	D	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	II	E
1						
·						
·						
m						

**Elaborado por:** Autor

Donde:

II: Variable de escala que indica el valor del Indicador Integral para la cadena de suministro evaluada para la réplica i-ésima.

I<sub>i</sub>: Variable ordinal para el Indicador i considerado en el proceso de evaluación (desde i=1 hasta n) para la réplica i-ésima.

D: variable nominal que indica la distribución a la que se hace referencia para la réplica i-ésima.

E: Variable ordinal que indica la evaluación de la cadena de suministro para la réplica i-ésima (1 mal, 2 regular, 3 bien, 4 muy bien y 5 excelente). Esta variable se origina a partir de los valores de II y los intervalos obtenidos por la simulación.

Este análisis se realiza desde dos perspectivas para las que se propone la realización de un ANOVA de un factor que pruebe en su hipótesis nula que:

Las medias de los resultados obtenidos en la variable Indicador Integral (II, variable dependiente) no difieren significativamente entre sí entre las distribuciones empleadas (D, factor) para una evaluación específica (E-variable de filtro de los datos). Por ejemplo, las

medias de los resultados obtenidos por las tres distribuciones para el Indicador Integral no difieren significativamente entre sí, cuando la evaluación dada es de mal. En caso de rechazar la hipótesis nula se estará probando que los intervalos obtenidos por medio de la simulación para cada estado del sistema son diferentes entre las distribuciones empleadas, por lo que los evaluadores de la cadena de suministro tendrán que analizar qué distribución posee la mejor capacidad discriminativa.

Las medias de los resultados obtenidos en la variable Indicador Integral (II, variable dependiente) no difieren entre sí para todas las evaluaciones obtenidas (E-factor) por una distribución específica (D-variable de filtro de los datos). Por ejemplo, las medias de los resultados obtenidos en el Indicador Integral para todas las evaluaciones obtenidas por la distribución triangular no difieren significativamente entre sí. En caso de rechazar la hipótesis nula se estará probando que los intervalos obtenidos para una distribución en particular contribuyen significativamente para evaluar los estados de la cadena, es decir, que el estado de mal es diferente del estado de regular y así sucesivamente.

En estos análisis se emplea el estadístico F y su valor de sigma. Se deben analizar los supuestos del ANOVA de normalidad e igualdad de varianzas, este último por medio del Test de Levene. Considerar que el estadístico F funciona bastante bien cuando no se cumple el supuesto de normalidad y que cuando no existe igualdad de varianzas pueden ser empleados los estadísticos de (Brown & Forsythe, 1974) o el de (Welch, 1938) como alternativas robustas al estadístico F. En caso de que las diferencias entre las medias sean significativas se sugieren los análisis post hoc o a posteriori para detectar entre cuáles distribuciones se concentran las diferencias más significativas. El gráfico de medias puede contribuir considerablemente en la realización de estos análisis.

Para validar los resultados obtenidos en el ANOVA de un factor se propone la prueba no paramétrica de (Kruskal & Wallis, 1952) para el caso de k muestras independientes.

### **Paso 6: Determinación de la distribución que posee la mayor capacidad discriminativa**

En este análisis se propone regresar linealmente a la variable Evaluación (E-variable dependiente) a partir de la variable Indicador Integral (II-variable independiente). El modelo de regresión lineal permite, por un lado, analizar si existe regresión lineal o no entre estas variables, y por otro, determinar en qué medida la variable II logra explicar a la variable E.

Los análisis se deben centrar en el estadístico F y su sigma correspondiente, que permitirá probar la hipótesis nula de que el parámetro  $B_1$  del modelo de la recta es igual a cero, en cuyo caso no habrá regresión lineal entre las variables. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) permite analizar qué porcentaje de la varianza existente en E es explicada a partir de la variable II. La distribución que arroje un  $R^2$  superior podrá ser considerada por los evaluadores como la distribución que arroja intervalos de evaluación para el Indicador Integral con mayor capacidad discriminativa y explicativa del proceso de evaluación desarrollado.

### **Paso 7: Evaluación del desempeño de la cadena de suministro**

Llegado a este punto la cadena de suministro es evaluada de acuerdo a los percentiles obtenidos con la simulación. Para una mejor comprensión se elabora la (ver Tabla 14).



**Tabla 14.** Percentiles evaluados

Evaluación (E)	Mal	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
II	$\leq P_{20}$	$(P_{20}; P_{40}]$	$(P_{40}; P_{60}]$	$(P_{60}; P_{80}]$	$> P_{80}$

**Elaborado por:** Autor

A partir de estos resultados es posible otorgarle una calificación cuantitativa y cualitativa al desempeño integral de la cadena de suministro, a partir de los estados en los que se encuentran cada uno de los indicadores que se consideren.

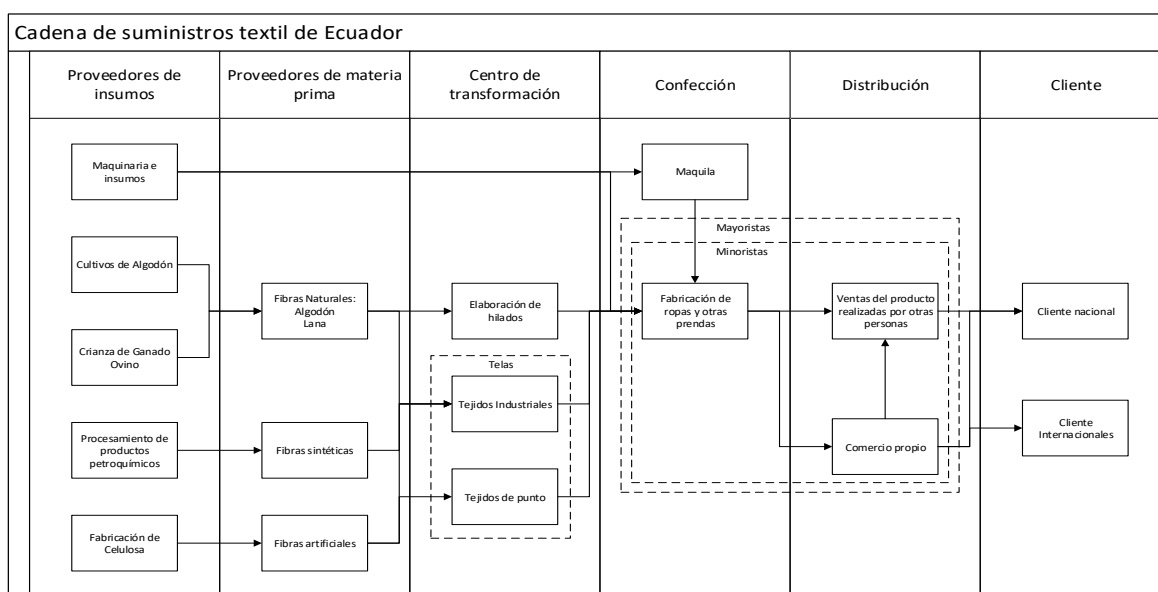
## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

En este capítulo se desarrollan, de forma práctica, las fases y pasos específicos explicados en el Capítulo III del presente trabajo y destinados a la evaluación de la cadena de suministro de producción de camisetas, sobre la base de los indicadores de desempeño principales para el control de la gestión en la misma. Esto permitirá demostrar la viabilidad práctica de aplicación de la herramienta metodológica diseñada y la dará respuesta al problema científico planteado desde la práctica.

#### 4. Fase I: Descripción general de la cadena de suministro

Orozco Crespo et al. (2018) describe la cadena de suministro textil del Ecuador en su análisis de integración. Según este autor la cadena cuenta con seis eslabones que se clasifican en proveedores de insumos, proveedores de materia prima, centro de transformación, confección, distribución y clientes (ver figura 8).

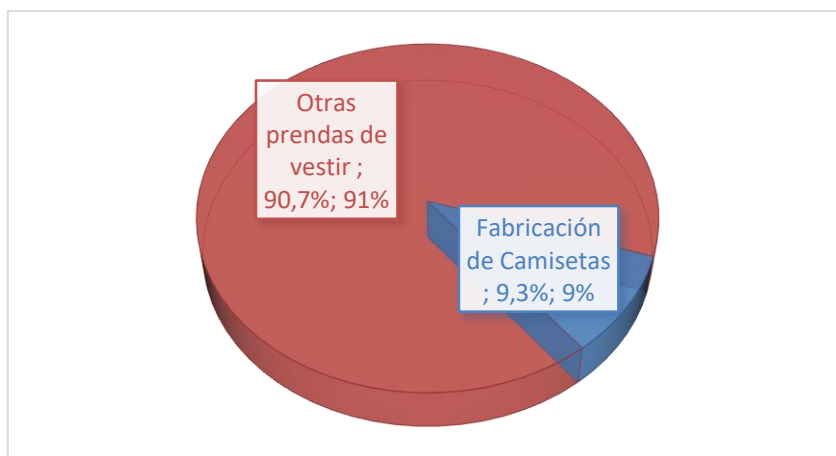


**Figura 8.** Mapeo de los productos de la cadena de suministros textil de Ecuador.  
**Fuente:** (Orozco Crespo et al., 2018)

La cadena textil en Ecuador, fabrica varios tipos de productos de prendas de vestir como son: sacos de lana, bufandas, chales, camisetas, medias, calcetines, ropa interior, busos, jeans, pijamas, uniformes deportivos, shorts, etc.

En la industria de producción de prendas de vestir, la materia prima constituye cualquier variedad de telas e hilos, que por lo general se adquieren en mercados internacionales por la inexistencia de producto de calidad en el mercado nacional. Los productores de prendas de vestir, no sólo se dedican a producir para la venta al por mayor, en su mayoría se dedican también a vender como minoristas y se relacionan directamente con el cliente (Orozco Crespo et al., 2018).

De las industrias dedicadas a la confección de prendas existe un grupo que se enfoca en la fabricación de camisetas, figura 9.

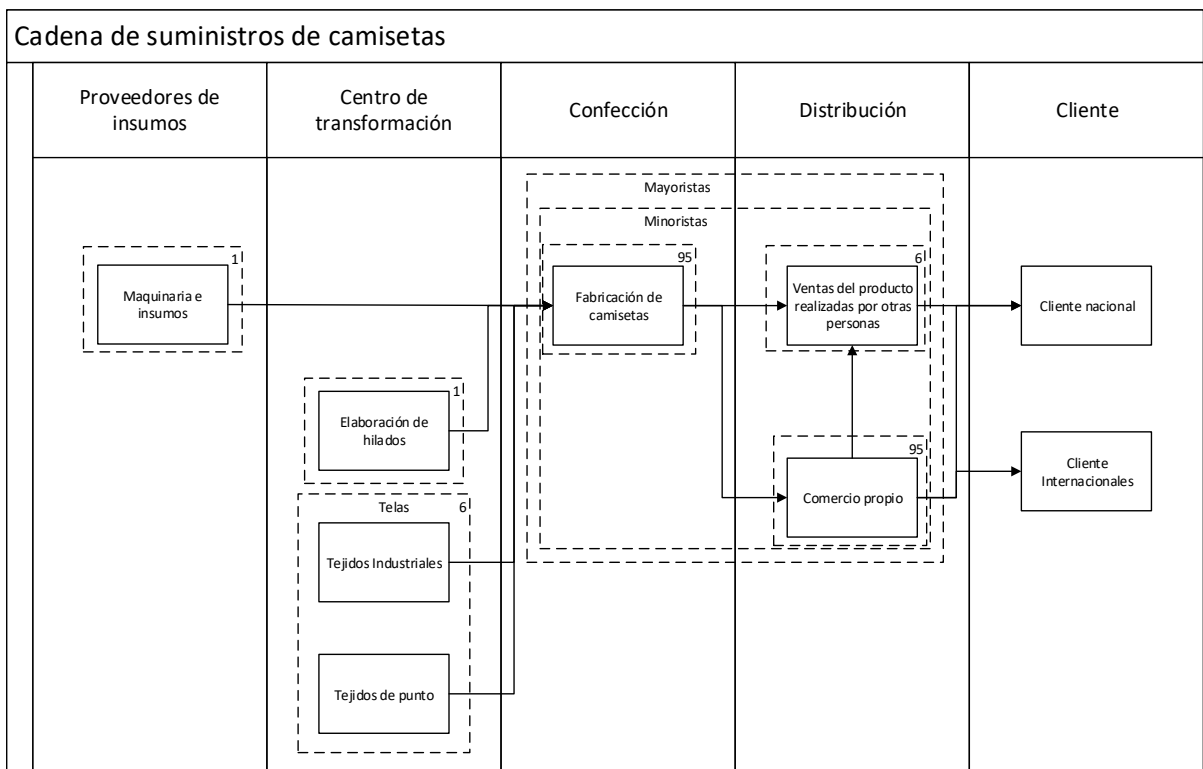


**Figura 9.** Porcentaje de industrias dedicada a la confección de camisetas.  
**Fuente.** (Orozco Crespo et al., 2018)

Las industrias que intervienen en la cadena textil que se dedican a la fabricación de camisetas tienen una participación del 9,3%, que son un total 175 actores con respecto a los 1873 actores que conforman la fabricación de prendas de vestir (INEC, 2015).

#### 4.1. Caracterización de la cadena de camisetas de Ecuador

Mediante el mapeo de las industrias se realizó el análisis de la cadena de suministros textil del Ecuador y se selecciona la cadena de suministros de camisetas porque es uno de los productos más consumidos por los clientes y también son los más vendidos por los actores que desean colaborar con el estudio (Orozco Crespo et al., 2018). Por lo que la cadena de camisetas será objeto de estudio y está conformada por cinco eslabones y 109 actores, se clasifica en proveedores de insumos, centros de transformación, confección, distribución y clientes, Figura 10.



