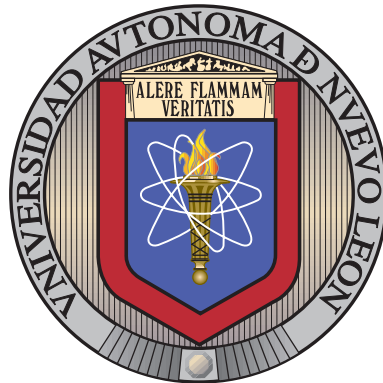


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



EFICIENCIA ORGANIZACIONAL EN LA  
IMPLEMENTACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS 4.0 EN  
LOS OPERADORES LOGÍSTICOS DEL  
DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

POR

CARLOS JOSE REGALAO NORIEGA

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR EN INGENIERÍA

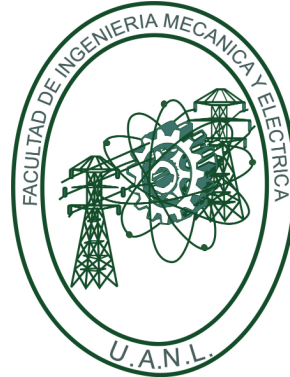
CON ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA DE SISTEMAS

JULIO 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



EFICIENCIA ORGANIZACIONAL EN LA  
IMPLEMENTACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS 4.0 EN  
LOS OPERADORES LOGÍSTICOS DEL  
DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

POR

CARLOS JOSE REGALAO NORIEGA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR EN INGENIERÍA

CON ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA DE SISTEMAS

JULIO 2021



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que la Tesis «Eficiencia organizacional en la implementación de las tecnologías 4.0 en los operadores logísticos del departamento del Atlántico.», realizada por el alumno Carlos Jose Regalao Noriega, con número de matrícula 1935057, sea aceptada para su defensa como requisito para obtener el grado de Doctor en Ingeniería con especialidad en Ingeniería de Sistemas.

El Comité de Tesis

*Jania Astrid Saucedo*

Dra. Jania Astrid Saucedo Martínez  
Asesor

*Luis E. Ortiz O.*

Dr. Luis Eduardo Ortiz Espino  
Co-Asesor

*T. Salas*

Dr. Tomás Eloy Salas Fierro  
Revisor

*J. Saucedo*

Dr. José Antonio Marmolejo Saucedo  
Revisor

*R. Sánchez*

Dr. Romeo Sánchez Nigenda  
Revisor

*Alexander D. Pulido R.*

Dr. Alexander de Jesús Pulido Rojano  
Revisor

Vo. Bø.

*S. Martínez*  
Dr. Simón Martínez Martínez  
Subdirector de Estudios de Posgrado



165



San Nicolás de los Garza, Nuevo León, Junio 2021

*Sólo los persistentes, sólo aquellos que investigan mucho,  
son los que consiguen la Gran Obra.*

*El coraje es el don más importante para quien busca  
el Lenguaje del Mundo. Paulo Coelho*

# ÍNDICE GENERAL

---

<b>Agradecimientos</b>	<b>XIV</b>
<b>Resumen</b>	<b>XVI</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción del problema . . . . .	4
1.1.1. Pregunta de investigación . . . . .	8
1.2. Objetivo . . . . .	9
1.2.1. Objetivos específicos . . . . .	9
1.3. Hipótesis . . . . .	10
1.4. Justificación . . . . .	10
1.5. Metodología . . . . .	14
1.6. Estructura de la tesis . . . . .	15
<b>2. Antecedentes</b>	<b>16</b>
2.1. La cadena de suministro en el ambito de estudio . . . . .	17
2.1.1. El sector logístico y la cadena de suministro . . . . .	18

---

2.2. Intralogística . . . . .	19
2.2.1. Esquema conceptual de intralogística . . . . .	21
2.3. Tecnología 4.0 . . . . .	23
2.3.1. Una nueva herramienta que nos presenta el siglo XXI: La Industria 4.0 . . . . .	26
2.3.2. Tecnologías 4.0 en el sector de los operadores logísticos . . . . .	31
2.3.3. Procesos intralogísticos y su evolución a las tecnologías 4.0 . . . . .	34
2.4. Simulación desde la herramienta de análisis . . . . .	35
2.4.1. La evolución de la simulación hasta nuestros tiempos . . . . .	36
2.4.2. Instrumento para la toma de decisiones: Flexsim . . . . .	38
2.4.3. La simulación: Factibilidad en tomar decisiones en las actividades intralogísticas . . . . .	39
2.5. La Intralogística como solución a las necesidades de la cadena de suministro en la inclusión de tecnologías 4.0 . . . . .	40
2.5.1. Casos de automatización en procesos intralogísticos . . . . .	43
2.5.2. Uso de factores e indicadores de gestión empresarial en los procesos intralogísticos . . . . .	50
<b>3. Caso de estudio</b>	<b>52</b>
3.1. Conceptualizaciones del crecimiento y desarrollo en América Latina: Énfasis Colombia . . . . .	52
3.1.1. El sector logístico en el departamento del Atlántico . . . . .	54
3.1.2. Operadores Logísticos en el departamento del Atlántico . . . . .	56

3.1.3.	Estado de las actividades intralogísticas en los operadores logísticos en el departamento del Atlántico . . . . .	58
3.1.4.	Tecnologías en los operadores logísticos en el departamento del Atlántico . . . . .	62
3.2.	Descripción Caso de Estudio: Operador logístico de la región Caribe Colombiana . . . . .	64
3.2.1.	Descripción del modelo . . . . .	65
3.2.2.	Configuración del modelo . . . . .	66
<b>4.</b>	<b>Metodología</b>	<b>68</b>
4.1.	Caracterización general de la empresa . . . . .	69
4.2.	Escenarios objeto de estudio . . . . .	71
4.2.1.	Escenario actual . . . . .	71
4.2.2.	Escenario con una distribución o layout distinto . . . . .	73
4.2.3.	Escenario con tecnología 4.0 . . . . .	73
4.3.	Identificación y evaluación de factores . . . . .	74
4.3.1.	Indicadores . . . . .	74
4.3.2.	Operacionalización de los factores . . . . .	74
4.3.3.	Identificación Matemática . . . . .	78
4.3.4.	Estudio de los KPIs desde la variación del análisis experimental . . . . .	80
<b>5.</b>	<b>Aplicación y Resultados</b>	<b>81</b>

---

5.1. Instrumento . . . . .	83
5.1.1. Diseño del instrumento . . . . .	83
5.1.2. Objetividad . . . . .	84
5.1.3. Confiabilidad . . . . .	85
5.2. Escenarios . . . . .	87
5.2.1. Escenario actual . . . . .	87
5.2.2. Escenario con una distribución o layout distinto . . . . .	90
5.2.3. Escenario con tecnología 4.0 . . . . .	91
5.3. Evaluación . . . . .	92
5.3.1. Tabla de análisis de los escenarios . . . . .	95
5.3.2. Diagnóstico de la situación actual en los factores de los procesos intralogísticos sobre la inclusión de tecnologías 4.0 . . . . .	98
5.3.3. Relación entre los factores de los procesos intralogísticos en la inclusión de tecnologías 4.0 . . . . .	108
5.3.4. Impacto de los factores de los procesos intralogísticos en la inclusión de tecnologías 4.0 . . . . .	110
5.3.5. Análisis del impacto en la eficiencia organizacional . . . . .	112
<b>6. Conclusiones</b>	<b>114</b>
6.1. Reflexiones . . . . .	117
6.2. Contribuciones . . . . .	118
6.3. Trabajo futuro . . . . .	120

---

<b>Apéndice</b>	<b>121</b>
.1. Instrumentos de evaluación . . . . .	121
.2. Aplicabilidad del instrumento . . . . .	125
.3. Usabilidad de Softwares dentro de los escenarios . . . . .	127
.4. Producción Científica . . . . .	129
.4.1. Publicaciones . . . . .	129
.4.2. Publicación con arbitraje . . . . .	129
.4.3. Memorias en congresos y exposiciones . . . . .	130

# ÍNDICE DE FIGURAS

---

1.1. Tendencia y estado en materia logística de Colombia . . . . .	8
1.2. Índice de Desempeño Logístico de Colombia . . . . .	12
2.1. Proceso Intralogístico . . . . .	31
2.2. Evolución de la simulación . . . . .	37
3.1. Operación Logística de los PSL en la Región Caribe . . . . .	60
3.2. Operación Logística de los USL en la Región Caribe . . . . .	61
3.3. TICs utilizadas por los operadores logísticos en la Región Caribe . . .	63
4.1. Escenario actual de la organización . . . . .	72
5.1. Esquema actual intralogístico de la organización . . . . .	88
5.2. Esquema actual intralogístico dentro de la cadena de suministro . . .	89
5.3. Esquema intralogístico Layout distinto dentro de la cadena de suministro	90
5.4. Esquema intralogístico tecnología 4.0 dentro de la cadena de suministro	91
5.5. Resultado y análisis del primer factor . . . . .	99
5.6. Resultado y análisis del segundo factor . . . . .	101

---

5.7. Resultado y análisis del tercer factor . . . . .	103
5.8. Resultado y análisis del cuarto factor . . . . .	104
5.9. Resultado y análisis del quinto factor . . . . .	105
5.10. Resultado y análisis del sexto factor . . . . .	106
5.11. Resultado y análisis del séptimo factor . . . . .	107
5.12. Resultado y análisis del octavo factor . . . . .	107
5.13. Resultado y análisis de los parámetros de relación entre los factores en el proceso intralogístico . . . . .	108
5.14. Resultado y análisis del impacto de los factores en el proceso intra- logístico . . . . .	111