**Figura 10.** Mapeo de los actores de la cadena de suministros de camisetas en Ecuador.

**Fuente.** (Orozco Crespo et al., 2018)

En la cadena de suministros de camisetas los eslabones con más actores son los de confección y distribución que cuentan con 95 actores que intervienen en la fabricación de

camisetas y estos también participan en la distribución, ya que tienen un comercio propio y llegan directamente al cliente, pero también se encuentran establecimientos que se dedican sólo a las ventas del producto que realizan los actores de fabricación de camisetas. Dentro de estos dos eslabones encontramos una clasificación que es la de mayoristas que venden sus productos en volúmenes grandes y aprovisionan a otros actores. Por otro lado, se tienen a los minoristas que son los que llegan directamente al cliente y se dedican a vender en cantidades reducidas. Esto puede ser a nivel nacional y en menor medida a nivel internacional ya que no hay una colaboración significativa entre los actores de la cadena.

La cadena de suministro de camisetas sólo cuenta con un actor en la zona que es proveedor de maquinarias e insumos.

Los centros de transformación son de gran importancia dentro de la cadena, ya que gracias a ellos se tienen las materias primas que se emplean en la fabricación de camisetas. La tela es la principal materia prima, por lo que es muy importante que sea de buena calidad y sea de fácil acceso para los actores que se dedican a la transformación de esta, que puede ser tejidos industriales o tejidos de punto. Dentro de este eslabón también se encuentra la fabricación e hilados que son usados por los fabricantes para la confección de sus productos.

## **4.2.Fase II: Selección de los indicadores**

### **Paso 1: Recopilar los indicadores utilizados en la cadena de suministro**

Los proveedores de materias primas emplean dos indicadores (ver Anexo 6). Los productores son los que más indicadores emplean para un total de 14 indicadores. Los centros de distribución tres indicadores. A nivel de clientes la cadena sólo controla un indicador, aun cuando sean unos pocos actores quienes lo controlen.

## **Paso 2: Registrar los indicadores propuestos por los expertos**

Se seleccionaron 9 expertos en el tema de cadenas de suministro con 19 años como promedio en la investigación y de tres países de América Latina y el Caribe (ver Anexo 7). De ellos el 89% son doctores en ciencias en especialidades afines a las cadenas de suministros. El resto constituyen capacitadores de APICS (Association For Supply Chain Management). Es de destacar como todos los expertos resultaron con coeficientes de competencias medios y altos, por lo que todos quedaron seleccionados para continuar en el estudio.

Los expertos definen un total de 29 indicadores y explican que cada cadena presenta indicadores específicos en función de: sus productos, servicios, mercado, tipo, objetivo y país. Para la cadena bajo estudio los indicadores propuestos por los expertos son:

- Disponibilidad de productos y/o servicios.
- Oportunidad del suministro.
- Nivel de completamiento de los inventarios en los distintos actores/procesos.
- Nivel de cobertura en cada punto de la cadena
- Nivel de servicio al cliente final en función de disponibilidad, calidad y precios competitivos.
- Eficiencia de la cadena; como expresión de la multiplicación de las eficacias individuales y teniendo en cuenta los niveles de inventarios de cada actor.
- Costos en cada actor y su relación con las utilidades de cada uno (costos fijos, variables, por peso, etc. En cada proceso).
- Competitividad individual y de la cadena relacionada con otros indicadores.
- Desempeño logístico de los actores y la correlación entre los actores.
- Cantidad correcta pedida y entregada.

- Relación de ingresos y gastos.
- Perdidas por defectos de los productos.
- Rotación del personal en los procesos de la cadena.
- Utilidad del pronóstico.
- Planeación de las entregas.
- Órdenes perfectas.
- Impacto en los descuento de la renta.
- Costos de no cumplimiento con las solicitudes de los clientes.
- Número de clientes referidos
- Porcentaje de ingresos por nuevos productos y servicios
- Exactitud del pronóstico.
- Desempeño de los proveedores.
- Exactitud del inventario.
- Ciclos de la cadena y de actor que minimicen el lead time total.
- Flexibilidad ante los cambios de entorno, por ejemplo, la flexibilidad de volumen.
- Rapidez de reacción ante un cambio, la agilidad con que se ejecutan las actividades.
- Índice de riesgos, relación entre riesgos ocurridos y detectados.
- Flujo de caja en la cadena y en cada uno de los actores.
- Índice de desperdicios en la cadena.

### **Paso 3: Registrar los indicadores propuestos en la literatura**

Se revisaron artículos científicos, tesis de diferentes niveles y trabajos científicos, para un total de 20 referencias de las que se identifican indicadores directos a la mejora del nivel de servicio al cliente (Ver Anexo 8) y otros a la cadena de suministro en general (ver Anexo 9).

Respecto al nivel de servicio al cliente, se seleccionan 40 indicadores dentro de la literatura. De ellos el 25% (10 indicadores) son los que con más frecuencia se emplean para la toma de decisiones en cadenas de suministros y resultan en ser los más citados o empleados por los autores. Los más importantes son:

- Porcentaje de mercancía en exhibición (disponibilidad)
- Tiempo de respuesta
- Nivel de satisfacción al cliente
- Entregas perfectamente recibidas
- Tiempo en resolver las quejas
- Costo mínimo de producto.
- Inventario promedio
- Inventario de seguridad promedio
- Órdenes perfectas
- Rotación del inventario

Respecto a la cadena de suministro, resultan 67 indicadores dentro de la literatura, donde el 23.9% (17 indicadores) constituyen los más importantes para la toma de decisiones y empleados o citados con mayor frecuencia por los autores, los cuales son:

- Días de Suministro de inventario



- Costo total de los procesos
- Rotación del inventario
- Tiempo total del ciclo
- Exactitud del Inventario
- Costos Logísticos
- Órdenes perfectas
- Grado de relación con los proveedores
- Tiempo requerido para procesar una unidad sin ningún retraso en ninguna etapa.
- Utilización de la capacidad
- Tiempo de residencia
- Flujo de caja total
- Envíos internacionales
- Trazabilidad de la mercancía
- Exactitud de pronósticos
- Nivel de inventario de materia prima
- Nivel de inventario de producto terminado

#### **Paso 4: Reducir el listado de los indicadores**

En este paso se obtiene que existe una alta coincidencia entre los indicadores propuestos por los expertos y los que se constatan en la literatura, no siendo el caso de aquellos que se determinan y controlan realmente en la cadena de suministro y que fueron mencionados por los especialistas (ver Anexo 10). Esto evidencia el bajo control del desempeño de la cadena. De este paso resultan 13 indicadores como aquellos con mayor frecuencia absoluta.

## Paso 5: Selección de los indicadores principales

Los resultados del empleo del método de concordancia de Kendall se muestran en el Anexo 11, en el que se evidencia que existen cuatro indicadores que se separan del resto por su nivel de importancia y que alcanzan valores en la sumatoria por debajo de 34 puntos, los cuales son: costo total de los procesos ( $I_1$ ), nivel de servicio al cliente ( $I_2$ ), lead time ( $I_3$ ) y el de capacidad de la cadena ( $I_4$ ).

Se observa como el valor del coeficiente de concordancia de Kendall es cercano a la unidad, lo que indica una alta concordancia de los expertos en el ordenamiento dado a los indicadores de acuerdo a su importancia. Lo anterior se prueba al rechazar la hipótesis nula a un 5% de significación, evidenciando que existe concordancia en el criterio de los expertos.

### 4.3.Fase III: Evaluación de la cadena de suministro

#### Paso 1: Determinación de los pesos específicos para los indicadores

Para la determinación de los pesos se emplea el Método del Triángulo de Fuller dado que son sólo cuatro indicadores. Las comparaciones pareadas, los pesos subjetivos y el orden de los indicadores se muestran en la tabla 15.

**Tabla 15** Matriz criterio – criterio

	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$\sum_i p_{ij}$	$w_i$
$I_1$	1	1	1	1	4	0.4
$I_2$	0	1	1	1	3	0.3
$I_3$	0	0	1	1	2	0.2
$I_4$	0	0	0	1	1	0.1
$\sum_i \sum_j p_{ij}$					10	

**Elaborado por:** Autor

## **Paso 2: Evaluar el comportamiento de cada indicador**

Para evaluar el comportamiento real de los indicadores el análisis se centró en los eslabones de confección y distribución, principalmente en aquellos actores que se dedican a la fabricación de camisetas y que a su vez poseen un comercio propio. De los 95 actores, sólo 10 decidieron brindar información relacionada con los indicadores analizados. De ellos, 2 son empresas medianas y 8 son pequeñas empresas. Se recopiló información de los meses de enero y febrero de 2019, la cual se resume en el Anexo 12.

Como un aproximado al costo unitario de la cadena se dividió el costo total de producción entre el total de camisetas producidas en los dos meses, para un costo unitario resultante de 2.91 dólares por unidad producida. Lo anterior independientemente del tipo de camiseta de que se trate.

El nivel de servicio al cliente se determinó como la probabilidad de que los pedidos se satisfagan en la fecha establecida y sin problemas de devoluciones producto de problemas de calidad o cantidad, para una fiabilidad de la cadena de un 84,10 %. A estos pedidos se les determinó su lead time, desde que el cliente hace el pedido hasta que este le es entregado, para un promedio de 3.15 semanas.

El indicador de la capacidad de producción de la cadena se estimó considerando: los ingresos por ventas anuales promedio para las pequeñas y medianas empresas correspondientes al período 2013-2017; la cantidad de empresas pequeñas y medianas para el mismo período, el porcentaje de la producción total que es destinada a la producción de camisetas y que proviene de las encuestas aplicadas en Orozco Crespo et al. (2018); y los precios de ventas promedio de los 10 actores analizados. Todo ello aportó que la cadena de

producción de camisetas analizada posee una capacidad de producción de 880766 camisetas de cualquier nomenclatura al año.

Dado que no se tiene un comportamiento histórico de los indicadores seleccionados, se decide simularlos para determinar sus intervalos de desempeño. Los valores de mínimo, moda y máximo enunciados por los especialistas de la cadena son los que se muestran en el Anexo 13. En el propio anexo se muestran los modelos obtenidos para las distribuciones triangular (T), lognormal (LN) y weibull (W), así como, los percentiles que generan cada una de ellas.

#### **Paso 4: Determinación de los intervalos para la evaluación de la cadena de suministro**

Los modelos generados y los percentiles obtenidos en el paso anterior con el empleo de ExperFit, constituyen el insumo principal para la programación del modelo en FlexSim. Se ejecutaron 1000 réplicas para cada distribución y cuyos resultados se muestran en el Anexo 14.

Primeramente, se demuestra que las 1000 réplicas desarrolladas son suficientes para estimar a la variable Indicador Integral, si se asume un 5% de significación y un error de estimación de 0.03. Además, en los diagramas de cajas se observa la centralidad de esta variable para las tres distribuciones. Los resultados generados por cada distribución son introducidos en el ExpertFit y arrojaron los percentiles para el Indicador Integral que se muestran en el propio anexo.

#### **Paso 5: Análisis de la capacidad discriminativa de los intervalos de evaluación obtenidos para el Indicador Integral**

Las 1000 réplicas simuladas para cada distribución en el paso anterior son empleadas para el análisis de la capacidad discriminativa. La variable Indicador Integral (II, variable dependiente) muestra homogeneidad de varianza en todos los casos a un 5% de significación (ver Anexo 15). Los estadísticos F, Brown-Forsythe y el de Welch poseen valores de sigma similares para las tres distribuciones, por lo que permiten arribar a las mismas conclusiones. El II se comporta con iguales valores medios para las evaluaciones de mal, regular, bien, muy bien y excelente para las tres distribuciones. Por lo que puede afirmarse que, las tres distribuciones empleadas no tienen una amplia capacidad discriminativa ni en sus colas ni en el centro de ellas.

La variable Indicador Integral (II, variable dependiente) no muestra homogeneidad de varianza a un 5% de significación (ver Anexo 16), es decir, que las categorías de mal, regular, bien, muy bien y excelente no muestran homocedasticidad para ninguna de las tres distribuciones, cuando los datos se filtran para una distribución específica.

Los valores de sigma asociados a los estadísticos de Brown-Forsythe y Welch demuestran que no hay igualdad de medias entre los valores arrojados para la variable II en las evaluaciones de mal, regular, bien, muy bien y excelente para todas las distribuciones empleadas, es decir, que los intervalos creados por las tres distribuciones poseen una buena capacidad discriminativa para los estados de mal, regular, bien, muy bien y excelente. Lo anterior se evidencia en el análisis post hoc y en los gráficos de medias.

Los resultados obtenidos por el ANOVA de un factor para ambas hipótesis son corroborados por la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

## **Paso 6: Determinación de la distribución que posee la mayor capacidad discriminativa**

Para las tres distribuciones se comprueba que al cumplirse la región crítica los valores de  $B_1$  son significativamente distintos de cero por lo que sí existe regresión lineal entre las variables E e II a un 5% de significación (ver Anexo 17). Además, se destaca que la distribución triangular posee un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0.920 superior al del resto de las distribuciones, es decir, que los valores de II obtenidos a partir de la distribución triangular logran explicar hasta el 92.0% de la variabilidad contenida en la variable E. Por lo que puede afirmarse que los intervalos obtenidos por esta distribución a partir de la variable II logran explicar de una mejor manera las evaluaciones otorgadas en la variable E. Es de destacar que los valores de  $R^2$  obtenidos para las tres distribuciones son similares entre sí, lo cual es congruente con lo analizado en el Paso 5.

## **Paso 7: Evaluación del desempeño de la cadena de suministro**

Los indicadores calculados en el Paso 2, así como, los intervalos de evaluación determinados en el Paso 6 por la distribución triangular se muestran en la tabla 16.

**Tabla 16** Resultados del Indicador Integral por la distribución Triangular.

Indicador	Valor actual	Evaluación	Mal	Regular	Bien	Muy Bien	Excelente
			1	2	3	4	5
Costo (\$)	2,91	Regular	>3,45	(2,81;3,45]	(2,32;2,81]	(1,89;2,32]	≤1,89
Nivel de servicio al cliente (%)	84,10	Bien	≤77,75	(77,75;81,03]	(81,03;84,51]	(84,51;89,05]	>89,05
Tiempo (semanas)	3,15	Bien	>4,00	(3,17;4,00]	(2,54;3,17]	(2,00;2,54]	≤2,00
Capacidad de producción (millones de unidades/año)	0,880766	Bien	≤0,7673	(0,7673;0,8366]	(0,8366;0,8902]	(0,8902;0,9517]	>0,9517
Indicador Integral	<b>0,52</b>	Regular	≤0,4519	(0,4519;0,5515]	(0,5515;0,6393]	(0,6393;0,7395]	>0,7395

**Elaborado por:** Autor

Todo ello permite evaluar al Indicador Integral de la manera siguiente:

$$II = \frac{w_i1 * Icosto + w_i2 * Insc + w_i3 * Itiempo + w_i4 * Icapacidad}{5} = vII$$

Remplazando los datos en la fórmula general:

$$II = \frac{0.4 * 2 + 0.3 * 3 + 0.2 * 3 + 0.1 * 3}{5} = 0.52$$

Ante este resultado se afirma que el desempeño de la cadena de suministro de producción de camisetas es regular con relación al valor determinado para el Índice Integral. Aun cuando los indicadores individuales no resultan evaluados de la misma manera. Los costos poseen un desempeño regular (2,91); el ciclo de la cadena se encuentra bien (3,15), la capacidad de producción es de (0,880766 millones) de camisetas al año por lo que se evalúa de bien y el nivel de servicio se ubica en bien (84,10). Esto corrobora el enfoque del Modelo SCOR que afirma que un indicador integral puede ubicarse en un desempeño determinado mientras sus indicadores individuales presentan otro valor (APICS, 2018), debido a la interrelación entre los procesos, flujos e indicadores. Además, desde el punto de vista matemático y en el caso de esta cadena de suministro, el indicador que más peso aporta al índice integral es el indicador de costo.

### **Soluciones para el mejorar el desempeño de la cadena de suministro**

Para mejorar el desempeño de la cadena de suministro textil de camisetas se plantea las siguientes soluciones:

- Socializar los resultados obtenidos en esta investigación con los actores de la cadena de suministro con el fin de concientizar la necesidad de trabajar en conjunto o cadena.

- Capacitar a los actores de la cadena de suministro en temas de integración para que se mejore las relaciones entre ellos y propicie el funcionamiento colaborativo de la misma.
- Fomentar la contratación conjunta entre los actores de la cadena de suministro, para fomento de grandes volúmenes de compras y ventas al mayoreo (mejorar el costo del producto).
- Incentivar a la formación y capacidades de las personas en relación a las competencias específicas de la cadena de suministro (colaboración, trabajo en equipo).
- Dar seguimiento semanalmente a los pedidos y órdenes para que llegue de manera óptima a los clientes.
- Planear la producción para que sea acorde con los niveles de inventario requeridos y poder salvaguardar el flujo de caja.
- Eliminar procesos innecesarios y mejorar el riesgo de información para tomar decisiones oportunas.
- Planificar las rutas de distribución para mejorar los tiempos en la entrega de productos en los diferentes centros de distribución, así mismo mejorando el nivel de servicio.
- Capacitar en temas de cadenas de suministro mediante una educación continua para incluir otras producciones de la zona.



## CONCLUSIONES

- El marco teórico construido permite constatar la existencia de una amplia gama conceptual sobre las cadenas de suministros y los indicadores que permiten evaluarlas, los que, a su vez, garanticen la sustentabilidad y sostenibilidad de la cadena total y de cada uno de sus eslabones.
- El procedimiento propuesto conjuga un conjunto de fases y pasos que contribuyen con la toma de decisiones a lo largo de todo el proceso de evaluación de la cadena de suministro, desde el momento de la descripción de la cadena, hasta su evaluación integral. Destaca el proceso decantación de los indicadores hasta la selección de los principales a ser evaluados y el trabajo con los expertos sobre la base del coeficiente de competencia.
- Para aquellas cadenas de suministro que no registren datos históricos para sus indicadores y que no posean un indicador integral, esta herramienta permite la obtención de intervalos de desempeño provenientes de un proceso de simulación que se acercan más a la realidad del sistema que si estos intervalos fuesen determinados de forma empírica por expertos o especialistas, lo cual eleva la precisión de la evaluación.
- La cadena de suministro en estudio presenta una evaluación del desempeño de regular. Los indicadores individuales quedan evaluados entre las categorías de regular y bien. El indicador de costo, al ser la mayor importancia, es el que determina con mayor peso dicha evaluación integral.

## RECOMENDACIONES

- Considerar en el control de la gestión de la cadena los indicadores de desempeño de los proveedores y exactitud del inventario. Estos indicadores aun cuando no fueron seleccionados como principales para la cadena en cuestión, si deben controlarse en alguna medida producto de que pueden incidir de manera negativa en los cuatro indicadores que si fueron seleccionados durante el proceso de evaluación.
- Extender la medición real de los indicadores evaluados a una muestra de actores superior a 10, la cual podría ser mucho más representativa de los 95 actores de la cadena de suministro. Lo anterior contribuirá con una evaluación de la cadena mucho más precisa y cercana a la realidad.
- Contribuir con futuros trabajos que estudien la capacidad discriminativa de las distribuciones triangular, lognormal y Weibull cuando se cambian los pesos específicos de los indicadores en la ecuación de evaluación del Indicador Integral.
- Aplicar el procedimiento propuesto en el entorno de otras cadenas de suministro, en aras de contribuir con su enriquecimiento y generabilidad.
- En futuras investigación, un estudio comparativo entre otras cadenas con similares condiciones y productos (benchmarking), con la meta de analizar los indicadores propuestos en esta investigación.
- Enriquecer el proceso de evaluación del desempeño de esta cadena por medio del empleo del simulador LOGWARE, mediante el módulo (SCSIM).

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acevedo Suárez, J., Gómez Acosta, M. I., Urquiaga Rodríguez, A. J., González González, R., Gutiérrez Praderes, A. M., Hernández Torres, M., & Acosta Meléndez, L. d. I. C. (2010). *La Logística Moderna en la Empresa*. La Habana. Cuba: Editorial Félix Varela.
- Arango Serna, M. D., Adarme Jaimes, W., & Zapata Cortes, J. A. (2010). Gestión cadena de abastecimiento-logística con indicadores bajo incertidumbre, caso aplicado sector panificador Palmira. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 20(1).
- Araque, W. (2012). Las PyME y su situación actual. *Universidad Andina Simón Bolívar*, 1-14.
- Arvis, J.-F., Mustra, M. A., Ojala, L., Shepherd, B., & Saslavsky, D. (2012). Connecting to compete 2012: Trade logistics in the global economy.
- Aréchiga, E. (2012). *Indicadores de Logística y Cadena de Suministro*. 42.
- Averill, L. (2011). *ExpertFit Version 8 User's Guide*. In.
- Ayers, J. B. (2006). *Handbook of supply chain management: Auerbach publications*.
- Ballou, R. (2004). *Administración de la Cadena de Suministro*.(5ta Edición ed.). In: México: Pearson Educación. doi.
- Brown, M. B., & Forsythe, A. B. (1974). 372: the ANOVA and multiple comparisons for data with heterogeneous variances. *Biometrics*, 719-724.
- Buurman, J. (2002). *Supply chain logistics management: McGraw-Hill*.
- Campos, J., Taboada, C., & Chalmeta, R. (2004). Metodología para la Evaluación del Rendimiento de la Cadena Logística. *Información tecnológica*, 15(4), 77-84.
- Celaya, G. Celaya. *Desarrollo Económico Celaya* (citada 2007 Abril 16) Available from: URL: <http://www.decelaya.gob.mx/modules.php>.
- Chase, R. B., & Jacobs, F. R. (2010). *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros: McGraw Hill México*.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro: Pearson educación México DF*.
- Constituyente, E. A. (2018). *Constitución de la República del Ecuador*.
- Ecuador, P. (2013). Pro Ecuador Instituto de promoción de exportaciones e inversiones. Obtenido de <http://www.proecuador.gob.ec/pubs/aumento-deventas-de-bananas-con-certificaci%C3%B3n-fair-trade-en-italia-mayo-2016>.

- Ellinger, A. E., Daugherty, P. J., & Keller, S. B. (2000). The relationship between marketing/logistics interdepartmental integration and performance in US manufacturing firms: an empirical study. *Journal of Business Logistics*, 21(1), 1.
- Flores-Urbáez, M. (2007). *Cooperación internacional: estrategia para innovar en las universidades*: Universidad de Zulia, Ediciones del Vice Rectorado Académico.
- Fontalvo-Herrera, T., Hoz-Granadillo, E. d. l., & Cardona-Rojas, D. (2014). Diseño de un plan de mejoramiento para la cadena de suministro de la empresa Drolitoral SA aplicando el Modelo SCOR.
- García, L. A. M. (2016). *GESTION LOGISTICA INTEGRAL: las mejores practicas en la cadena de abastecimiento*: Ecoe Ediciones.
- Gómez, M. G. S. (2008). *Cuantificación y generación de valor en la cadena de suministro extendida*: Del Blanco Editores.
- Hewlett, P. (2013). Base de acoplamiento HP UltraSlim- Europe. Retrieved from <https://store.hp.com/SpainStore/Merch/Product.aspx?id=D9Y32AA&opt=ABB&sel=ACC>
- Hidalgo, C. L., & Cubillo, G. A. (2017 - 2021). *Orto y ocaso del buen vivir en la planificación nacional del desarrollo en Ecuador*.
- Internacional, A. d. l. E. U. p. e. D. (2007). Indicadores de control y evaluación para medir el desempeño de los sistemas logísticos *Dictionary Indicadores de control y evaluación para medir el desempeño de los sistemas logísticos*. Orden de Trabajo 1.
- Johana, Q., & José, S. (2006). La cadena de valor: Una herramienta del pensamiento estratégico., 8 (3): 377 - 389 13.
- Kleijnen, J. P., & Mehdad, E. (2014). Multivariate versus univariate Kriging metamodels for multi-response simulation models. *European Journal of Operational Research*, 236(2), 573-582.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2013). *Administración de operaciones: Procesos y cadenas de suministro*: Pearson educación.
- Kruskal, W. H., & Wallis, W. A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American statistical Association*, 47(260), 583-621.
- Lama , J. L., Calderón, E., & Cruz, F. (2005). Análisis del modelo SCOR para la Gestión de la Cadena de Suministro. Paper presented at the En IX Congreso de Ingeniería de Organización.
- Landeta, J. (1999). *El método Delphi. Una técnica de previsión del futuro*: Ariel.

- Landeta, J., Matey, J., & Ruiz, V. (2003). Aplicación del método Delphi en la elaboración de la tabla simétrica de las tablas input-output 2001 de Catalunya (tioc2001). Disponible en.
- Magyany, H. D. (2016). Diagnóstico de la cadena de suministro de lencería lavada en el Destino Turístico Cayos de Villa Clara. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas Retrieved from <http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/7243/Hern%C3%A1ndez%20Darias%2C%20Magyany.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Management, A. f. O. (Ed.) (2010) (American Production & Inventory Control Societ ed.).
- Martínez, A., Acevedo, S., & José, A. (2019). La integración de las finanzas al flujo logístico. Aplicación: proceso de alimentación. *Ingeniería Industrial*, 40(1), 97-108.
- Martínez Jurado, P. J., & Moyano Fuentes, J. (2011). Lean Production y gestión de la cadena de suministro en la industria aeronáutica. *Investigaciones europeas de dirección de la empresa (IEDEE)*, 17(1), 137-157.
- Mata, F., & Cobas-Flores, E. (2008). Como administrar la cadena de suministro para la competitividad (presentation supporting paper). Paper presented at the IIE Annual Conference. Proceedings.
- Medina, A. (2012). Estudio de la construcción de índices integrales para el apoyo al Control de Gestión Empresarial. EnfoqUTE [en línea], 2011. vol. 2. In: consulta.
- Morales, P., & Rodríguez, L. (2016). Aplicación de los coeficientes correlación de Kendall y Spearman. Barquisimeto, Venezuela: Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA).
- Nariño, A. H. (2010). Inserción de la gestión por procesos en instituciones hospitalarias. Concepción metodológica y práctica. *Revista de Administração*, 48(4), 739-756.
- Nickl, M. (2005). La evolución del concepto "Logística" al de "Cadena de Suministros" y más allá. *Compras y existencias*, 140(1).
- Norman, C. D., Brown, B. B., & Cochran, S. (1969). The Delphi Method: Use of Self-ratings to Improve Group Estimates. III: Rand Corporation.
- Orozco Crespo, E., Sablón, C. N., Bolaños, B. D., Machado, O. C., & Ortega, M. P. (2018). "Supply chain the T-shirt winth circular economy approach. Case study in Ecuador". Proceedings of the International Conference of Industrial Engineering and Operations Management.
- Peidro, D., Mula, F., & Poler, R. (2007). Aplicaciones de la Teoría de los Conjuntos Difusos para la Planificación de la Cadena de Suministro Bajo Incertidumbre: Un Estudio de la Literatura. Paper presented at the Centro de Investigación Gestión e Ingeniería de Producción. Universidad Politécnica de Valencia. Disponible: <http://www.cnclogistica.org/congreso-cnc/documentos/74.pdf> [Consulta: 28 de marzo, 2010].