# ÍNDICE DE TABLAS

---

2.1. Factores e Indicadores de los operadores logísticos de la región Caribe Colombiana . . . . .	23
3.1. Indicadores de escala directa de los operadores logísticos del Departamento del Atlántico . . . . .	57
3.2. Indicadores de escala indirecta de los operadores logísticos del Departamento del Atlántico . . . . .	57
3.3. TICs en los operadores logísticos del departamento del Atlántico . . .	62
3.4. TICs en los operadores logísticos distribuidos en PSL - USL en la Región Caribe . . . . .	64
4.1. Metodología de evaluación y transición . . . . .	69
4.2. Mapeo de la estructura organizacional . . . . .	70
4.3. Características de optimización en el escenario de estudio . . . . .	75
4.4. Indicadores de los operadores logísticos . . . . .	76
4.5. Operacionalización de los factores . . . . .	77
5.1. Tabla de análisis de los escenarios proyectados . . . . .	97

---

5.2. Tabla de coeficientes estandarizados y no estandarizados . . . . .	110
5.3. Medidas de impacto de eficiencia organizacional - Factores vs Indica- dores . . . . .	113

# AGRADECIMIENTOS

---

A Dios por mostrarme siempre el mejor camino y permitirme ir más allá de mis sueños. Porque todo esta escrito por la misma mano, por el lenguaje del Universo.

A mis padres Carlos Julio y Ludys Esther por su ejemplo, consejos y muestra que el amor verdadero es para toda la vida, por enseñarme que la familia es el soporte en todo momento y a pesar de la distancia siempre estamos para la familia.

A mis hermanos: Jeisy, Efraín, Jureisy; sus compañeros de vida: Jorge, Lilibeth, Allan, quienes brindan siempre su apoyo y su perspectiva que nos permite crecer. Mis sobrinos: Ariana Michell, Keyden Santiago, Gianlucas y Jyllan David por ser la inspiración y motivación, este es el legado, deseo sepan seguirlo con sabiduría.

La familia, que llamamos amigos. Luis Ortiz gracias por enseñarme que somos lo que construimos, gracias por su amistad, Remberto De la Hoz por brindarme la oportunidad de continuar creciendo en el mundo académico, y compañeros de estudio: Rafael, Víctor, Constanza, Mauricio, Luisa y Jheison por la motivación mútua para alcanzar el objetivo.

A la Dra. Jania Saucedo por brindar una ruta para esta investigación, por creer que es posible y enseñarme que con disciplina todo objetivo se puede lograr. Gracias por su tiempo, dedicación y ejemplo. Eres una gran Mentora, Maestra y un gran ejemplo de Madre y Esposa, bendiciones infinitas para su Familia. A mi comité de tesis, flamantes Doctores: L. Ortiz, J. Marmolejo, T. Salais, R. Sánchez y A. Pulido, un honor aprender de Ustedes.

A el Dr. Luis Ortiz, gracias por sus orientaciones, por brindarme acceso al maravilloso mundo de la academia hace ya 6 años. Eres un amigo invaluable y un gran mentor; al Dr. Alexander Pulido por su guía y ejemplo de vocación profesoral, gracias por tu apoyo constante.

A la Ing. Graciela Forero De López y al Ing. Efraín De la Hoz, por su confianza en mi, sus consejos y guía en mi crecimiento profesional y personal, agradezco su invaluable apoyo, siempre recordaré sus consejos.

Al Dr. Simón Martínez por su consejo y guía en la elección de mi Asesora de tesis, sin duda alguna la mejor decisión.

Mis profesores, quienes se han dedicado a regalarme sus conocimientos e inspiración para mi crecimiento profesional.

A la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, por ser el espacio de formación académica.

A la Facultad de Ingenierías de la Universidad Simón Bolívar, por creer en su talento humano.

A quienes de forma inadvertida e intencionalmente, me ayudan a ser mejor persona.

Sinceramente,

Gracias! y Bendiciones infinitas.

# RESUMEN

---

Carlos Jose Regalao Noriega.

Candidato para obtener el grado de Doctor en Ingeniería con especialidad en Ingeniería de Sistemas Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Título del estudio: EFICIENCIA ORGANIZACIONAL EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS 4.0 EN LOS OPERADORES LOGÍSTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

Número de páginas: 142.

**OBJETIVOS Y MÉTODO DE ESTUDIO:** Las actividades intralogísticas de los operadores logísticos se estructuran desde la agrupación de todos los procesos vinculados a las actividades de almacenamiento, cargue y descargue. Por lo tanto, estudiar los cambios de mejora en el índice de eficiencia organizacional por medio de la implementación de tecnologías 4.0 utilizando la simulación como herramienta para la toma de decisiones permitirá en los procesos intralogísticos con énfasis en los operadores logísticos del departamento del Atlántico involucrar estándares de alto nivel.

Para dar cumplimiento al objetivo, se realiza una investigación literaria enmarcada en tres categorías: intralogística, industria y tecnología 4.0, y la aplicación de los instrumentos para medir la absorción de tecnologías 4.0 en la empresa objeto de estudio y evaluar la cadena de suministro en función de las actividades intralogísticas,

empleando un método enmarcado en la línea de investigación de gestión de operaciones en lo referente al estudio del eje temático de las cadenas de suministro con base a las operaciones intralogísticas; utilizando como técnica para el cumplimiento del objetivo de la investigación la aplicación de tres fases: En el primer momento o fase inicia con la implementación del análisis de integración vertical y horizontal, en la segunda fase se prosigue con la aplicación del escalonamiento multidimensional Proxcal para el análisis de las relaciones entre indicadores con los escenarios establecidos; para finalizar como último momento se realiza el proceso de observación directa con la herramienta de carga interna y el análisis para determinar los factores que participan en la toma de decisiones acorde a escenarios que permiten evaluar si se implementa o no tecnologías 4.0 para los operadores logísticos en el departamento del Atlántico; basado en los retos y proyecciones que impone la dinámica del mercado internacional y especialmente los acuerdos en tratados internacionales de libre comercio que la nación Neogranadina ha adoptado y enmarcado en los últimos años con la intención de hacer más eficiente su economía y especialmente sus organizaciones.

**CONTRIBUCIONES Y CONCLUSIONES:** El presente estudio genera contribuciones específicas desde la mirada académica al mejoramiento continuo de las problemáticas apremiantes del entorno que nos rodea; en el ámbito organizacional del sector logístico acorde a los procesos intralogísticos en las áreas de distribución de planta, simulación y actividades intralogísticas.

El presente estudio se desarrolló bajo un carácter investigativo de tipo cuantitativo, enmarcado en el enfoque epistemológico positivista, es decir, que es basado en análisis de hechos reales que son validados por la experiencia, buscando encontrar los principales factores que intervienen en un proceso de simulación vía optimización para la incursión de tecnologías 4.0 en las actividades intralogísticas. Los resultados de la investigación determinan proclividad relacionadas a establecer la existencia de una asociación entre los factores e indicadores predominantes en el sector logístico

específicamente en los operadores logísticos, en relación primordial a los escenarios estudiados. La información obtenida como resultado es un sustancial recurso en la toma de decisiones para las organizaciones entorno a las operaciones intralogísticas, en el mejoramiento de la eficiencia organizacional para la inclusión de las tecnologías 4.0.

Del mismo modo, el presente trabajo se constituye en punto de partida para investigaciones futuras en las necesidades de los operadores logísticos para la implementación de tecnologías emergentes en sus procesos internos, como también, en punto de referencia para otros sectores de la economía, que pueden observar y encontrar en la presente investigación una referencia de inicio para las mejoras continuas necesarias en sus factores de medición de los índices de eficiencia, productividad y competitividad en sus respectivos sectores, en especial mención el sector alimentario de Colombia.

Firma del asesor: \_\_\_\_\_  
Dra. Jania Astrid Saucedo Martínez

## CAPÍTULO 1

# INTRODUCCIÓN

---

La humanidad como lo registra nuestra historia, ha necesitado productos en su diario vivir, los cuales por lo general no son accesibles, ni se encuentran o producen en el lugar de procedencia o en el lugar que se desean consumir. Los alimentos y otros productos esenciales de convivencia están ampliamente dispersos y solo accesible en abundancia en específicos momentos y lugares.

Las antiguas civilizaciones lograban consumir solo los alimentos más inmediatos a su entorno, para la época aún no se contaba con transportes y métodos de almacenamientos modernos, la circulación de los alimentos o bienes se limitan a la movilización individual de grupos de personas, y por lo tanto, el almacenamiento de alimentos perecederos solo estaban disponibles por un corto periodo de tiempo, obligando a los individuos asentarse en las cercanías de las fuentes de producción para usar los alimentos y bienes que se lograban producir en el entorno u otorgaba la naturaleza.

Inclusive en pleno siglo XXI, en muchos lugares del planeta, el consumo y la producción de bienes tiene presencia sólo dentro de lugares específicos de la geografía. Todavía puede visualizarse sorprendentemente modelos de Estados en vías de crecimiento económico en América del Sur, Asia, África y Australia, en el cual un grupo de sus habitantes viven en pequeñas villas y autosuficientes, donde en

gran proporción los dotes necesarios los pobladores lo fabrican o consiguen en las inmediaciones próximas.

En concordancia con lo expuesto anteriormente, se evidencia que la logística es vital para el desarrollo diario de un individuo o comunidad, por lo cual las empresas hoy día, se encuentran explorando diversas opciones en el entorno de la gestión logística y de la cadena de suministro como representación de un contexto de múltiples conceptos, reglas y teorías; disciplinas conservadoras en *marketing*, producción, contabilidad, compras y transporte, hasta las áreas de las matemáticas aplicadas, conducta organizacional y sistemas económicos, abordar las insuficiencias de consumo humano a escala mundial, acorde a los paradigmas modernos.

Por lo tanto, las actividades logísticas que tienen lugar al interior de las ciudades se constituyen de gran significación en el crecimiento económico y social sobre las colectividades, en especial de los operadores logísticos y su cadena de suministro. Para el caso específico de la región caribe colombiana propiamente en el departamento del Atlántico y su capital la ciudad de Barranquilla objeto de análisis del proyecto de investigación, en el cual, las organizaciones responden a la operación continua de los diferentes movimientos económicos e industrializados generando empleabilidad y confort de los residentes, asegurando el acceso a servicios y bienes propicios para el cumplimiento de las necesidades, contando como factor primordial la afluencia del río Magdalena, se evidencian las necesidades anteriormente descritas.

Por consiguiente, adoptando la definición de la cadena de suministro como: “La cadena de suministro, conocida en inglés como *Supply Chain*, es una cadena de proveedores, fábricas, almacenes, centros de distribución y detallistas a través de los cuales se adquieren las materias primas, se transforman y se envían al cliente” (Lambert, 1998).

El estudio de la cadena de suministro se define como un tema relevante para las organizaciones de hoy día, la cual se considera eje central de los procesos al interior de la cadena de valor si se desea crecer y alcanzar nuevos mercados, uno de sus

eslabones de mayor relevancia es la denominada actividad intralogística; el *Supply Chain* se establece como la columna vertebral de una organización.

Los procesos intralogísticos y los procedimientos logísticos de una organización, es necesario e indispensable tener en cuenta todos los efectos secundarios no positivos que se desprenden (Russo y Comi, 2011), para dar solución a la problemática que se generan o manifiesten en su entorno, al generar un porcentaje mayor de participación en la cadena de suministro, lo cual convierte en necesidad explorar diversas alternativas de control y mejora de los procesos intralogísticos para que este impacto se transforme en positivo.

Las actividades inherentes a procesos intralogísticos desde la cadena de suministro, colaboran a que esta problemática obedezca a un entorno en donde se desarrollen disconformidad por la aplicabilidad de tecnologías, dando validez al estudio que se realiza en el presente proyecto, donde se busca determinar por medio de la simulación vía optimización la correlación que puede existir entre la intralogística y las tecnologías de la industria 4.0, desde la evaluación de escenarios donde se pueda estimar el impacto de crecimiento en la eficiencia organizacional.

El entorno de las tecnologías 4.0 a las que hace referencia el presente estudio se basa en las tendencias tecnológicas emergentes desde el 2011, denominada cuarta revolución industrial; que aplicadas a las actividades intralogísticas permiten un mayor control, mejoramiento, innovación y cambios oportunos enfocados a la logística interna de las organizaciones en especial mención el sector de los operadores logísticos. En la presente era tecnológica la aplicación y adopción de nueva tecnología en los procesos productivo de las organizaciones garantizan el incremento sostenido de sus índices de eficiencia organizacional. De lo anterior, podemos definir la intralogística 4.0 como la combinación de instrumentos tecnológicos empleados a la logística interna de una organización, implicando actividades de automatización y la gestión óptima de procesos por medio de enormes flujos de datos. Con la utilización, de robots, procesos de intercomunicación, cada cadena de suministro flexible; siendo

capaz de constituir sus propios espacios autoadministrables.

Con la adopción de nuevas tecnologías, las organizaciones tienen la flexibilidad idónea para crear una planeación de precisión, con bajos costes y mejores tiempos; permitiendo ampliar sus nichos de mercados a través de la satisfacción continua de las necesidades de sus cliente; por medio del valor agregado que genera la cadena de suministros por medio de las actividades intralogística, con la cual mejora los indicadores a niveles de los estándares internacional, con especial atención al mejoramiento de la eficiencia organizacional a través de la implementación de las tecnologías 4.0.

En la próxima sección se esboza el problema en concordancia al contexto mencionado anteriormente.

## 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los procesos intralogísticos de los operadores logísticos, suman casi el 30 % de los costos logísticos de las organizaciones en Colombia, los cuales, según el departamento nacional de planeación colombiano, representan aproximadamente el 15 % de las ventas de una organización (DIAN, 2018).

En Colombia la intervención en logística y en especial el área de intralogística continua en deuda, y esos modestos procesos al interior de la organización, pero de gran relevancia organizacional aumentan los costos de todos los productos que deben transportarse en el mercado nacional (Ozment, 2008). En concordancia con Cooper (1998) “El costo logístico en el país se encuentra varios puntos porcentuales de lo evidenciado en otras naciones de América y Europa. De este modo se observa que en comparación en los EE.UU. apenas representa 8,7 % de las ventas alcanzadas, en Europa se incrementa al 11,9 % y en América Latina la estimación se encuentra alrededor del 14,7 %”.

Dentro de los elementos, los costos, en la intralogística es un factor preponderante en todas las economías del mundo. En Colombia, no se tiene el dato de cuánto representa este valor sobre el total de la distribución logística y la cadena de suministro, pero por ejemplo para Brasil, constituye en promedio el 28 % de los costos, es decir, que buena parte del valor de un producto hacia el consumidor final, se concentra en los procesos derivados entre la creación del producto final y la entrega final al cliente (Lopes, 2018).

En tal sentido el Plan de Desarrollo departamental *Atlántico es la Gente* de la gobernadora Elsa Noguera (2020-2023) y los planes de acción de las administraciones distritales en especial la alcaldía de Barranquilla denominado *Barranquilla Imparable* de Jaime Pumarejo (2020-2023), se encuentran en alianza con la academia y el sector privado para hacerle frente a esta problemática que adolece a las organizaciones y en especial a los operadores logísticos del departamento del Atlántico, en especial mención la ciudad de Barranquilla.

La revista Logistec (2020), define a las organizaciones operadoras logísticas como un copartípe estratégico de las organizaciones que producen y comercializan materia prima y productos o servicios, igualmente establece que son los encargados de diseñar y desarrollar integralmente las actividades de las diferentes etapas de la cadena de valor como: procesos de transporte, almacenamiento, distribución, transporte internacional, aprovisionamiento, maquila, trámites legales y documentación de los productos comercializados.

Los operadores logísticos que hacen vida en la ciudad de Barranquilla y el departamento del Atlántico, buscan mejorar sus escenarios de participación en el mercado no solo local, se proyectan a conquistar el mercado global, apoyados en la privilegiada zona geográfica que tiene la región caribe colombiana. Sin embargo, antes de dar el paso a la esfera internacional de forma sostenida y continua, es necesario mejorar los problemas que adolecen en materia de sus procesos intralogísticos como parte de la cadena de suministro y esto ocurre desde el control de sus indicadores

de almacenamiento, carga y descarga de las actividades inherentes a la disposición de insumos y el artículo final (Francisco, 2012). Lo anterior con la finalidad de incrementar los niveles de eficiencia que para la coyuntura del problema planteado en el objeto de estudio del presente proyecto se encuentra en 65 % frente al 86 % que registran los operadores logísticos de la región caribe acorde a la última rendición de cuentas en materia logística de la administración Duque (Herrera, 2020).

Por consiguiente, con la finalidad de encontrar herramientas que propendan por el mejoramiento de la toma de decisiones que impacten los indicadores y a su vez los factores que determinan el índice de eficiencia organizacional en los operadores logísticos, buscan soluciones en el reto que nos presenta la adopción de tecnologías 4.0 sobre las actividades intralogísticas, con el fin de cumplir la finalidad y dar solución a la problemática de las organizaciones objeto de estudio.

Estos requerimientos se encuentran delimitados por tres escenarios principales:

- Operacional: El planteamiento de este, tiene como propósito una mejora a los procesos en las actividades intralogísticas (almacenamiento, cargue y descargue) desde la mirada de los proveedores en las que influye la sinergia de los pilares de los operadores logísticos y el desempeño de su capital humano en función de la adaptación o no de nuevas tecnologías enmarcadas en la industria 4.0. En la actualidad la organización objeto de estudio presenta una operación empírica de sus actividades y la data que generan los procesos no son aprovechados de manera eficiente, cumpliendo solo con los requisitos mínimos del cliente, sin tener en cuenta un punto diferenciador que le permita impactar en sus indicadores de forma continua y sostenida.
- Estructural: Es un componente de valor para la ejecución de las actividades de los operadores logísticos de la objetividad de la organización, en función de la utilización de espacios para los procesos intralogísticos de materia prima y del producto terminado. La organización desperdicia espacios importantes de su locación y cuenta con tecnología de punta almacenada por no poseer el

conocimiento para la aplicabilidad de la misma, del mismo modo, la renovación de los procesos no se realiza acorde a las exigencias actuales del mercado.