- Pires, S., & Carretero Díaz, L. (2007). *Gestión de la Cadena de Suministro*. España: mcgrawinteramerica de españa. DOI [Citado].
- Pohlen, T. L., & Coleman, B. J. (2005). Evaluating internal operations and supply chain performance using EVA and ABC. *SAM Advanced Management Journal*, 70(2), 45-59.
- Ravelo, I. G., Milán, H. d. I. C., Fabre, A. F. d. C., & Viera, D. G. (2013). Software de evaluación de expertos por el método Delphy para el pronóstico de la investigación agrícola 22, 6
- Sablón, C. N., Hernández, N. A., Urquiaga, R. A. J., Acevedo, S. J. A., Bautista, S. H., & Acevedo, U. A. J. (2017). Matriz de selección de estrategias de integración en las Cadenas de Suministro. *Revista de Ingeniería Industrial*.
- Sablón Cossío, N. (2017). Perspectivas de la filosofía de Cadenas de Suministro en América Latina y el Caribe. Paper presented at the Perspectivas de la filosofía de Cadenas de Suministro en América Latina y el Caribe, Ecuador.
- Salas-Navarro, K., Maiguel-Mejía, H., & Acevedo-Chedid, J. (2017). Metodología de Gestión de Inventarios para determinar los niveles de integración y colaboración en una cadena de suministro. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 25(2), 326-337.
- Sanchez, d. I. R. J. L. (2018). Tendencias Logísticas. Retrieved from <http://www.marcotradenews.com/noticias/las-tendencias-logisticas-2018-59359>
- Schroeder, R. G., Almada, M. G. C., & Santalla, J. R. (2005). *Administración de operaciones: casos y conceptos contemporáneos*: McGraw-Hill.
- Schwab, M. G., Fassbender, B., Spiess, H. W., Thomas, A., Feng, X., & Müllen, K. (2009). Catalyst-free preparation of melamine-based microporous polymer networks through Schiff base chemistry. *Journal of the American Chemical Society*, 131(21), 7216-7217.
- Siegel, S., & Castellan, J. (1995). *Estadística no paramétrica, aplicación a las ciencias de la conducta*.
- Solano Cisneros, C. A. (2010). Los indicadores de gestión como base de la medición de desempeño y la toma de decisiones. Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador,
- Sosa, M. L. A., Alcaraz, J. L. G., de la Hoya, E. S., & Contreras, J. O. (2012). La cadena de suministro: atributos y evaluación del desempeño Revisión bibliográfica. *Acad. J*, 4, 1948-2353.
- Sriyogi, K. (2012). Internal benchmarking of supply chain performance measures evidence from selected organizations. *The IUP Journal of Supply Chain Management*, 9(1), 40-71.

- Sánchez, V., & Hasbleidy, Z. (2014). Modelos y configuraciones de cadenas de suministro en productos perecederos. *Ingeniería y desarrollo*, 32(1).
- Villa Buitrago, H. J. (2015). Un método para la definición de indicadores clave de rendimiento con base en objetivos de mejoramiento. Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín,
- Viloria, N. C., Triviño, B. Y., Ariza, A. R., Saavedra, A. I., & Amaya, L. J. (2012). SIG para la eficiencia de la Cadena de Suministros.
- Welch, B. L. (1938). The significance of the difference between two means when the population variances are unequal. *Biometrika*, 29(3/4), 350-362.
- Zhu, Q., Krikke, H., & Caniëls, M. C. (2018). Supply chain integration: value creation through managing inter-organizational learning. *International Journal of Operations & Production Management*, 38(1), 211-229.

## ANEXO

### Anexo 1 Clasificación de las medidas de desempeño.

<b>Indicador</b>	<b>Consecuencia</b>
<b>Entrega</b>	Este indicador tiene tres distintas medidas: -entrega puntual, -tasa de cumplimiento, -plazo. Entrega puntual en el porcentaje de ordenes entregadas de forma completa y en la fecha solicitada por el cliente, tasa de cumplimiento se mide como el porcentaje de ordenes completamente cumplidas a partir del inventario, plazo de reposición del inventario corresponde al tiempo que transcurre desde que se coloca la orden hasta que se entrega al cliente.
<b>Calidad</b>	Se mide se varias maneras incluyendo el desempeño del producto o servicio, la conformidad o satisfacción del cliente, la calidad se ve influida por las expectativas del cliente por la capacidad de los proveedores para entregar un producto o servicio de calidad y por el proceso de planeación, control y mejoramiento de la calidad por parte del productor.
<b>Flexibilidad</b>	Es difícil de medir porque tiene una variedad de definiciones, la flexibilidad del volumen es el tiempo que se requiere para aumentar o disminuir la producción en una cantidad fija. La flexibilidad de mezcla es el tiempo que implica cambiar la mezcla de productos o servicio entregados.
<b>Tiempo</b>	El tiempo puede medirse no solamente para una compañía individual, si no para la totalidad de la cadena de suministros. El tiempo total del throughput de la cadena de suministro es precisamente la suma de los tiempos del ciclo de vida (throughput) de cada una de las entidades de la cadena de suministros. Tiempo de ciclo de efectivo a efectivo es una medida que se aplica con frecuencia para calcular la rapidez con la que una organización recibe el pago de sus clientes respecto con la rapidez que debe pagarle a sus proveedores.
<b>Costo unitario</b>	Es el costo total de manufactura, incluyendo materiales, mano de obra y gastos indirectos divididos entre el número de unidades producidas.
<b>Indicadores financieros y no financieros.</b>	El tipo de mediciones que permiten evaluar el desempeño general de las empresas, típicamente se clasifican en dos grupos: financieros y no financieros.
<b>Indicadores de aprovisionamiento, producción, distribución.</b>	A través de los indicadores sean identificadas las áreas débiles de la cadena, para luego, a través del empleo de otro indicador, pueda tenerse una mayor visión en el establecimiento de políticas dirigidas al logro de los objetivos de mejoramiento del desempeño empresarial.
<b>Indicadores de</b>	Los indicadores de gestión son usados por los directivos de una compañía. Los indicadores de control están dirigidos a los



<b>gestión, control y de detalle</b>	responsables de cada área operativa. Los indicadores de detalle contienen la información diaria de cada actividad que se desea medir.
<b>Indicadores de desarrollo de productos.</b>	Incluye medidas financieras y no financieras. Financieras: Destaca la participación de los nuevos productos en los ingresos y en su inversión. No Financieras: Los indicadores enfatizan la participación de los productos en el nivel del inventario, principalmente.
<b>Indicadores de desempeño de la planificación de la cadena de suministro.</b>	En general, dichos indicadores están orientados a la gestión de la demanda, y prácticamente, buscan describir el desempeño del nivel de las existencias con relación a la demanda.
<b>Indicadores del aprovisionamiento</b>	Es evidente que la mayor parte de los indicadores sean de tipo económico-financiero, basados principalmente en el costo de las materias primas adquiridas. Por su parte, los indicadores no financieros, es normal que estén referidos a aspectos de los plazos de entrega (tiempo) y de cumplimiento.
<b>Indicadores de fabricación.</b>	Pertencen a una de las áreas con mayor desarrollo en los sistemas de medición, y por lo tanto, con el mayor número de indicadores de desempeño. En general, los indicadores económico-financieros de esta área, se refieren al desempeño en términos del costo de producción, mientras los indicadores no financieros, están más orientados al cumplimiento de los programas de producción.
<b>Indicadores del desempeño del transporte.</b>	Los indicadores de desempeño para esta actividad, están formados principalmente por indicadores no financieros. No obstante, los indicadores financieros son de suma importancia, debido a que de ellos depende muchas veces la decisión de extender la empresa. Los indicadores no financieros, básicamente se refieren a determinar los parámetros de operación del transporte por lo regular de manera objetiva de acuerdo al sistema de distribución pactado.
<b>Indicadores de distribución.</b>	Se relacionan los indicadores de distribución, los cuales generalmente están orientados hacia conceptos de operación y en mínima parte a los aspectos financieros. Regularmente los indicadores buscan mejorar el uso de las instalaciones, es decir, optimizar las maniobras involucradas en la distribución, las cuales se vean reflejadas, en la productividad empresarial y en consecuencia en los costos de gestión.
<b>Indicadores de nivel de servicio al cliente.</b>	Este parámetro se ha convertido en la actualidad, en uno de las mediciones más significativas para las empresas, pues les permite conocer si están en el camino correcto.

**Fuente:** (Schroeder et al., 2005)

**Anexo 2** Indicadores de desempeño de la cadena de suministros

**Tabla 17** Listado de indicadores de la cadena de desempeño

<b>Autores/año</b>	<b>Cliente</b>	<b>Eficiencia de la cadena</b>	<b>Repiten</b>
<b>(Ballou, 2004)</b>	Porcentaje de mercancía en exhibición (disponibilidad) Tiempo de respuesta	Conversión de efectivo a efectivo Días de Suministro de inventario Tiempo de residencia Costo total Benchmarking	Inventarios
<b>(Chase &amp; Jacobs, 2010)</b>		Rotación del inventario Semanas de suministro	Inventario
<b>(Pires &amp; Carretero Díaz, 2007)</b>	Tiempo pedido - entrega Nivel de satisfacción al cliente Flexibilidad a las necesidades de los clientes	Tiempo total de flujo de caja Tasa de retorno de inversiones Tiempo total del ciclo Nivel de cooperación en la cadena Costo total Calidad de los métodos de previsión de la demanda Costos del sistema de información Rotación de inventario	Rotación de inventario Costo total
<b>(Acevedo Suárez et al., 2010)</b>	Demanda de los clientes finales Ciclo del cliente Disponibilidad del producto Nivel de servicio al cliente	Duración de ciclo logístico Fiabilidad Grado de penetración del pedido del cliente en la red Niveles de inventario Rotación de inventario Capacidad de prestar el servicio al cliente Costo agregado Horizonte de planificación de cada eslabón	Rotación de inventario Capacidad de prestar el servicio al cliente Disponibilidad del producto

<b>INCOTERM,2010</b>	Cociente entre la capacidad utilizada y la disponible Calidad de los Pedidos Generados Entregas perfectamente recibidas Nivel de Cumplimiento del despacho Nivel de cumplimiento entregas a clientes	Nivel de cumplimiento de Proveedores Índice de Rotación de Mercancías Índice de duración de Mercancías Exactitud del Inventario Costo por Metro Cuadrado Comparativo del Transporte (Rentabilidad Vs Gasto) Calidad de la Facturación Costos Logísticos	Índice de Rotación de Mercancías Nivel de cumplimiento entregas a clientes
<b>(Celaya , 2007)</b>	Satisfacción del cliente	Flexibilidad Integración de los flujos de materiales e información Gestión efectiva del riesgo Desempeño de proveedores	Satisfacción del cliente
<b>(Arango et al., 2010)</b>	Relación de cumplimiento de órdenes, Relación de entrega a tiempo, Relación de valor y número de pedidos Rechazados o en espera por falta de productos, frecuencia y duración de pedidos Rechazados o en espera por falta de productos, relación de devoluciones. Tiempo de respuesta a órdenes Relación de entregas a tiempo, Número de productos devueltos por garantía, y número de reparaciones Capacidad de responder a aumentos súbitos de la demanda Capacidad de responder a pedidos de productos	Valor del inventario Rotación de inventario Ingresos sobre ventas Ciclo de caja Tiempo de ciclo de actividades Flexibilidad Integración de los flujos de materiales e información Gestión efectiva del riesgo Desempeño de proveedores	Rotación de inventario Flexibilidad

	<p>fuera de línea o nuevos  Tiempo de ciclo para el desarrollo de nuevos productos y entrega de los mismos.  Satisfacción del cliente: grado con el cual los clientes son satisfechos con el producto o servicio recibido.</p>		
<b>(Internacional, 2007)</b>	<p>Plazo de tiempo promedio entre la fecha del pedido y la fecha de entrega.  Cantidad del pedido más reciente y la cantidad realmente recibida  Porcentaje de productos agotados o que no han estado disponibles en ningún momento durante el período de 6 (ó 12) meses anteriores  Diferencia porcentual promedio entre las estimaciones de consumo y el consumo real de múltiples productos.</p>	<p>Tasa de abastecimiento de pedidos para todos los productos  Porcentaje de instalaciones con abastecimientos completos (de todos los productos) el día de la visita.  Número medio de productos agotados o no agotados el día de la visita.  Porcentaje de instalaciones con existencias adecuadas de todos los productos disponibles en cantidades completas a corto plazo.  Porcentaje de instalaciones con niveles de existencias bajos, adecuados y en exceso.  Tasa de rotación de inventarios</p>	<p>Tasa de rotación de inventarios  Porcentaje de productos agotados o que no han estado disponibles en ningún momento durante el período de 6 (ó 12) meses anteriores  Disponibilidad del producto</p>
<b>(Sriyogi, 2012)</b>	<p>Flexibilidad a los cambios de la demanda  Tiempo de atención a los clientes  Desviación entre el pronóstico de la demanda y las ventas  Disponibilidad del producto  Ciclo entre el pedido y la entrega</p>	<p>Ciclo total de la red  Flujo de caja total  Grado de relación con los proveedores  Calidad de la cooperación  Costo de transportación  Ciclo de desarrollo del producto  Costo de la información  Rotación de inventarios</p>	