- Resultados: Mejorar la eficiencia organizacional por medio de la toma de decisiones en función de la implementación de un modelo de simulación vía optimización, dando cumplimiento a las exigencias del cliente interno y externo de los operadores logísticos objeto de estudio del presente proyecto. Por consiguiente, el objeto de estudio del presente proyecto no cuenta con una medición clara de sus indicadores y la evaluación de sus factores no se realiza de forma adecuada, obteniendo como resultado un bajo índice de su eficiencia organizacional.

De lo anterior se determinan los problemas que presentan las organizaciones al interior de sus procesos intralogísticos, definidos en los aspectos de la cadena de valor inexistente, almacenaje no gestionado, baja inversión tecnológica, carencia de talento humano y la no estructuración de costos vs ingresos, por lo cual se derivan aspectos como altos costos de centros urbanos, incremento en el coste del recurso humano, baja productividad, no adoptar nuevas tecnologías e índices de eficiencia organizacional por debajo del estándar de la región, evidenciado en la *figura 1.1*.

Este esquema presentado en la *figura 1.1* busca definir los cambios importantes que deben asumir los operados logísticos, pues la modernidad tecnológica en las actividades intralogísticas requieren de una toma de decisiones estratégicas que permitan a las organizaciones objeto de estudio mejorar sus indicadores inmersos en factores de eficiencia organizacional, así como el manejo fiable de la información, como resultado de sinergia organizacional con ventajas competitivas.

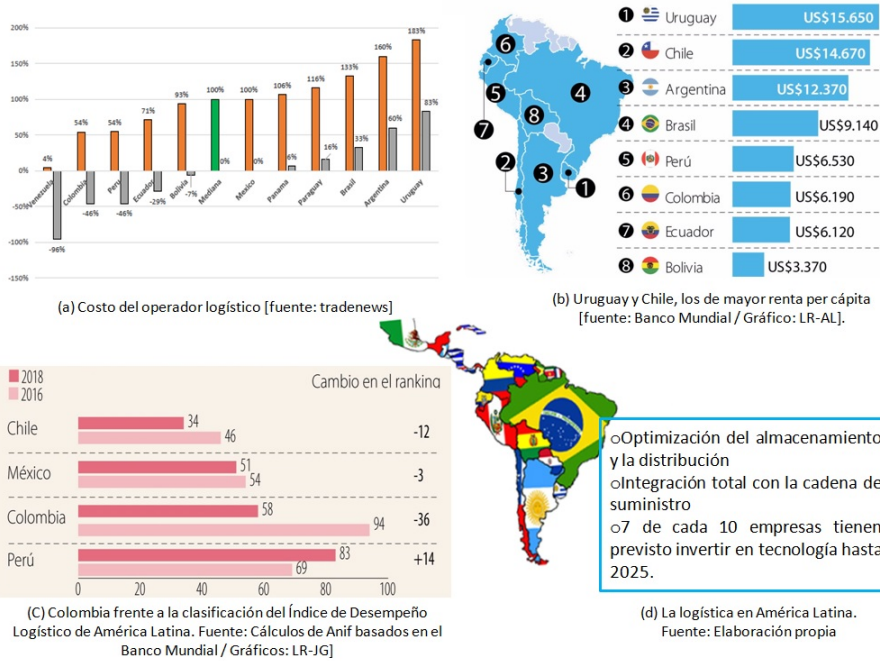


Figura 1.1: Tendencia y estado en materia logística de Colombia.  
Fuente: Creación propia por medio del Ministerio de Transporte (2018).

### 1.1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo impactan los factores en la eficiencia organizacional al implementar tecnologías 4.0, analizando escenarios mediante modelos basados en simulación, que apoyen a la toma de decisiones?

## 1.2 OBJETIVO

Determinar los cambios en el índice de mejora en la implementación de tecnologías 4.0 mediante el uso de la simulación vía optimización que permita la evaluación de los procesos intralogísticos en la toma de decisiones bajo el enfoque de aumento de la eficiencia organizacional de los operadores logísticos del departamento del Atlántico.

### 1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como ítems necesarios de la presente investigación, se explora el cumplimiento de los siguientes aspectos específicos:

1. Realizar un diagnóstico de los procesos intralogísticos y las tecnologías 4.0 existentes en los operadores logísticos del departamento del Atlántico, donde se determine el índice de absorción de nuevas tecnologías.
2. Evidenciar por medio de estadísticos la pertinencia del objeto de estudio del presente proyecto como marco de referencia en la implementación de tecnologías 4.0 en los procesos intralogísticos.
3. Diseñar el modelo de simulación donde se establezcan los escenarios necesarios que apoyen la toma de decisiones para la implementación o no de nuevas tecnologías en los procesos intralogísticos de los operadores logísticos.
4. Evaluar los escenarios planteados para el mejoramiento de los procesos intralogísticos y la mejora significativa de la eficiencia organizacional en la población estudiada.

### 1.3 HIPÓTESIS

Se puede mejorar el índice de eficiencia organizacional por medio de los factores que impactan la toma de decisiones, en la implementación de simulación en procesos intralogísticos de los operadores logísticos del departamento del Atlántico.

### 1.4 JUSTIFICACIÓN

Las organizaciones que se abren camino hacia la tercera década del siglo XXI se encuentran autodireccionables en lograr y evidenciar un mayor desempeño en sus procesos, mediante el control del impacto negativo que hoy genera la intralogística dentro de la cadena de valor y la inclusión de tecnologías desde la industria 4.0, lo anterior permite observar, que las organizaciones se encuentran en el desarrollo de amoldar y reestructurar sus procesos a las exigencias y estándares internacionales.

La cadena de suministro se enfoca en aspectos como almacenamiento, recurso humano, organización, técnica e infraestructura que permite el procesamiento y control de los insumos en productos y servicios a través de la administración de diversas técnicas de producción hasta derivar en el producto final que satisfaga las necesidades de los clientes. Al examinar esta visión se denota la funcionalidad en la empresa, la cual no genera interacción una sincronización óptima, evidenciando el inventario para esta síntesis como un sistema llamado cadena de suministro (Jimenez, 2002).

La adhesión colaborativa de la cadena de suministro, se basa en establecer múltiples actividades de preparación y define diversas variaciones de los informes. Para aumentar los frentes de gestión en los diferentes niveles jerárquicos, la toma de decisiones y los enfoques empíricos en la solución de la problemática en lo referente a las actividades intralogísticas dentro de la cadena de suministro.

Colombia, sus departamentos y ciudades sufren este flagelo en materia intra-

logística, en especial la región caribe quienes observan un impacto significativo en los niveles de productividad y competitividad con respecto a las otras regiones del país y América Latina; la actual administración de presidente Iván Duque enmarcó en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 *El Futuro es de Todos*, en precisión al trabajo estratégico del departamento del Atlántico de la gobernadora Elsa Noguera *Atlántico es la gente*, sumado a los planes estratégicos distritales de los alcaldes de las ciudades del departamento, incluyen un ítem especialmente y de riguroso cumplimiento para los temas logísticos y sus vertientes como aspecto fundamental en indicadores de productividad y competitividad del territorio y sus organizaciones.

Los estudios realizados por Barbero (2010), determinan sobre el coste en logística un grado porcentual en el PIB, de las naciones en América Latina, se encuentran establecidos alrededor de un mínimo del 50 % y hasta un 100 % en comparación de los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Respecto a Colombia, el poco avance sobre la infraestructura vial permite actividades poco eficiente y eficaces en el transporte de carga convencional, inconvenientes en la administración portuaria, mínimo incremento en diversas opciones de transporte interno como el ferrocarril solo usado para el sector especializado en carbón o el entorno fluvial, generando en los operadores logísticos indicadores con resultados negativos.

No obstante, el BID (2017), establece sobre el sector de operadores logísticos quienes presentan una coyuntura favorable en las pequeñas empresas, teniendo en cuenta que la administración de las actividades logísticas forman parte de las estrategias de las organizaciones, generando costes representativos sobre el 19 % del Producto Interno Bruto (PIB) perspectiva en América Latina, para el caso de Colombia, se justifica principalmente en la complejidad de las actividades y procesos aduaneros, adicional de otros factores de interés.

El estado, las empresas y el sector académico concuerdan que las tecnologías de la industria 4.0 jugarán un papel determinante en los niveles de eficiencia a grados

superlativos provocando que todas las organizaciones establezcan una sinopsis de mejora continua, alta productividad y competitividad en sus actividades (BID, 2017).

La creciente innovación empresarial en aspectos tecnológicos emanadas de la industria 4.0 que estamos experimentando hoy en día nos indica que las organizaciones que se adapten a estas exigencias estarán preparadas para conocer, desarrollar y aplicar las soluciones que brindan este auge tecnológico, donde la simulación vía optimización estará altamente ligada en pro de la toma de decisiones en las operaciones y actividades de las organizaciones, en especial a los aspectos intralógicos de los operadores logísticos.

En concordancia, el consejo Privado de Competitividad (CPC) manifestó en concordancia con el Banco Mundial que el índice de Desempeño Logístico durante el período 2018-2019, a Colombia se le otorgó en el índice de desempeño logístico una evaluación histórica, donde subió 36 escaños frente al año 2016 (cambiando de ítem 94 al 58), consiguiendo al día de hoy el 5to puesto para América Latina (CPC, 2018), como se muestra en la *figura 1.2*. No obstante, faltan muchas metas por alcanzar, entre ellas indicadores adecuados eficiencia y eficacia aduanera, calidad de la infraestructura, capacidad y calidad de los servicios logísticos. (BID, 2017).

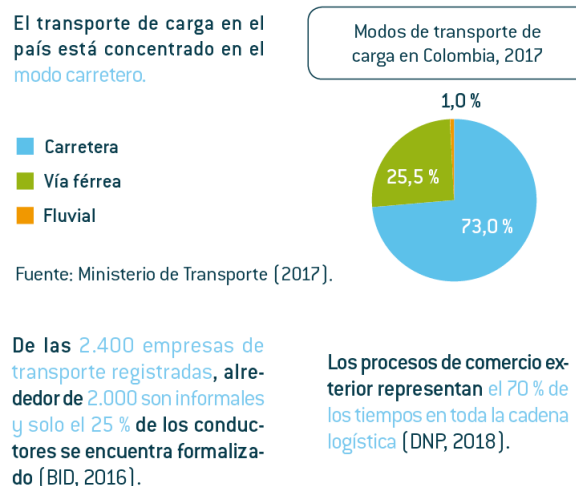


Figura 1.2: Índice de Desempeño Logístico. Colombia y países de referencia.

Fuente: DNP a partir de información del Ministerio de Transporte (2018).

Los efectos del índice de desempeño logístico *figura 1.2* acorde al Banco Mundial y afirmado por la entrevista nacional de logística del DNP, donde usuarios del sector logísticos enfatizan que, no solo la deficiencia en la infraestructura, los cuellos de botella logísticos están involucrados en el aumento del coste de almacenamiento, cargue y descargue de mercancías, la incapacidad del procesamiento de la data, poca eficiencia en trámites, la inexistencia de áreas para el cargue y descargue de insumos, la baja captación del recurso humano y de zonas logísticas.

El país entonces no es ajeno a la existencia en la indagación permanente de un mayor nivel de competitividad en el tema. Por ello, uno de los avances de gran relevancia del país es la elaboración del documento CONPES, denominado «*Plan Nacional de Logística*», aprobado en 2018, y que estableció los lineamientos de política, las necesidades en materia de infraestructura e inclusión de las tecnologías 4.0 y el financiamiento para el desarrollo de acciones que permitieran aumentar la competitividad mediante la adopción de mejores prácticas logísticas (CCB, 2018).

El plan de desarrollo Visión de Desarrollo Territorial Departamental Atlántico 2020: La ruta para el desarrollo (2025) sienta las directrices en las cuales debe focalizar sus habilidades el crecimiento de la competitividad y fortalecimiento económico. Se visiona que, en el año 2032, el departamento del Atlántico y su capital Barranquilla serán uno de los principales centros logístico del país. Del mismo modo, el plan de desarrollo de las administraciones distritales actuales se articulan a los mismos lineamientos (la Rosa, 2019).

Este trabajo tiene como objetivo estudiar, medir y verificar la aplicabilidad de tecnologías 4.0 en los operadores logísticos del departamento del Atlántico por medio de un modelo de simulación que permita el mejoramiento de los procesos intralogísticos, la siguiente sección describe la metodología del presente estudio.

## 1.5 METODOLOGÍA

El método del proyecto se enfatiza sobre la línea de investigación de gestión de operaciones sobre lo referente al estudio del eje temático de las cadena de suministro desde la perspectiva de los procesos intralogísticos. A partir de un proceso de observación directa y análisis para determinar los factores que influyen en la toma de decisiones acorde a escenarios en la implementación o no de las tecnologías 4.0 para el caso de operadores logísticos en el departamento del Atlántico. Lo anterior, plantea un proceso de investigación de tres fases:

1. Se inicia haciendo una caracterización general de las empresas estudiadas tomando como referencia un análisis de los sistemas de integración vertical y horizontal en el marco de la industria 4.0. Esto, es una fotografía de la realidad actual que se presenta en los operadores logísticos acorde a los factores objeto de estudio.
2. Seguidamente, mediante el uso del escalamiento multidimensional PROXCAL se establecen las relaciones existentes entre los indicadores con los escenarios establecidos y la aplicación de la simulación vía optimización con respecto a los factores objeto de estudio del presente proyecto.
3. Se prosigue, con establecer cuantitativamente cuales son los factores que permitan la evaluación de los escenarios y el impacto de implementar o no las tecnologías de la industria 4.0 y cuales impactan significativamente en los procesos intralogísticos en la búsqueda de la mejora en la eficiencia organizacional, por medio de la simulación vía optimización evaluada en la herramienta computacional.

## 1.6 ESTRUCTURA DE LA TESIS

Este estudio se presenta de acuerdo con la siguiente estructura:

El primer capítulo proporciona una introducción y una visión general del proyecto, aclarando los problemas de investigación y los objetivos que se deben alcanzar resolviéndolos. El segundo capítulo aborda los antecedentes mediante una sistemática revisión de literatura, para este ítem analizamos varios aspectos y se exponen los énfasis de correlación entre las tecnologías de la industria 4.0 y la intralogística.

Seguidamente al comprender y delimitar los elementos a estudiar, se detalla el capítulo tres, en este se argumenta y describe el comportamiento de los operadores logísticos en el departamento del Atlántico por medio de un caso de estudio. Una vez comprendida la funcionalidad del objeto de estudio, el capítulo cuatro describe a detalle y desarrolla la metodología para la evaluación y desarrollo del modelo ideal que debe adoptarse para el mejoramiento de la eficiencia organizacional de los operadores logísticos.

Se prosigue, con el capítulo cinco, donde se da a conocer la aplicación y los resultados obtenidos, que consisten en una presentación estructurada de la validación del instrumento de medición, así como los escenarios del modelo de simulación vía optimización el cual pretende dar solución a los objetivos planteados en el presente proyecto. Las conclusiones son presentadas en el capítulo seis, alusivas a la investigación, al desarrollo y validación de los resultados, así como a los logros obtenidos y las líneas de trabajos futuros.

## CAPÍTULO 2

# ANTECEDENTES

---

La prospectiva del crecimiento del sector logístico genera la necesidad de incluir nuevas tecnologías, que comprenden y afrontan los desafíos para lograr la permanencia en el mercado por medio de la aplicación de la mejora continua de la eficiencia organizacional, desde la visión de la dinámica y estándares internacionales, aspectos principales que enmarcan una toma de decisiones inteligente (Mera, 2019).

Este capítulo presenta información de conceptualización del término intralogística, así como de tecnologías 4.0, conjuntamente, presenta la cadena de suministro para este ámbito, presenta herramientas de análisis desde la necesidad de aplicar simulación vía optimización, con la cual se desarrollará una propuesta válida y sustentada de la presente investigación para dar respuesta a interrogantes como: ¿Qué tipo de método de simulación? ¿Cómo se hace la discriminación de los datos? ¿Qué tipo de análisis se realiza para la selección de la muestra computacional? y ¿Qué tipo de indicadores son los relevantes en la problemática estudiada?.

## 2.1 LA CADENA DE SUMINISTRO EN EL AMBITO DE ESTUDIO

Una gran cantidad de autores enfatizan el inicio de la logística al desarrollo militar (Philippe-Pierre, 1998; Jordi, 2001; Roux, 2003; Ballou, 2004; Carranza, 2005). Lo anterior se deduce primariamente a que la definición de logística tomó el sentido contemporáneo por medio de la aplicación de los primeros conceptos sobre el manejo logístico en el entorno de la milicia al finalizar la primera guerra mundial y mostrando su mayor auge en la denominada la mayor estrategia y avance logístico del momento: la incursión a Europa en medio de la segunda guerra mundial (Ballou, 2004). No obstante, la interacción de la logística con la milicia no es nuevo; hacia el último tercio del siglo IV, contempla en una de sus partes un tratado de logística en este desarrollo militar. Aunque, la historia muestra otros grandes momentos de ejemplos no militares en técnicas logísticas como la edificación en Egipto de las pirámides (Christoper, 2004), que evidencias que sus inicios no son descritos en la milicia y anteponen a los procesos logísticos como una actividad que nace con la humanidad y su origen como sociedad (Gutiérrez-Casas, 1998).

Seguidamente, el entorno organizacional, la defnición se establece en 1844 acuñado por el francés Jules Dupuit, ingeniero que enfatizó la idea de canjear (*Trade off*) un coste por otro y establecer la elección entre diversos tipos de transporte basados en las teorías y estudios sobre los criterios en los costos (Ballou, 2004). Los primeros documentos dedicados a la logística empresarial aparecieron en 1961 (Smykay, 1961). En ellos se definen los beneficios de una administración organizada de la logística. Contemporaneamente, Drucker (1962), enfatizó que el concepto de logística como la frontera final de reales posibilidades para mejorar la eficiencia empresarial y la describió como “el continente oscuro de la economía” (Christoper, 2004). Todos estos acontecimientos, dieron origen a un crecimiento en el interés y crecimiento del concepto de la logística dentro de la comunidad académica y empresarial. Como

consecuencia en 1962 se formó la primera asociación de profesionales, profesores y gestores de la logística con el objeto de promover la enseñanza en esta disciplina y que hubiera una reciprocidad de ideas, la *National Council of Physical Distribution Management* (NCPDM), creado en 1963, definió oficialmente el concepto de logística de la siguiente manera: “Conjunto de actividades que se encargan del movimiento eficiente de los productos terminados desde el final de la línea de producción hasta el consumidor y que, en algunos casos incluye el movimiento de materias primas desde la fuente hasta la línea” (Herrera, 2020).