<b>(Aréchiga, 2012)</b>	<p>Órdenes completas  Órdenes a tiempo  Órdenes con devoluciones  Órdenes perfectas  Quejas de clientes  Tiempo de resolución de quejas de clientes  Tiempo de ciclo de surtido de órdenes  Disponibilidad del producto</p>	<p>Exactitud de pronósticos  Nivel de inventario de materia prima  Nivel de inventario de material en proceso  Nivel de inventario de producto terminado  Cumplimiento del programa de producción  Entrega a tiempo de proveedores  Porcentaje de proveedores a los que se les mide entregas a tiempo</p>	<p>Nivel de inventario de materia prima  Nivel de inventario de material en proceso  Nivel de inventario de producto terminado  Disponibilidad del producto</p>
<b>Gobierno Federal de México, 2011.</b>	<p>Órdenes perfectas  Órdenes a tiempo  Devoluciones porcentaje de quejas  Tiempo en resolver las quejas  Ciclos de pedido- entrega  Nivel de servicio al cliente  Niveles de satisfacción al cliente</p>	<p>Costos logísticos de la cadena  Indicadores de tercerización  Edad promedio de la flota de transporte  Relación entre mantenimiento y kilómetros recorridos  integración de proveedores  Rotación de inventario</p>	<p>Rotación de inventario</p>
<b>(García, 2016)</b>	<p>Entregas perfectas recibidas  Porcentaje por Fill Rate por línea (nivel de inventario, de servicio y planificación)  Porcentaje de error del pronóstico ciclo pedido al cliente</p>	<p>Certificación de proveedores  Calidad de los pedidos generados  Calidad de la compra  capacidad de producción utilizada  Rotación de mercancía  Duración del inventario valor económico del inventario exactitud del inventario</p>	<p>Rotación de mercancía  Duración del inventario  valor económico del inventario exactitud del inventario</p>
<b>(Arvis et al., 2012)</b>	<p>Calidad de los servicios,  Tiempos de espera</p>	<p>Trámites aduaneros  Infraestructura  Envíos inter-nacionales,  Trazabilidad de la mercancía</p>	<p>Tiempos de espera  Calidad de los servicios</p>
<b>Banco Mundial, 2013</b>	<p>Calidad de los servicios  Tiempos de espera</p>	<p>Gestión de la información  Cadenas de suministros de exportación  Trámites aduaneros  Infraestructura</p>	<p>Tiempos de espera  Calidad de los servicios</p>

		Envíos inter-nacionales Trazabilidad de la mercancía.	
<b>(Kleijnen &amp; Mehdad, 2014)</b>	Tasa de entrega (Fill Rate)  Tasa de entrega negociada (Confirmed fill rate)  Demora en la respuesta (Response delay)  Inventarios (Rotación)  Demora (Delay)	Porcentaje de órdenes entregadas a tiempo. Porcentaje de órdenes entregadas en fechas que se han negociado con el cliente, para entregar en fechas diferentes a las requeridas por el cliente Es la diferencia entre la fecha requerida y la fecha negociada, expresada en días laborales. El total del producto en proceso (WIP) sobre el promedio de las ventas de meses anteriores, en el corto tiempo y se expresan en porcentaje. Entrega diaria requerida - entrega confirmada. Este indicador mide la magnitud de la demora.	Inventarios (Rotación)
<b>(Hewlett, 2013)</b>	Tasa de la entrega (Fill rate) Ventas/Rata del Inventario (Sales/Inventory Ratio) Ventas (Sales)	Porcentaje de la demanda que es cubierta con inventario. Razón de retorno sobre el inventario.	

	<p>Incremento en el rango de la cantidad requerida</p> <p>Disminución del tiempo de suministro</p> <p>Incremento en la variedad de los productos requeridos</p> <p>Incremento del número de canales a través de los cuales puede ser adquirido el producto</p> <p>Incremento en la tasa de innovación</p> <p>Incremento en el nivel de servicio requerido</p> <p>Calidad deficiente</p> <p>Procesos de producción en evolución</p> <p>Capacidad de respuesta</p> <p>Demanda del suministro a bajo costo</p> <p>Maximizar el desempeño a un costo mínimo de producto.</p> <p>Márgenes bajos debido a que el precio es la directriz principal del cliente.</p> <p>Costos bajos a través de una utilización alta.</p> <p>Minimizar inventarios para reducir el costo.</p>	<p>Aumento debido a que un rango mas amplio de la cantidad requerida implica en la varianza mayor de la demanda.</p> <p>Aumento debido a que existe tiempo para reaccionar a los pedidos.</p> <p>Aumento debido a que la demanda del producto se vuelve más desagregada.</p> <p>Aumento debido a que la demanda total del cliente este desagregado entre muchos canales.</p> <p>Aumento debido a que los nuevos productos tienden a tener una demanda más incierta.</p> <p>Aumento debido a que la compañía ahora tiene que manejar incrementos en la demanda.</p> <p>Aumento de la oferta</p> <p>Aumento de la oferta</p> <p>Responder a amplios rangos de la cantidad demandada.</p> <p>Cumplir con cortos periodos de entrega.</p> <p>Manejar una gran variedad de productos.</p> <p>Construir productos altamente innovadores.</p> <p>Cumplir con alto nivel del servicio.</p> <p>Manejar la incertidumbre de la oferta.</p> <p>Responder rápidamente a la demanda.</p> <p>Crear modularidad para permitir el aplazamiento de la diferenciación de los productos.</p> <p>Márgenes altos debido a que el precio nos es la directriz primaria del cliente.</p> <p>Mantener flexible la capacidad para amortiguar la incertidumbre de la demanda/oferta.</p> <p>Mantener inventario en reserva para hacer</p>	
--	--	--	--

<p><b>(Chopra &amp; Meindl, 2008)</b></p>	<p>Reducir, pero no a expensas de los costos.</p> <p>Seleccionar con base en el costo y la calidad.</p> <p>Capacidad</p> <p>Utilización</p> <p>Tiempo de flujo de ciclo de producción</p> <p>Tiempo de ciclo de promedio real.</p> <p>La eficiencia del tiempo de flujo</p> <p>La variedad del producto</p> <p>Tamaño de lote de producción promedio</p> <p>Nivel de servicio de producción</p> <p>Inventario promedio</p> <p>Inventario de seguridad promedio</p> <p>Inventario estacional</p> <p>Margen de utilidad precio</p> <p>Los días de ventas pendientes</p>	<p>frente a la incertidumbre de la demanda y la oferta.</p> <p>Reducir dinámicamente, incluso si los costos son significativos.</p> <p>Seleccionar con base en la velocidad, flexibilidad, confiabilidad y calidad.</p> <p>Cantidad máxima que la instalación puede procesar</p> <p>Mide la fracción de la capacidad que utiliza en realidad.</p> <p>Mide tiempo requerido para procesar una unidad si no hay ningún retraso en ninguna etapa.</p> <p>Mide tiempo promedio real que toma procesar todas las unidades en un periodo específico, (semanas o mes).</p> <p>Es la razón del tiempo de flujo teórico y tiempo de flujo promedio real.</p> <p>Mide el número de productos o familias de productos que se procesan en una instalación.</p> <p>Mide la fracción de tiempo en que la instalación procesa las unidades.</p> <p>Mide la fracción de las ordenes de producción terminadas a tiempo y completas.</p> <p>Mide la cantidad promedio de inventario que se tiene y puede medirse en unidades en días de demanda y en valor financiero.</p> <p>Mide la cantidad de promedio de inventario disponible cuando llega un pedido de reabastecimiento.</p>	
---	---	---	--



	<p>El costo variable incremental por unidad  Precio promedio de venta  El tamaño promedio de pedido  El rango del precio de ventas  El rango de ventas periódicas</p>	<p>Mide la cantidad tanto del inventario de ciclo como el de seguridad que se compra solamente por cambios estacionales en la demanda.  La ganancia como porcentaje de los ingresos  Tiempo promedio que transcurre entre las ventas realizadas y el cobro.  Mide los costos incrementales que son independientes del tamaño de pedido.  Mide el precio promedio al cual se lleva una actividad en la cadena en un periodo dado.  Mide la cantidad promedio por pedido, el precio promedio en venta, tamaño del pedido, costo fijo incremental por pedido y el costo variable por unidad, ayuda a estimar la contribución de realizar la actividad en la cadena de suministro.  Mide el precio de ventas máximo y mínimo por unidad durante un horizonte de tiempo específico.  Mide la cantidad vendida máxima y mínima por periodo (día/semana/mes) durante un horizonte de tiempo específico.</p>	
<p><b>(Sanchez, 2018)</b></p>	<p>Visibilidad</p>	<p>Una estrategia que les permite a las compañías tener visibilidad es el desarrollo de mapas, donde se evidencia cada eslabón y al cual se le relacionan los posibles riesgos o desafíos; porque entender el engranaje de la cadena es la defensa más valiosa ante las variables del macro entorno.  A través de modelos de riesgo estructurados a partir de hipótesis y datos reales se busca</p>	

	<p>Escenarios Pilotos</p> <p>Respuestas rápidas, pero no improvisadas</p>	<p>determinar la sensibilidad de la cadena ante cada supuesto. Al mismo tiempo que se estable un plan adecuado para mitigarlo.</p> <p>Con una mejora continua en la estructura de la cadena de suministro, los imprevistos se irán reduciendo gradualmente. Las herramientas tecnológicas por su parte, además de ayudar a mejorar la gestión administrativa en los CEDIS (Centros de Distribución), permitirán reaccionar rápida y sabiamente pues ofrecen un panorama de la operación, que al momento de tomar decisiones está representado en millones de dólares.</p>	
	<p>Desempeño en las entregas.</p> <p>Capacidad de reposición (Fabricar a existencia)</p> <p>Tiempo de manejo para el cumplimiento del pedido (ETO, MTO. CTO)</p> <p>Desempeño en el cumplimiento de los pedidos.</p> <p>Cumplimiento perfecto del pedido</p> <p>Tiempo de respuesta de la cadena de suministro.</p> <p>Flexibilidad en la producción.</p> <p>Costo de manejo total de la cadena de suministro.</p> <p>Productividad en valor agregado.</p> <p>Costo de garantía o costo de reproceso de las devoluciones.</p> <p>Tiempo de ciclo de referencia a efectivo (Cash to Cash).</p>		

	Días de inventarios. Retorno de los activos.		
<b>(Krajewski et al., 2013)</b>	Porcentaje de pedidos incompletos enviados Porcentaje de pedidos enviados puntualmente Tiempo para surtir el pedido Porcentaje de servicios estropeados o artículos devueltos Costos para producir el servicio o artículo Satisfacción de los clientes con el proceso de surtido de los pedidos Niveles de inventario de trabajo en proceso y bienes terminados	Porcentaje de pedidos tomados con precisión Tiempo para completar el proceso de colocación de pedidos Satisfacción de los clientes con el proceso de colocación de pedidos Porcentaje de entregas puntuales de los proveedores Tiempos de entrega de los proveedores Porcentaje de defectos en servicios y materiales comprados Costos de los servicios y materiales comprados Niveles de inventarios de suministros y componentes comprados	Costos de los servicios y materiales comprados Satisfacción de los clientes con el proceso de colocación de pedidos Niveles de inventarios de suministros y componentes comprados

**Elaborado por:** Autor

### Anexo 3. Hoja de registro para los actores de la cadena de camisetas del Ecuador



En estos momentos la carrera de Ingeniería industrial de la Universidad Técnica del Norte se encuentra en el desarrollo de un proyecto de Integración de cadenas de suministro, con el objetivo de estudiar la cadena textil en el contexto ecuatoriano y definir un indicador integral para la toma de decisiones. Para ello se desea conocer los indicadores (medidores) que cuenta cada empresa para su funcionamiento. Por lo que solicitamos su colaboración,

Nombre del Indicador	Valor del indicador de la empresa	Escala del indicador	Frecuencia de medición	Comportamiento ideal del indicador	Clasifíquelo según el lugar que se evalué en la empresa

Clasifíquelo según el lugar que se evalué en la empresa: Producción, Administración, Logística, Comercial, Cliente, y Financiero.

Gracias.

#### **Anexo 4** Entrevista lista de indicadores según los autores



Buenas, fue seleccionado como especialista en cadenas de suministro, y necesitamos su criterio para una investigación sobre la evaluación del desempeño en una cadena de suministro.

Debido a ello, necesitamos su criterio respecto a:

- 1) ¿Cuáles son los indicadores básicos para la gestión de una cadena de suministro?
- 2) ¿Cuáles son las medidas de desempeño que no pueden faltar en una cadena de suministro?
- 3) Liste las que usted considere.

Gracias por su colaboración.

**Anexo 5** Prueba de hipótesis para evaluar la concordancia de la opinión de los expertos

- Planteamiento de la hipótesis

$H_0$ : No existe concordancia entre el juicio de los expertos.

$H_1$ : Existe concordancia entre el juicio de los expertos.

- Estadístico de la prueba  $\Delta^2$ .

**Tabla 18** Estadísticos de evaluación de expertos

Expertos Indicadores	1	2	3	.....	M	$\sum_{j=1}^M U_{ij}$	$\Delta$	$\Delta^2$
1	$U_{11}$	$U_{12}$	$U_{13}$	.....	$U_{1M}$			
2	$U_{21}$	$U_{22}$	$U_{23}$	.....	$U_{2M}$			
3	$U_{31}$	$U_{32}$	$U_{33}$	.....	$U_{3M}$			
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
K	$U_{K1}$	$U_{K2}$	$U_{K3}$		$U_{KM}$			

**Elaborado por:** Autor

Formulario:

$$\checkmark = \frac{1}{2}M(K + 1) \quad (1)$$

$$\Delta = \sum_{j=1}^M U_{ij} - \checkmark \quad (2)$$

$$W = \frac{12 * \sum_{j=1}^M \Delta^2}{M^2 * (K^3 - K)} \quad (3)$$

$$\chi^2 = M * W * (K - 1) \quad (4)$$

Donde:

M: Cantidad de expertos

$U_{ij}$ : Orden dado al problema  $i(1 \dots K)$  por el experto  $j(1 \dots M)$

$\Delta$ : Puntuación promedio de los problemas o rango medio

$\Delta^2$ : Desviación respecto a  $\Delta$

K: Cantidad total de problemas o categorías

W: Coeficiente de concordancia de Kendall

- Región crítica

RC:  $X^2 > X_{\gamma, K-1}^2$  (Para  $K > 7$ )      o       $S \geq S_{tab}$  (Para  $K \leq 7$ )

**Anexo 6** Indicadores que registran en la actualidad los actores de la cadena de suministro

Los indicadores que registraron los actores dentro de la cadena de suministro son los que se describen a continuación, con su respectiva fórmula de cálculo.