### 2.1.1 EL SECTOR LOGÍSTICO Y LA CADENA DE SUMINISTRO

De esta manera, incluso en estos tiempos la definición de logística se circunscribía únicamente a la actividad de distribución física. Aunque, a lo largo de la década de 1970 se inició a prestar especial atención a las actividades de adquisición y administración de insumos para iniciar el sistema productivo. Por consiguiente nace el patrón MRP (*Materials Resource Planing*) como solución a la problemática de minimizar los costes y proporcionar cierta flexibilidad a la empresa, debido que las actividades de manejo y aprovisionamiento de insumos se habían elaborado bajo la subordinación a la función del proceso productivo (Liu, 2007). Ahora se desarrolla una nueva definición de logística dictada por el *National Council of Physical Distribution Management* (1979) comprendiendo esta variable: “El término logística, incluye todos aquellos procesos encaminados a la planificación, implementación y control de un flujo eficiente de materias primas, recursos de producción y productos finales desde el punto de inicio hasta el de consumo”.

Una vez determinado el concepto de logística, se hace necesario plantear el marco de conceptualización de la gestión en la cadena de suministro ante todo por dos aspectos importantes: en primer lugar, comprender la definición de la gestión de la cadena de suministros siempre que el término logística este derivado dentro de este, y como siguiente medida, la existencia de claridad entre los dos conceptos, debido

a la profundización en las técnicas de almacenamiento y movimiento de insumos generalizados por datos para el crecimiento dinámico del mercado en las última década, han formado confusión en la práctica empresarial y académica, inclusive el reconocimiento de usabilidad indistintivo de los términos (Sánchez-Jiménez, 2002).

Ahora bien, la terminología administración de la cadena de suministro, enfatiza su definición como: la planificación, organización y control de las actividades de la cadena de suministro; el concepto desarrallado por la CSCMP establece: “La combinación estratégica y sistemática en las competencias del negocio tradicional y las tácticas utilizadas al interior de las diferentes empresas de una cadena de suministro, con la finalidad de mejorar el desempeño a largo plazo tanto de las organizaciones individualmente como en toda la cadena de suministro.”

Otros autores en cambio, concuerdan con la definición haciendo cargo a la gestión de la cadena de suministro “es la logística, pero entendida más allá de las fronteras de las organizaciones” (Sánchez-Jiménez, 2002). A partir de este punto de vista y teniendo en cuenta el análisis y estudio anterior, la logística se comprende y estudia dentro de la cadena de suministro, formando parte de la misma.

## 2.2 INTRALOGÍSTICA

El concepto que engloba los procesos intralogísticos tiene como característica los sistemas de control de flujo de materiales utilizados actualmente como flujo de materiales centralizados en la industria (Schuhmaher, 2018) y, la irrupción de nuevos, efectivos y cada vez más sofisticados sistemas de información y comunicaciones (Solar, 2015). El requisito previo en la intralogística inteligente es la transparencia de los datos (Schuh, 2019). La optimización inteligente permite, por ejemplo, que todas las órdenes de transporte se puedan asignar de forma eficiente a los conductores y a los medios de transporte.

No obstante, con el transcurrir del tiempo, la terminología se estudia y establece

fuera de su área original y hoy día se encuentra totalmente incluida en el campo de la logística, empleando el término intralogística como la última escala de servicio en la cadena de abastecimiento dentro de la organización (BID, 2017).

Kogut (2019), establece que la intralogística es un diseño de flujo de valor (VSD, por sus siglas en inglés), el enfoque usa una morfología VSD e identifica cuándo deben tomarse en cuenta las alternativas en función de los requisitos específicos de la cadena de valor, que permite el mejoramiento en los procesos como almacenamiento, cargue y descargue de productos. Un caso a analizar es el desarrollo de técnicas de análisis de apoyo logístico (LSA), las cuales se utilizan para determinar los requisitos para admitir un programa operacional específico o un perfil de preparación dentro de las actividades de logística integral (Ren, 2017).

Otro caso interesante es el expuesto por Moreno (2019) quien describe que el almacenamiento de hidrógeno crio-comprimido promete entregar la mayor densidad de almacenamiento del sistema, lo que conduce a vehículos prácticos con un rango comparable a los vehículos de gasolina actuales y ventajas fundamentales de costo y seguridad. Casos que pueden ser aplicados a los operadores logísticos en el primer escenario de estudio del presente proyecto. Del mismo modo, un estudio interesante a considerar es el desarrollado por Rennung (2016) donde se plantea por el autor la comparación de datos experimentales aplicados a un modelo unidimensional capaz de predecir el rendimiento, la estratificación térmica y cualquier otro aspecto relevante del comportamiento de almacenamiento con la suficiente precisión, lo cual, se convierte en una opción aplicable a los problemas intralogísticos.

Andrés (2016a), nos presenta una solución para casos intralogísticos que radica en el estudio de la formulación de flujo de red de carga fija pura (FCNF) con restricciones laterales. Por su lado Jung (2015), nos propone observar la relevancia que tiene el concepto de toma de decisiones en las actividades de mejora, de operación y en los procesos intralogísticos, desde la importancia que presenta para la cadena de suministro, la investigación operativa comunitaria (*Community Operational*

*Research, OR*), y su relación disciplinaria, *Community-Based Operations Research*, tienen un perfil cada vez más alto dentro de múltiples dominios que se benefician de los enfoques empíricos y analíticos para la resolución de problemas.

### 2.2.1 ESQUEMA CONCEPTUAL DE INTRALOGÍSTICA

De lo anterior, se observa que el concepto intralogística interactúa de la mano con otros conceptos del ámbito empresarial que se categorizan de de gran relevancia para el desarrollo del conocimiento necesario por parte de los teóricos para dar soluciones a los problemas que presentan las organizaciones, los cuales están definidos como:

- Mejora continua: W. Deming la establece como la decisión de mejora que incrementan los éxitos y minimizan los errores (Garcia, 2016). La mejora continua busca la evolución permanente en el lugar de trabajo por medio de sus colaboradores. No existe actividad alguna que defina un punto máximo y se establezca en el tiempo, por lo que la mejora continua es fundamental en detectar ineficiencias, evaluar la causa raíz y medir las acciones correctivas necesarias para moderarles.
- Toma de decisiones: Una decisión es una determinación o resolución que se toma en relación a algo. Se define como toma de decisiones al proceso o actividad que se fundamenta en hacer una elección entre diversas alternativas (Ying Ji, 2016). La toma de decisiones la encontramos en cualquier contexto de la vida cotidiana, y sus distintos niveles como: profesional, sentimental, familiar, etc. El proceso, en esencia, permite dar solución a los distintos desafíos a los que se debe enfrentar una persona o una organización.
- Trabajo Estándar: Se define como la manera efectiva y segura de realizar una actividad, es el resultado de un análisis que indica la mejor forma de hacer un

proceso o llevar acabo una actividad, en un tiempo replicable como resultado de la correcta utilización de los recursos involucrados tales como: insumos, maquinaria, talento humano, etc (Zahra, 2006).

Cada uno de los elementos abordados anteriormente se integran a la denominada cultura empresarial adaptable, los cual constituyen el inicio de los análisis para los factores que influyen en las actividades intralogísticas, la cadena de suministros y las actividades logísticas como un gran instrumento en el manejo eficiente y adecuado de la organización.

#### 2.2.1.1 FACTORES DETERMINANTES EN LA INTRALOGÍSTICA DE LOS OPERADORES LOGÍSTICOS DE LA REGIÓN CARIBE COLOMBIANA

La intralogística en el último periodo se ha convertido en piedra angular de solución a las necesidades que impone el entorno del mercado actual y los requerimientos que evolucionan constantemente por parte del consumidor; para los operadores logísticos de la región caribe esta realidad no es ajena a ello, por lo cual, se evidencia el manejo de estándares o parámetro muy definidos para la realidad del medio que las rodea, estas variable e indicadores permiten a las organizaciones de este sector de la economía medir su desempeño y observar las tendencias que son susceptibles de mejora.

La *Tabla 2.1* muestra los Factores e Indicadores atribuibles a los operadores logísticos en el departamento del Atlántico en la región Caribe Colombiana y que predominan en la toma de decisiones continua y actual en las organizaciones. Los factores enlistados son los implicados en la medición del desempeño en las organizaciones de la región, en especial atención al sector de los operadores logísticos; sin embargo, los indicadores descritos son atribuibles esencialmente a la practica general en términos de losgística a una empresa en Colombia.

Tabla 2.1: Factores e Indicadores de los operadores logísticos de la región Caribe Colombiana

<b>Factor</b>	<b>Índice</b>
Gestión de la información	Certificados de proveedores
Planeación Estratégica	Calidad de pedido
Subcontratación	Volumen de compra
Modelos de negocios	Entrega perfecta recibida
Barreras Logísticas	Tiempo de inventario
Costo	Eficiencia en los despachos aduaneros
Riesgo	Calidad de infraestructura
Estrategia de distribución	Calidad de Transporte
	Puntualidad de los despachos

No obstante, los ítems presentados en la tabla anterior, están auditados y aprobados por el Ministerio de Transporte e Industria y Comercio de Colombia, al igual que incluidos en los planes de desarrollo departamental y distrital como parte de la evaluaciones continuas del sector estudiado en la presente investigación.