**Tabla 19.** Indicadores que registran en la actualidad los actores de la cadena en estudio

<b>Eslabón</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Forma de cálculo</b>
Proveedores de materias primas	Calidad materia prima	$CMP = \frac{\text{Cantidad de materia prima sin defectos}}{\text{cantidad de materia prima total}}$
	Liquidez después del impuesto	$L = \frac{\text{Activo corriente}}{\text{Pasivo corriente}}$
Producción	Rotación del inventario	$RI = \frac{\text{Ventas acumuladas}}{\text{Inventario promedio}} \times 100$
	Satisfacción del cliente	$SC = \frac{\text{número de productos devueltos}}{\text{Total pedidos entregados}} \times 100$
	Relación entre productos nuevos y productos diseñados	$RPN = \frac{\text{Productos nuevos}}{\text{\# de productos realizados}}$
	Eficacia del material (cantidad que se gasta en hacer un producto)	$EM = \frac{\text{Cantidad material utilizado}}{\text{cantidad de productos + tipo de talla}}$
	Capacidad de producción mensual	$CP = \frac{\text{Capacidad utilizada}}{\text{Capacidad máxima de recursos}} \times 100$
	Indicador de desperdicios	$D = \frac{\text{cantidad de desperdicios}}{\text{cantidad de unidades fabricadas}} \times 100$
	Proveedores	$P = \frac{\text{Proveedores certificados}}{\text{Total proveedores}} \times 100$
	Margen neto de ganancias	$MNG = \frac{\text{Utilidade neta}}{\text{Ventas netas}}$
	Productividad	$P = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Insumos empleados}}$
	Nivel de entrega	$NE = \frac{\text{Productos no entregados a tiempo}}{\text{Total pedido despachados}}$
	Disponibilidad de producto	$D = \frac{\text{Tiempo efectivo de trabajo}}{\text{Tiempo planeado}}$
	Stock de seguridad	$IS = \frac{\text{consumo máximo mensual} \times \text{\# de días palzo de seguridad}}{30}$



	Costo unitario	$CU = \frac{\text{costo total}}{\text{unidades producidas}}$
	Costo directo	$CPD = MPD + MOD + CIF$
Centros de Distribución	Costo de Transporte	$CT = \frac{\text{Costo del transporte}}{\text{Valor ventas totales}} \times 100$
	Costo almacenamiento por unidad	$CA = \frac{\text{Costo de almacenamiento}}{\# \text{ total de unidades almacenadas}}$
	Exactitud del inventario	$EI = \frac{\text{Valor diferencia}}{\text{Valor total del inventario}} \times 100$
Clientes	Nivel de servicio al cliente	$SC = \frac{\text{número de productos devueltos}}{\text{Total pedidos entregados}} \times 100$

**Elaborado por:** Autor

## Anexo 7 Selección de los especialistas de la cadena de suministro

A continuación, se describen los expertos con su: formación académica, sus años de experiencia en el tema de cadena de suministro y su país de origen.

**Tabla 20** Datos de los especialistas de cadena de suministro

<b>Formación</b>	<b>Años de Experiencia</b>	<b>País</b>
Doctor en Ciencias	30	Cuba
Doctor en Ciencias Técnicas	20	Cuba
Doctor en Ciencias Técnicas	13	Cuba
Doctor en Ciencias Técnicas	10	Cuba
Doctor en Ciencias Técnicas	10	Ecuador
Capitador de APICS	23	México
Doctor en Logística	21	México
Doctor en Matemáticas	32	México
Doctor en Matemáticas	16	Colombi a

**Elaborado por:** Autor

Selección de expertos mediante el coeficiente de competencia.

**Tabla 21** Selección de los especialistas

<b>Expertos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>K<sub>c</sub></b>	<b>K<sub>a</sub></b>	<b>K</b>
1										X	1	1	1
2									X		0,9	0,9	0,9
3							X				0,7	0,8	0,75
4							X				0,7	0,8	0,75
5							X				0,7	0,8	0,75
6									X		0,9	0,9	0,9
7									X		0,9	0,9	0,9
8										X	1	1	1
9								X			0,8	0,8	0,8

**Elaborado por:** Autor

**Anexo 8** Indicadores relacionados con el nivel de servicio al cliente

**Tabla 22** Indicadores relacionados con el cliente

Indicadores	Bowserox, D. J.; Closs, D. J. y Cooper, M. B. 2002	Chase, R. B.; Jacobs, F. R. y Aquilano, N. J, 2007	Pires, S. R. I. y Carretero Díaz, L. E.,2007	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional,2007	Chopra Meindl 2008	Acevedo Suárez, J.; Gómez Acosta, M. I.; Urquiaga Rodríguez, A. J., et al., 2010	INCOTERM,2010	Gobierno Federal de México, 2011.	Mora García, L. /s.a/ 2011	Sriyogi, K 2012	Arvis; Mustra et al., 2012	Gustavo Irais Del Angel Flores,2013	Banco Mundial, 2013	Hewlett Packard, 2013	Kleijnen & Smit, 2014	Aréchiga, E. M. /s.a/	Ing. Jesus Campos Cortés 2016	<a href="http://www.free-logistics.com/index.php/es/Fichas-Tecnicas/KPI-Logistica-y-Supply-Chain-Indicadores/KPI-de-la-Logistica.html">http://www.free-logistics.com/index.php/es/Fichas-Tecnicas/KPI-Logistica-y-Supply-Chain-Indicadores/KPI-de-la-Logistica.html</a>	<a href="http://www.free-logistics.com/index.php/es/Fichas-Tecnicas/KPI-Logistica-y-Supply-Chain-Indicadores/KPI-Proveedor.html">http://www.free-logistics.com/index.php/es/Fichas-Tecnicas/KPI-Logistica-y-Supply-Chain-Indicadores/KPI-Proveedor.html</a>	Scor Metrics 2018	Arango 2008	Resultado	
Porcentaje de mercancía en exhibición (disponibilidad)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
Tiempo de respuesta	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	7
Nivel de satisfacción al cliente	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7
Flexibilidad a las necesidades de los clientes	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cantidad del pedido más reciente y la cantidad realmente recibida.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Diferencia porcentual promedio entre las estimaciones de consumo y el consumo real de múltiples productos.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Rango de la cantidad requerida	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tiempo de suministro	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Variedad de los productos requeridos	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Número de canales a través de los cuales puede ser adquirido el producto	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tasa de innovación	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Nivel de servicio requerido	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Capacidad de respuesta	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Demanda del suministro a bajo costo	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Costo mínimo de producto.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tiempo de flujo de ciclo de producción	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Tamaño de lote de producción promedio	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Inventario promedio	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Inventario de seguridad promedio	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Inventario estacional	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Calidad de los Pedidos Generados	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Entregas perfectamente recibidas	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3
Nivel de Cumplimiento del despacho	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Nivel de cumplimiento entregas a clientes	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Órdenes perfectas	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Devoluciones porcentaje de quejas	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tiempo en resolver las quejas	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
Porcentaje por Fill Rate por línea (nivel de inventario, de servicio y planificación)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Porcentaje de error del pronóstico ciclo pedido al cliente	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Flexibilidad a los cambios de la demanda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Calidad de los servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Rotación del inventario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
Quejas de clientes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Oferta de servicio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Costes de los almacenes reguladores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Costes logísticos en los puntos de venta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Logística inversa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Coste por proceso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Planificación de la producción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Pronóstico de los requerimientos de compras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Elaborado por: Autor

**Anexo 9** Indicadores relacionados con la cadena de suministro

**Tabla 23** Indicadores relacionado con la cadena de suministro

Indicadores	Bibliografía																					
	Bowersox, D. J.; Closs, D. J. y Cooper, M. B. 2002	Chase, R. B.; Jacobs, F. R. y Aquilano, N. J. 2007	Pires, S. R. I. y Carretero Díaz, L. E.,2007	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional,2007	Chopra Meindl 2008	Acevedo Suárez, J.; Gómez Acosta, M. I.; Urquiaga Rodríguez, A. J., et al., 2010	INCOTERM,2010	Gobierno Federal de México, 2011.	Mora García, L. /s.a/ 20111	Sriyogi, K 2012	Arvis; Mustra et al., 2012	Gustavo Irais Del Angel Flores,2013	Banco Mundial, 2013	Hewlett Packard, 2013	Kleijnen & Smit, 2014	Aréchiga, E. M. /s.a/	Ing. Jesus Campos Cortés 2016	<a href="http://www.free-logistics.com/index.php/es/Fichas-Tecnicas/KPI-Logistica-y-Supply-Chain-Indicadores/KPI-de-la-Logistica.html">http://www.free-logistics.com/index.php/es/Fichas-Tecnicas/KPI-Logistica-y-Supply-Chain-Indicadores/KPI-de-la-Logistica.html</a>	<a href="http://www.free-logistics.com/index.php/es/Fichas-Tecnicas/KPI-Logistica-y-Supply-Chain-Indicadores/KPI-Proveedor.html">http://www.free-logistics.com/index.php/es/Fichas-Tecnicas/KPI-Logistica-y-Supply-Chain-Indicadores/KPI-Proveedor.html</a>	Scor Metrics 2018	Arango 2008	Resultado
Días de Suministro de inventario	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4
Tiempo de residencia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Costo de los procesos	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	8
Rotación del inventario	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8
Tiempo total de flujo de caja	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tasa de retorno de inversiones	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tiempo total del ciclo	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
Nivel de integración en la cadena	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tasa de abastecimiento de pedidos para todos los productos	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Disponibilidad productos agotados o no agotados	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tiempo para reaccionar a los pedidos	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Nuevos productos tienden a tener una demanda más incierta	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Responder a amplios rangos de la cantidad demandada	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Periodos de entrega	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Variedad de productos	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Responder rápidamente a la demanda	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Márgenes altos debido a que el precio	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Flexibilidad en capacidad para amortiguar la incertidumbre de la demanda/oferta	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mide tiempo requerido para procesar una unidad si no hay ningún retraso en ninguna etapa	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Ciclo de procesos	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Niveles de inventario	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Capacidad de prestar el servicio al cliente	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Horizonte de planificación de cada eslabón	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Índice de duración de Mercancías	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Exactitud del Inventario	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	4

Comparativo del Transporte (Rentabilidad Vs Gasto)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Calidad de la Facturación	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Costos Logísticos	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	6	
Edad promedio de la flota de transporte	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Certificación de proveedores	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Calidad de los pedidos generados	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Utilización de la Capacidad	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
Calidad de la compra	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Capacidad de producción utilizada	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Flujo de caja total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	
Grado de relación con los proveedores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	
Calidad de la cooperación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Trámites aduaneros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
Envíos inter-nacionales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
Trazabilidad de la mercancía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
Integración de los flujos de materiales e información	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Cadenas de suministros de exportación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
Porcentaje de la demanda que es cubierta con inventario.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
Retorno sobre el inventario.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
Porcentaje de órdenes entregadas a tiempo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
El total del producto en proceso (WIP) sobre el promedio de las ventas de meses anteriores, en el corto tiempo y se expresan en porcentaje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	



Entrega diaria requerida - entrega confirmada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Exactitud de pronósticos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
Nivel de inventario de materia prima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
Nivel de inventario de material en proceso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Nivel de inventario de producto terminado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
Ordenes perfectas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	3
Impacto de los descuentos en la venta.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Retención de personas clave	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Número de proveedores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Nivel de servicio de la unidad estudiada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Porcentaje de entrega a clientes finales realizadas por otros puntos de venta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Nivel de stock en puntos de venta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Número de empleados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Número anual de entregas (toneladas, volúmenes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Valor total de mercancía devuelta por los clientes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Valor total de la mercancía devuelta a los proveedores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Valor total de la mercancía en los almacenes reguladores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Plazo de entrega en días	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Cancelación de los pedidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Facturación a tiempo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Ciclos de tiempo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

Retorno del capital de trabajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Documentación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

**Elaborado por:** Autor

**Anexo 10** Reducir el listado de los indicadores

**Tabla 24** Reducir listado de los indicadores

<b>Paso1</b>	<b>Paso2</b>	<b>Paso3</b>	<b>Fr</b>
Calidad materia prima	Desempeño logístico de los actores y la correlación entre los actores	Grado de relación con los proveedores	5
Proveedores	Desempeño de los proveedores		
Rotación del inventario		Rotación del inventario	3
		Rotación del inventario	
Costo unitario	Costos en cada actor y su relación con las utilidades de cada uno (costos fijos, variables, por peso, etc. En cada proceso)	Costo total de los procesos	9
Costo directo	Costos de no cumplimiento con las solicitudes de los clientes	Costo mínimo de producto	
Costo de transporte		Costos Logísticos	
Costo almacenamiento por unidad			
Margen neto de ganancias	Relación de ingresos y gastos.	Flujo de caja total	5
	Porcentaje de ingresos por nuevos productos y servicios		
	Flujo de caja en la cadena y en cada uno de los actores.		
Satisfacción del cliente		Nivel de satisfacción al cliente	3

Satisfacción del cliente				
Eficacia del material (cantidad que se gasta en hacer un producto)	Índice de desperdicios en la cadena.	Utilización de la capacidad	4	
Productividad				
Disponibilidad de producto	Cantidad correcta pedida y entregada.		3	
Stock de seguridad				
Capacidad de producción mensual	Disponibilidad de productos y/o servicios.		3	
	Nivel de servicio al cliente final en función de disponibilidad, calidad y precios competitivos.			
Exactitud del inventario	Exactitud del inventario.	Exactitud del Inventario	3	
	Órdenes perfectas.	Órdenes perfectas	3	
		Órdenes perfectas		
	Ciclos de la cadena y de actor que minimicen el lead time total.	Tiempo de respuesta	7	
		Rapidez de reacción ante un cambio, la agilidad con que se ejecutan las actividades.		Tiempo en resolver las quejas
		Tiempo total del ciclo		
		Tiempo requerido para procesar una unidad sin ningún retraso en ninguna etapa		
		Tiempo de residencia		
	Exactitud del pronóstico	Exactitud de pronósticos		2
Nivel de entrega	Planeación de las entregas			3

Relación entre productos nuevos y productos diseñados			1
Indicador de desperdicio			1
	Oportunidad del suministro		1
	Nivel de completamiento de los inventarios en los distintos actores/procesos		1
	Nivel de cobertura en cada punto de la cadena		1
	Eficiencia de la cadena; como expresión de la multiplicación de las eficacias individuales y teniendo en cuenta los niveles de inventarios de cada actor		1
	Competitividad individual y de la cadena relacionada con otros indicadores		1
	Perdidas por defectos de los productos		1
	Rotación del personal en los procesos de la cadena		1
	Impacto en los descuentos de la renta.		1
	Número de clientes referidos		1
	Flexibilidad ante los cambios de entorno, por ejemplo, la flexibilidad de volumen		1
	Índice de riesgos, relación entre riesgos ocurridos y detectados		1

		Entregas perfectamente recibidas	1
		Porcentaje de mercancía en exhibición (disponibilidad)	1
		Inventario promedio	1
		Inventario de seguridad promedio	1
		Días de Suministro de inventario	1
		Envíos internacionales	1
		Trazabilidad de la mercancía	1
		Nivel de inventario de materia prima	1
		Nivel de inventario de producto	1

**Elaborado por:** Autor

## Anexo 11 Selección de los indicadores mediante el método Kendall

Se observa como el valor del coeficiente de concordancia de Kendall es cercano a la unidad, lo que indica una alta concordancia de los expertos en el ordenamiento dado a los indicadores de acuerdo a su importancia (ver Tabla 25).