## 2.3 TECNOLOGÍA 4.0

Para el siglo VIII durante la Revolución Industrial en gran Bretaña, la creación e inclusión de máquinas que desarrollaban actividades que eran realizadas por personas de forma sencilla y reduciendo los tiempos en las mismas, lograr la denominada producción a gran escala, la centralización del capital, la división del trabajo, la mejora de la productividad y la facilidad de uso de las tecnologías emergentes, llevando consigo grandes transformaciones acorde a las necesidades de cada periodo las cuales han sido sometidas, desde la primera revolución industrial a las tecnologías de la industria 4.0 en la cual nos estamos sumergiendo actualmente.

Analizando las diferentes épocas de la humanidad, se establecen varias revolu-

ciones industriales, evidenciando diversidad de cambios en los procesos industriales, sino también en la sociedad, la economía y la tecnología (Josefina, 2019).

- La Primera Revolución Industrial iniciada en la segunda mitad del siglo XVIII en el Reino Unido con la aparición de la máquina de vapor, supuso la mayor transformación económica, social y tecnológica desde el neolítico. La incorporación de las máquinas a los procesos productivos permitió producir más y más rápido, multiplicando la renta per-cápita y el PIB.
- Las nuevas fuentes de energía como el gas, el petróleo y principalmente la electricidad, dieron lugar a lo que se denominó la Segunda Revolución Industrial a mediados del Siglo XIX. Es la época de la producción en cadena, nuevos materiales, nuevos sistemas de transporte (el avión y el automóvil) y nuevos sistemas de comunicación, con la aparición del teléfono y la radio. Estos avances provocaron un profundo cambio en la economía, cada vez más internacionalizada y globalizada.
- La Tercera Revolución Industrial es un concepto más reciente, acuñado en el año 2006 y centrado en los cambios derivados del uso de energías renovables, la automatización de los procesos y el uso de Internet.

La Cuarta Revolución Industrial la estamos viviendo en la actualidad, se le ha denominado de muchos nombres y esto se debe a la vertiente que viene emergiendo en función de lo que será una de las revoluciones más profundas y dinámicas: Industria 4.0, Industria conectada 4.0, industria de la era digital, industria del futuro, Internet de las cosas industrial y muchas definiciones más. Al igual que las revoluciones industriales predecesoras, la actual revolución se enfoca en la aplicabilidad de tecnologías de nueva generación a las actividades organizacionales, desde el nivel de producción y máquina hasta abarcarla cadena de valor a nivel global.

Para el siglo XXI, se enmarca su segunda década como el comienzo de la cuarta revolución industrial (K, 2016). Esta nueva revolución se establece en los de-

nominados sistemas ciber-físicos inteligentes en la industria, a través de la sociedad interconectada. La cuarta revolución industrial establece la interacción de escenarios tangibles y físicos a través de los sistemas de información (Botthof, 2015), a tal punto de generar en las actividades estándares correlacionales reales. Se establece la tecnología en internet y red (Wolter, 2015) para visualizar un entorno de los negocios bajo el método de un sistema integral estructurado en criterios de colaboración. La mirada particular de esta nueva revolución, son los procesos inteligentes y autónomos, sin embargo, los índices de desempeño deben ser evaluados para estimación de criterios de sensibilidad y la toma de decisiones (Dombrowski, 2014).

La nueva revolución denominada 4.0, enmarca la tendencia en las organizaciones hacia la automatización, basados en la interacción de los datos por medio del monitoreo continuo y sistemático de los sistemas ciber-físicos (CPS, por sus siglas en inglés *Cyber-Physical Systems*), generando la nueva realidad a través de una copia idéntica del mundo real, en el cual, se toman decisiones pluralizadas acorde a la interacción de actuadores definidos en tiempo real desde la internet de las cosas, por medio del establecimiento de vínculos entre la digitalización y los recursos humanos de monitoreo, llegando a las actividades de gestión de la cadena de valor de las organizaciones (Hermann, 2016).

Las tecnologías 4.0 como revolución industrial son un hómónimo del significado de transformación que se encuentran empleando las organizaciones para ser más inteligentes y autónomas (Weyer, 2015), utilizadas para dar solución y control con mayor agilidad los desafíos que día tras días se presentan en la gestión de demandas de los ciclos de producción menores, productos enfocados al cliente en su versión personalizada y una competencia globalizada acorde a la facilidad de alcance que hoy día tienen los productos para llegar a distintos escenarios.

### 2.3.1 UNA NUEVA HERRAMIENTA QUE NOS PRESENTA EL SIGLO XXI: LA INDUSTRIA 4.0

Las tecnologías 4.0 establecen como requisitos en los escenarios de productividad organizacional y su cadena de valor, están basados en la interacción de los sistemas ciber-físicos. Sin embargo, al analizar la interacción de los sistemas, se evidencia principalmente en la logística, la eficiencia del soporte brindado al incluir la internet de las cosas, en el flujo de las actividades en la cadena de valor, creando diversos escenarios para la inclusión de valor agregado, desde la implementación del plan estratégico para los modelos de negocio (Gilchrist, 2016).

Maier (2015), evidencia en su estudio un modelo teórico basado en la red de suministro enfocado en el esquema de tecnologías 4.0, relaciona elementos esenciales en la operación de una organización con el sistema de correlación ciber-físico Davis (2012); con lo cuál, desarrolla las características SLMC (*Smart Manufacturing Leadership Coalition*) para estructurar los aspectos de la manufactura inteligente en función de la manufactura avanzada, los cuales establecen tres puntos de énfasis para analizar:

- Descubrir e innovar: con el uso de modelos, simulaciones y análisis de datos para descubrir las áreas de oportunidad.
- Diseño e ingeniería: involucra el diseño de los procesos para las actividades de manufactura con enfoque a los productos.
- Proceso de almacenamiento: se refiere al orden de las actividades, facilidades y fuerza de trabajo requeridas en toda la cadena desde la materia prima hasta la distribución del producto al consumidor.

Con el concepto *Smart Factory*, los sistemas de producción se apartan de los escenarios de producción centralizados, en opción a ello se desarrollaran centros

interconectados de producción en red. Permitiendo mover insumos y productos de forma mas ágil y continua bajo demanda frecuente. La tendencia globalización de las economías de hoy día, el producto presenta un ciclo de vida o duración corto, debido a las variaciones de las demandas. En este entorno es necesario promover y aplicar sistemas flexibles como la producción aditiva, que permite recrear y sacar al mercado gamas de productos nuevos y alternativos en forma más rápida, reduciendo los niveles de *stock* y seguridad.

La interconectividad de los procesos permitirá la flexibilización en la predicción y reacción de manera eficiente sobre las fluctuaciones de la demanda, minimizando de esta forma el efecto látigo. La implementación de sistemas productivos que permitan la personalización eficiente de los productos, el contraste entre los mercados de masas y los basados en modelos de negocios en la *longtail* se difuminarán (Mejía, 2016). Las tecnologías 4.0 integran un incremento en el beneficio de la complejidad a la cadena de valor, la cual debe ser capaz de mejorar en igual dimensión. No obstante, estas mismas tecnologías están revolucionando el sector logístico, logrando acuñar el término Logística 4.0.

La tecnología 4.0 denominada internet de las cosas, brinda ala organizaión un sin número de beneficios entre ellos permitir que los productos se les implementen sensores para monitorear diversos aspectos importantes como: el vibel de temperatura, humedad, su geolocalización, entre otros. Hoy día la interconexión de sistemas como el RFID, el sistemas de geoposición y la red inalámbrica, permiten controlar y monitorear los productos en lapso existente, para una toma de decisiones automática en función de la data recolectada. Sin embargo, en la medida que es aplicada la tecnología, genera una disminución de trazabilidad en los costos; de esta forma cada palet, producto o mercancía puede llevar un dispositivo interconectado y ser movilizado en cualquier medio de transporte disponible como contenedores inteligentes, permitiendo la adaptación automática en sus niveles de temperatura y humedad que dependen del estado actual del producto y las características del entorno, así como la detección de productos defectuosos en un lote o colocar el producto debido en el

sistema de transporte adecuado al punto final, tipo de carga o fecha de vencimiento. Las tecnologías 4.0 se basan en la transformación digital de las organizaciones por medio de sus procesos, Sin embargo, la industria de la logística tiene su propia revolución en iniciativas como la Internet física (en inglés significa *Internet física*, PI) y no debe confundirse con la Internet de las cosas.

El sector logístico cambiará hacia la adopción de sistemas automatizados. El flujo de productos a través de vehículos autotripulados se convertirá en parte del día a día en los años por venir (BTL, 2018). En el presente, Rolls-Royce se encuentra desarrollando y adaptando la viabilidad de barcos de carga autónomos, denominados barcos drones, los cuales podrán estar a disposición tecnológica en pocos años, esta tecnología permitirá el control eficiente de flotas de forma rápida y dinámica. El transporte autónomo por carretera serán una realidad latente mucho antes de lo que pensamos. En la actualidad, el proyecto *Google Car* cuenta con una disponibilidad de flota de coches muy robusta de dos plazas sin conductor para la movilización de personas, este se encuentra en funcionalidad a modo de prueba en las calles de las urbes de los Estados Unidos, esto es posible gracias a la adaptación de sistemas de visión artificial, geolocalización e inteligencia artificial.