**Tabla 25** Selección de indicadores método de Kendall

Indicadores	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	$\sum_{j=1}^M U_{ij}$	$\Delta$	$\Delta^2$
Costo total de los procesos	1	1	1	2	1	1	2	1	1	11	-52	2704
Ordenes perfectas	5	6	8	7	6	7	8	6	7	60	-3	9
Exactitud del pronóstico	12	13	12	13	13	12	12	12	13	112	49	2401
Exactitud del inventario	6	5	7	5	7	8	5	7	6	56	-7	49
Flujo de caja en la cadena y en cada uno de los actores	13	12	13	12	12	13	13	13	12	113	50	2500
Desempeño de los proveedores	7	8	6	6	5	3	6	8	5	54	-9	81
Los leadtime/tiempo/ciclos en la cadena	3	4	4	4	3	4	4	3	4	33	-30	900
Cantidad correcta pedido	9	11	10	11	9	1	11	11	9	82	19	361
Entregas perfectamente recibidas	10	9	11	9	10	9	10	9	11	88	25	625
Rotación del inventario en la cadena	11	10	9	10	11	10	9	10	10	90	27	729
Capacidad de la cadena	4	3	5	3	4	5	3	4	3	34	-29	841
Nivel de servicio	2	2	2	1	2	2	1	2	2	16	-47	2209
Satisfacción del cliente	8	7	3	8	8	6	7	5	8	60	-3	9

**Elaborado por:** Autor

**Anexo 12** Evaluar el comportamiento de cada indicador

**Tabla 26** Evaluación del comportamiento de los indicadores de la cadena de suministro

<b>Empresa</b>	<b>Costo total (\$)</b>	<b>Unidades producidas (u)</b>	<b>Costo unitario(\$/u)</b>
Empresa 1	7484.90	5162	1.80
Empresa 2	1599.60	1032	1.90
Empresa 3	511.20	284	2.50
Empresa 4	430.95	221	3.10
Empresa 5	402.00	200	3.05
Empresa 6	498.75	285	2.60
Empresa 7	508.30	221	3.20
Empresa 8	263.20	94	3.50
Empresa 9	347.60	158	3.60
Empresa 10	96.10	31	3.85
<b>Promedio</b>			<b>2.91</b>

<b>Empresa</b>	<b>Pedidos en fecha</b>	<b>Devoluciones</b>	<b>Total de pedidos</b>	<b>NSC</b>	<b>Tiempo promedio (semanas)</b>
Empresa 1	90	2	95	0.95	2.50
Empresa 2	31	1	35	0.98	1.50
Empresa 3	9	1	12	0.75	2.50
Empresa 4	7	2	9	0.65	3.00
Empresa 5	6	1	9	0.68	3.00
Empresa 6	11	0	11	1.00	3.00
Empresa 7	6	1	7	0.80	3.00
Empresa 8	3	1	4	0.60	4.00
Empresa 9	4	0	4	1.00	4.00
Empresa 10	1	0	1	1.00	5.00
<b>Promedio</b>				<b>0.8410</b>	<b>3.15</b>

**Elaborado por:** Autor



**Anexo 13** Evaluar el comportamiento de cada indicador

**Tabla 27** Estimación de los expertos para cada indicador

Exper tos	Costo (\$)			NSC			Lead time (semanas)			Capacidad (miles de unidades/año)		
	Míni mo	Mo da	Máxi mo	Míni mo	Mo da	Máxi mo	Míni mo	Mo da	Máxi mo	Mínimo	Moda	Máximo
<b>E1</b>	1	2	6	70	81	99	1	3	5	610.128	890.884	930.000
<b>E2</b>	1	2	4	70	80	100	2	2	6	570.547	840.871	981.000
<b>E3</b>	1	3	5	70	79	99	1	3	4	540.159	890.908	1790.000
<b>E4</b>	2	2	6	71	75	100	2	2	5	650.125	900.994	1180.000
<b>E5</b>	1	3	6	70	85	99	1	2	7	634.275	860.965	1120.000
<b>E6</b>	2	2	5	70	76	100	2	3	7	620.275	870.945	971.000
<b>E7</b>	1	2	4	71	80	100	1	2	5	590.184	890.781	941.000
<b>E8</b>	2	3	4	71	80	99	2	3	5	654.166	880.711	997.000
<b>E9</b>	1	2	5	70	85	100	1	2	7	530.145	892.945	990.000
<b>Media</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>70</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>600.000</b>	<b>880.000</b>	<b>1,100.000</b>

**Elaborado por:** Autor

**Tabla 28** Modelo de programación para cada distribución

Indicador	Mínimo	Moda	Máximo	Modelo		
				T	LN	W
Costo (\$)	1	2	5	( 1.000000, 5.000000, 2.000000, <stream>)	( 1.000000, 1.273750, 0.491899, <stream>)	( 1.000000, 1.651176, 1.726004, <stream>)
Tiempo (semanas)	1	2	6	( 1.000000, 6.000000, 2.000000, <stream>)	( 1.000000, 1.365274, 0.557992, <stream>)	( 1.000000, 1.896082, 1.574983, <stream>)
Capacidad ( <sup>u</sup> /año)	600.000	880.000	1.100.000	( 0.600000, 1.100000, 0.880000, <stream>)	( 0.600000, 0.294816, 0.227075, <stream>)	( 0.600000, 0.313172, 3.264204, <stream>)
NSC.	70	80	100	( 70.000000, 100.000000, 80.000000, <stream>)	( 70.000000, 11.759435, 0.402580, <stream>)	( 70.000000, 14.056399, 2.014431, <stream>)

**Elaborado por:** Autor

**Tabla 29** Percentiles para el Indicador Costo

Percentiles	T	LN	W
P <sub>20</sub>	3,45	2,93	3,18
P <sub>40</sub>	2,32	2,44	2,57
P <sub>60</sub>	2,18	2,12	2,12
P <sub>80</sub>	1,89	1,84	1,69

**Elaborado por:** Autor

**Tabla 30** Percentiles para el Indicador Tiempo

Percentiles	T	LN	W
P <sub>20</sub>	4	3,18	3,56
P <sub>40</sub>	3,17	2,57	2,79
P <sub>60</sub>	2,54	2,19	2,24
P <sub>80</sub>	2	1,85	1,73

**Elaborado por:** Autor

**Tabla 31** Percentiles para el Indicador Capacidad

Percentiles	T	LN	W
P <sub>20</sub>	0,7673	0,8435	0,7978
P <sub>40</sub>	0,8366	0,8783	0,8549
P <sub>60</sub>	0,8902	0,9123	0,9049
P <sub>80</sub>	0,9517	0,9569	0,9623

**Elaborado por:** Autor

**Tabla 32** Percentiles para el Indicador NSC

Percentiles	T	LN	W
P <sub>20</sub>	77,75	78,38	76,68
P <sub>40</sub>	81,03	80,62	80,07
P <sub>60</sub>	84,51	83,02	83,46
P <sub>80</sub>	89,05	86,50	87,80

**Elaborado por:** Autor

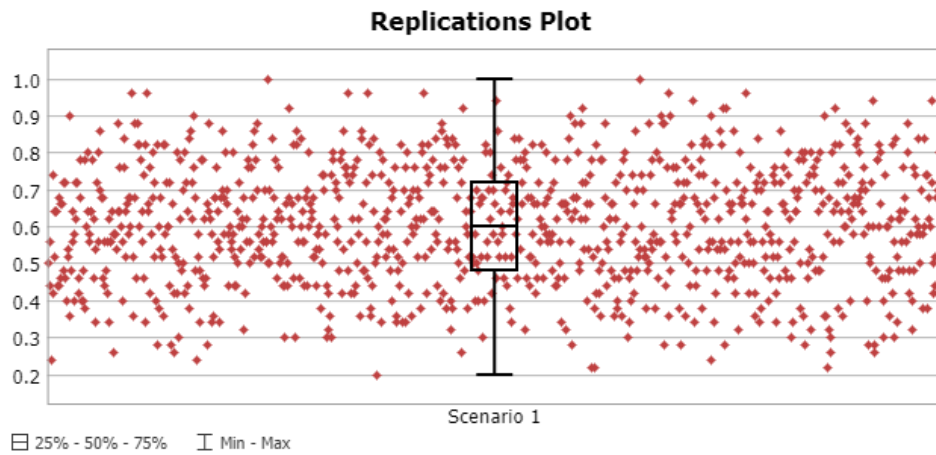
**Anexo 14** Resultados de la simulación para el Indicador Integral

**Tabla 33** Resultados de las réplicas por distribución

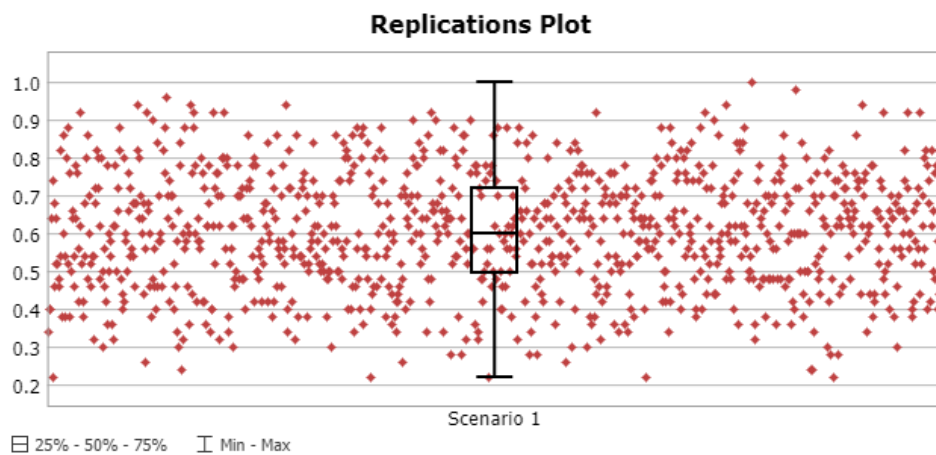
Variable	Media	Desviación estandar	Límite inferior	Límite superior	Ic= Is-li	Error	Condición $ic \leq 2 * e$	Cantidad de réplicas
Triangular	0,5931	0,1584	0,6030	0,6129	0,02	0,03	Si	557,57
LogNormal	0,5926	0,1574	0,6024	0,6124	0,02	0,03	Si	550,57
Weibull	0,5872	0,1583	0,5972	0,6071	0,02	0,03	Si	556,86

**Elaborado por:** Autor

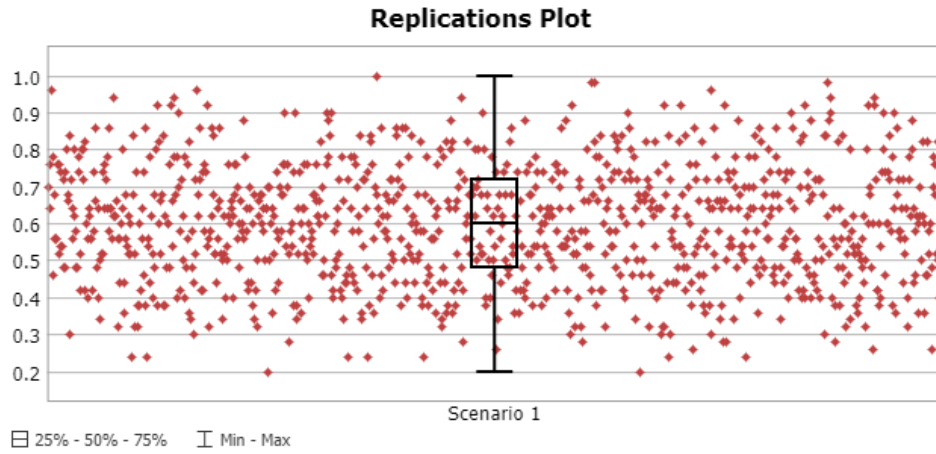
Resultado de los diagramas de cajas.



Triangular



LogNormal



Weibull

**Figura 11** Diagrama de cajas para las réplicas de los resultados de la simulación  
**Fuente:** FlexSim

Percentiles del Indicador Integral para cada distribución.

**Tabla 34** Percentiles para el Indicador Integral

Percentiles	T	LN	W
P <sub>20</sub>	0.4510	0.4519	0.4412
P <sub>40</sub>	0.5515	0.5538	0.5415
P <sub>60</sub>	0.6393	0.6342	0.6285
P <sub>80</sub>	0.7395	0.7309	0.7296

**Fuente:** EspertFit (Simulador)

**Anexo 15** Análisis de la capacidad discriminativa de los intervalos de evaluación obtenidos para el Indicador Integral

**H<sub>0</sub>:** Existe igualdad de varianza

**Tabla 35** Resultados de la prueba de homogeneidad de T2

<b>E<sub>i</sub></b>	<b>Estadístico de Levene</b>	<b>g/1</b>	<b>g/2</b>	<b>Sig.</b>
E <sub>1</sub>	0,918	2	554	0,400
E <sub>2</sub>	0,296	2	578	0,744
E <sub>3</sub>	1,235	2	550	0,292
E <sub>4</sub>	0,586	2	647	0,557
E <sub>5</sub>	1,530	2	656	0,217

**Fuente:** (SPSS) Simulador

**H<sub>0</sub>:** Las medias de los resultados obtenidos en la variable Indicador Integral (II, variable dependiente) no difieren significativamente entre sí las distribuciones empleadas (D, factor) para una evaluación específica (E-variable de filtro de los datos).

**Tabla 36** Resumen del ANOVA de un factor

<b>E<sub>i</sub></b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>	<b>Welch</b>	<b>Sig.</b>	<b>Brown-Forsythe</b>	<b>Sig.</b>
E <sub>1</sub>	0,683	0,506	0,703	0,496	0,680	0,507
E <sub>2</sub>	1,314	0,270	1,349	0,261	1,315	0,269
E <sub>3</sub>	2,459	0,086	2,490	0,084	2,459	0,086
E <sub>4</sub>	0,315	0,730	0,308	0,735	0,314	0,730
E <sub>5</sub>	0,212	0,809	0,215	0,807	0,211	0,810

**Elaborado por:** Autor

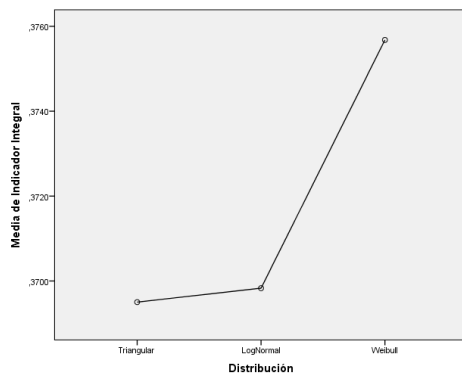
**Tabla 37** Resumen del análisis Post Hoc

<b>E<sub>i</sub></b>	<b>Distribución (I)</b>	<b>Distribución (J)</b>	<b>Sig.</b>
E <sub>1</sub>	T	LN	0,958
		W	0,303
	LN	T	0,958
		W	0,332
	W	T	0,303
		LN	0,332
	T	LN	0,481

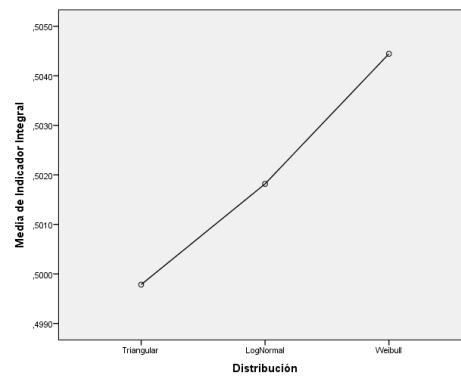
E <sub>2</sub>		W	0,107
	LN	T	0,481
		W	0,355
	W	T	0,107
LN		0,355	
E <sub>3</sub>	T	LN	0,027
		W	0,351
	LN	T	0,027
		W	0,212
	W	T	0,351
		LN	0,212
E <sub>4</sub>	T	LN	0,905
		W	0,535
	LN	T	0,905
		W	0,458
	W	T	0,535
		LN	0,458
E <sub>5</sub>	T	LN	0,516
		W	0,739
	LN	T	0,516
		W	0,753
	W	T	0,739
		LN	0,753

**Elaborado por:** Autor

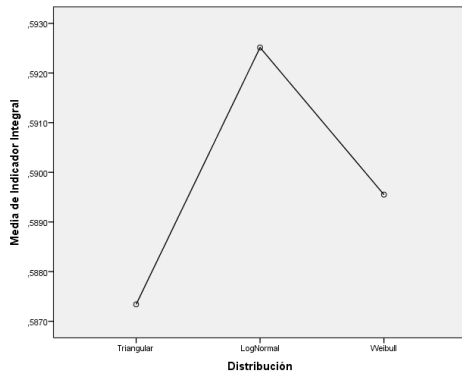
También se analiza mediante los gráficos de medidas de cada distribución analizadas para el filtro (E-variables de filtro de los datos).



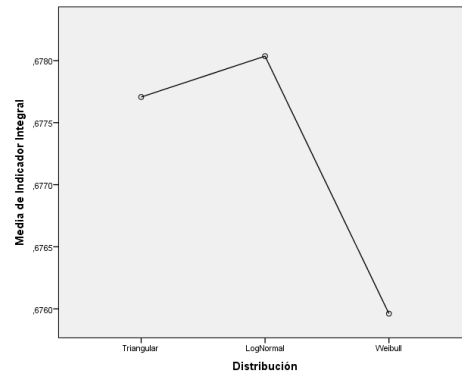
E



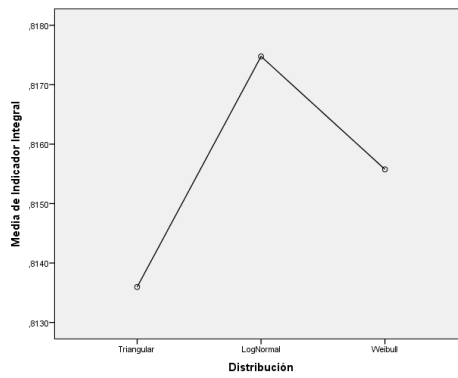
E



E



E



E

**Figura 12** Graficas de las medidas de cada distribución para la variable E  
**Fuente:** (SPSS) Simulador

**Tabla 38** Resumen de la prueba de Kruskal-Wallis

E <sub>i</sub>	Sig.
E <sub>1</sub>	0,557
E <sub>2</sub>	0,261
E <sub>3</sub>	0,084
E <sub>4</sub>	0,709
E <sub>5</sub>	0,942

**Elaborado por:** Autor

**Anexo 16** Análisis de la capacidad discriminativa de los intervalos de evaluación obtenidos para el Indicador Integral filtro (D).

**Tabla 39** Resultados de la prueba de homogeneidad de T2

<b>D<sub>i</sub></b>	<b>Estadístico de Levene</b>	<b>g/1</b>	<b>g/2</b>	<b>Sig.</b>
D <sub>1</sub>	65,857	4	995	0,000
D <sub>2</sub>	80,192	4	995	0,000
D <sub>3</sub>	70,276	4	995	0,000

**Elaborado por:** Autor

**H<sub>0</sub>:** Las medias de los resultados obtenidos en la variable Indicador Integral (II, variable dependiente) no difieren entre sí para todas las evaluaciones obtenidas (E-factor) por una distribución específica (D-variable de filtro de los datos).

**Tabla 40** Resumen del ANOVA de un factor

<b>D<sub>i</sub></b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>	<b>Welch</b>	<b>Sig.</b>	<b>Brown-Forsythe</b>	<b>Sig.</b>
D <sub>1</sub>	3122,992	0,000	2432,879	0,000	3188,087	0,000
D <sub>2</sub>	2880,060	0,000	2214,932	0,000	2860,280	0,000
D <sub>3</sub>	2981,888	0,000	2297,724	0,000	3101,637	0,000

**Elaborado por:** Autor

**Tabla 41** Resumen del análisis Post Hoc(DMS)

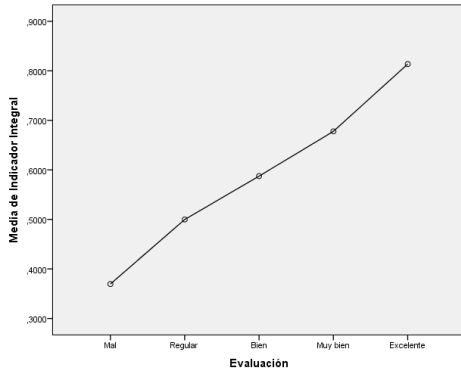
<b>D<sub>i</sub></b>	<b>Percentil (I)</b>	<b>Percentil (J)</b>	<b>Sig.</b>
D <sub>1</sub>	P <sub>20</sub>	P <sub>40</sub>	0,000
		P <sub>60</sub>	0,000
		P <sub>80</sub>	0,000
		P <sub>100</sub>	0,000
	P <sub>40</sub>	P <sub>20</sub>	0,000
		P <sub>60</sub>	0,000
		P <sub>80</sub>	0,000
		P <sub>100</sub>	0,000
	P <sub>60</sub>	P <sub>20</sub>	0,000
		P <sub>40</sub>	0,000
		P <sub>80</sub>	0,000
		P <sub>100</sub>	0,000
P <sub>80</sub>	P <sub>20</sub>	0,000	
	P <sub>40</sub>	0,000	



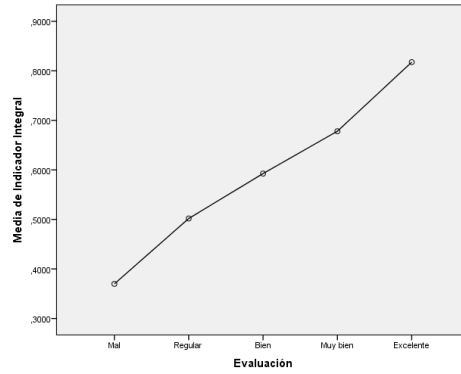
		P <sub>60</sub>	0,000
		P <sub>100</sub>	0,000
	P <sub>100</sub>	P <sub>20</sub>	0,000
		P <sub>40</sub>	0,000
		P <sub>60</sub>	0,000
		P <sub>80</sub>	0,000
D <sub>2</sub>	P <sub>20</sub>	P <sub>40</sub>	0,000
		P <sub>60</sub>	0,000
		P <sub>80</sub>	0,000
		P <sub>100</sub>	0,000
	P <sub>40</sub>	P <sub>20</sub>	0,000
		P <sub>60</sub>	0,000
		P <sub>80</sub>	0,000
		P <sub>100</sub>	0,000
	P <sub>60</sub>	P <sub>20</sub>	0,000
		P <sub>40</sub>	0,000
		P <sub>80</sub>	0,000
		P <sub>100</sub>	0,000
	P <sub>80</sub>	P <sub>20</sub>	0,000
		P <sub>40</sub>	0,000
		P <sub>60</sub>	0,000
		P <sub>100</sub>	0,000
	P <sub>100</sub>	P <sub>20</sub>	0,000
		P <sub>40</sub>	0,000
		P <sub>60</sub>	0,000
		P <sub>80</sub>	0,000
D <sub>3</sub>	P <sub>20</sub>	P <sub>40</sub>	0,000
		P <sub>60</sub>	0,000
		P <sub>80</sub>	0,000
		P <sub>100</sub>	0,000
	P <sub>40</sub>	P <sub>20</sub>	0,000
		P <sub>60</sub>	0,000
		P <sub>80</sub>	0,000
		P <sub>100</sub>	0,000
	P <sub>60</sub>	P <sub>20</sub>	0,000
		P <sub>40</sub>	0,000
		P <sub>80</sub>	0,000
		P <sub>100</sub>	0,000
	P <sub>80</sub>	P <sub>20</sub>	0,000
		P <sub>40</sub>	0,000
		P <sub>60</sub>	0,000
		P <sub>100</sub>	0,000
	P <sub>100</sub>	P <sub>20</sub>	0,000
		P <sub>40</sub>	0,000
		P <sub>60</sub>	0,000
		P <sub>80</sub>	0,000

**Elaborado por:** Autor

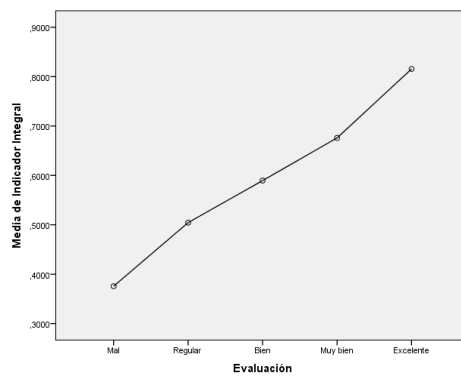
También se analiza mediante los gráficos de medidas de cada distribución analizadas para el filtro (D)



**D**



**D**



**D**

**Figura 13** Gráficas de las medidas de cada distribución para la variable (D)

**Fuente:** SPSS (Simulador)

**Tabla 42** Resumen de la prueba de Kruskal-Wallis

<b>D<sub>i</sub></b>	<b>Sig.</b>
D <sub>1</sub>	0,000
D <sub>2</sub>	0,000
D <sub>3</sub>	0,000

**Elaborado por:** Autor

## Anexo 17 Modelo de regresión de una variable

**H<sub>0</sub>: B<sub>1</sub> = 0** No existe regresión lineal entre las variables

**H<sub>1</sub>: B<sub>1</sub> ≠ 0** Si existe regresión lineal entre las variables

**Tabla 43** Modelo de regresión para el estadístico t para B<sub>1</sub>

D <sub>i</sub>	Modelo	Estadístico t para B <sub>1</sub>	Sig.
Triangular	$\hat{y} = -2,068 + 8,616 * X$	106,936	0,000
LogNormal	$\hat{y} = -2,043 + 8,537 * X$	102,107	0,000
Weibull	$\hat{y} = -2,144 + 8,692 * X$	103,633	0,000

**Elaborado por:** Autor

**Tabla 44** Resumen del análisis de regresión

D <sub>i</sub>	Estadístico F	Sig.	R <sup>2</sup>
Triangular	11435,228	0,000	0,920
LogNormal	10425,930	0,000	0,913
Weibull	10739,706	0,000	0,915

**Elaborado por:** Autor