Otro ítem de suma importancia son los drones, convirtiéndose en la apuesta más significativa para las organizaciones de los operadores logísticos para la presente década. La idea del transporte por aire de cargas pequeñas en forma muy económica y eficiente, sin duda, ha aperturado y dinamizado la elaboración una gran cantidad de proyectos para la distribución del producto desde el almacén a las manos del cliente final. Sin embargo, las limitantes de los drones en la actualidad su autonomía y capacidades de implementación limitadas, muchas instituciones de educación superior en el mundo se encuentran investigando y estudiando en el enjambre robótico aplicado a los drones, una solución para esta problemática.

Cabe denotar que las acciones necesarias para que la logística adopte los avances que se vienen dando en el sector de forma eficaz, se necesita cambiar el paradigma

de la intralogística, automatizando las actividades al interior del almacén. Los procesos sistematicos de almacenamiento desde la automatización permiten la modulación para la integración de las tecnologías emergentes como los sensores y los sistemas de información en el mejoramiento continuo de las actividades de almacén, empleando la transformación digital en la operacionalización del transporte interno de insumos y producto final, acorde al sistema de pedidos, pasos necesarios hacia la inclusión de la logística inteligente o *Smart Logistics*.

La Revolución Industrial de Cuarta generación muestra una amplia lista de tecnologías emergentes que fusionan los mundos físico, digital y biológico, permeando las distintas disciplinas, industrias y economías, cambiando el paradigma sobre la definición de la terminología ser humano (Wells, 2016). El estudio del sector logístico es un tópico importante en la acogida de las nuevas herramientas tecnológicas de la industria 4.0, en la actualidad nos encontramos en plena adopción de esta nueva revolución, donde el sector logístico empieza a incorporar en sus procesos la internet, el microchip, la digitalización de sus actividades, la inclusión de la nube y la inteligencia artificial, por lo cual se desarrolla una logística donde cada uno de sus eslabones se encamina al elemento de lo intangibles, lo que significa un nuevo hito en el desarrollo de los sistemas de producción.

En este contexto, podemos definir que las tecnologías de la industria 4.0 se están introduciendo en maquinarias, talento humano, herramientas, bodegas, empaques, e interconectando las actividades en la cadena de suministros de lo tangible a lo intangible, provocando que la información sea el punto central y más valioso de la cadena de valor, integrando conceptos como: tecnologías 3D, minería de datos, *Big Data*, hiperconectividad, plataformas BIM, energía inteligente, *Smart Grid*, *Smart Cities*, tecnologías biomédicas, se convertirán en el día a día de los procesos logísticos (Andrés, 2016b).

Partiendo de este fundamento varios de los sistemas de producción utilizados hoy día desaparecerán como los sistemas tradicionales de información: email, teléfono

o fax; debido a las nuevas tendencias en programación se garantiza procesos productivos más personalizados, la gestión de información se realiza con mayor eficiencia en función de la previsión de la demanda, generando un acortamiento de los *stocks* y del almacenamiento, optimización de rutas, sistemas de geoposición, conocimiento de ubicación y trazabilidad del producto; las tecnologías de la Industria 4.0 comienzan a demandar un crecimiento indiscutible en el sector logístico a través de toda su cadena de valor, dando lugar al desarrollo de la definición de logística inteligente o logística 4.0.

Actualmente, el sector logístico ha incorporado soluciones básicas enmarcadas en las tecnologías de la industrial 4.0, las cuales se están empleando de forma exitosa como: los etiquetados inteligentes, empleo de las TIC, módems GPRS y 3G, RFID, entre otros. Igualmente, el sector se encuentra en la implementación de procesos de innovación aplicados a las actividades intralogística: utilización de redes *low power* (las cuales permiten sensorizar los pallets), *web browsers* o apps, entre otras, permitiendo la creación de datos innovadores, autogestionables, por medio de la aplicación del *Big Data*. Lo cual permite el desarrollo y aplicabilidad en tecnología emergente, que agilizan métodos fáciles de correlación en los productos y servicios, que se convierten en los protagonistas esenciales de la cadena de suministro y transporte (Moncayo-Martínez, 2014).

En términos generales el sector logístico en materia de desarrollo de las tecnologías de la industria 4.0 ha evidenciado un crecimiento que determina cambios en los operadores logísticos, (Christian Fikar, 2017). Hoy en día, el área de los operadores logísticos tiene una amplia ejecución en varios sectores de la economía y sus procesos intralogísticos se consolidan como el eje de gran impacto e importancia en la cadena de valor, de suministro y abastecimiento, un ejemplo lo podemos ver ilustrado en la *figura 2.1*.



Figura 2.1: Proceso intralogístico

Fuente: Elaboración propia con información de Mecalux (2017)

En la *figura 2.1*, evidenciamos el proceder de un sistema intralogístico enmarcado en la utilización de las tecnologías de la Industria 4.0. La imagen nos detalla un proceso de almacenamiento, cargue y desargue asistido por tecnologías de la industria 4.0, lo que permite tener un flujo de información y procesos dinámico, flexible y acorde a las necesidades del entorno (Cortés, 2017).

### 2.3.2 TECNOLOGÍAS 4.0 EN EL SECTOR DE LOS OPERADORES LOGÍSTICOS

Para los operadores logísticos del departamento del Atlántico, sus procesos intralogísticos encaminados a las tecnologías de la Industria 4.0 propenden en centralizar la aplicación de los procesos automatizados, basado en la interrelación de datos e información, por medio de la monitorización de sistemas ciber-físicos al construir una simulación del mundo por medio de la virtualización, para la toma de decisiones no centralizadas mediante una conexión en tiempo real de actuadores, con la apli-

cación del Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés *Internet of Things*), lo anterior, crea un lazo entre las tecnologías y los seres humanos con base al control y gestión en toda la cadena de suministro (Hermann, 2016). La disposición en la tecnología permite la integración y caracterización del nuevo paradigma tecnológico, sin embargo no han sido exploradas de forma adecuada:

- *Blockchain*
- *Internet of Things*
- *Big Data*
- Manufactura Aditiva
- Robótica
- Simulación
- Realidad Virtual y Aumentada
- Materiales Avanzados
- Inteligencia Artificial (*Machine Learning* - M2M)

Sus aplicaciones en logística y cadena de suministro llevan las innovaciones generadas en las tecnologías 4.0 para definir el concepto de “intralogística inteligente o intralogística 4.0.”

Las tecnologías 4.0 que hacen parte de la nueva revolución, son un homónimo de la transformación digital organizacional para ser más competitivas e inteligentes hacia el mercado globalizado (Weyer, 2015), detectando y resolviendo con gran agilidad en la toma de decisiones los desafíos en el día a día, contando con productos personalizados que satisfagan los requerimiento de los clientes, y una competencia altamente globalizada.

En el presente, observamos una demanda en continuo crecimiento hacia una necesidad cada vez mayor de implementar tecnologías emergentes, con el fin de responder por parte de las organizaciones la fuertes variaciones que se generan en la demanda, que integran un real conflicto en el volumen de capacidad instalada, del mismo modo la conformidad entre la cadena de suministro y la demanda directa del mercado. Afirmativamente, los procesos logísticos soportan una gran diversidad de mercancías, está atada al mecanismo utilizado en la cadena de suministro de la organización en fundamento a la secuenciación con ciclos de tiempo predeterminados que no son los óptimos para los procesos intralogísticos (Kolberg, 2015).

No obstante, el crecimiento sostenido de las tecnologías 4.0 nos permite evidenciar las modificaciones que surgen en la cadena de valor de las organizaciones en función de los procesos intralogísticos, aunque no se evidencia una solución idónea para la adaptación de avances, sin la utilización de un instrumento guía en su aplicabilidad e implementación en los operadores logísticos. Se usan herramientas con un alto crédito de validez y confiabilidad en monografías previas o se componen nuevos asentados en la exploración de la literatura. Las interrogantes, indicadores o ítems usados de forma específica con probabilidades de solución o categorías predeterminadas (Hernandez Sampieri, 2014).

Lo anterior, justifica el evento de que en el presente trabajo de investigación se usarán los instrumentos definidos en el *apéndice 1* y usados en los proyectos: “Sistemas de integración vertical y horizontal en el marco de industria 4.0: Evaluación y desarrollo” avalado por el comité técnico del proyecto (Pérez, 2017) y el proyecto “Piloto de corredor logístico en última milla y logística urbana en Barranquilla y su área metropolitana” desarrollado con el Ministerio de Transporte que a su vez fueron desarrollados por el comité técnico del proyecto “Programa de Innovación en Logística y Gestión Portuaria del Caribe, Logport.” (Orozco E., 2017).

### 2.3.3 PROCESOS INTRALOGÍSTICOS Y SU EVOLUCIÓN A LAS TECNOLOGÍAS 4.0

A grandes rasgos la evolución de los operadores logísticos a la intralogística 4.0, se convierte en la adición de condicionalidad para las tecnologías emergentes de la industria 4.0, aplicadas a las actividades logística al interior de las organizaciones, la necesidadde incorporar todos los instrumentos para alcanzar la actualización continua y establecer probabilidades de nuevos escenarios que propendan por el sector, define una real capacidad de mejoramiento continuo en los niveles eficiencia, eficacia y productividaden en la cadena de valor.

Por ende para el caso de estudio, la intralogística 4.0 propende por la automatización escalada de las actividades de la organización y busca gestionar un sistema óptimo por medio de la administración de los sistemas de información. La intralogística 4.0 establece fundamentalmente la usabilidad de las tecnologías como: sensores, robots, drones e instrumentos autónomos donde la cadena de suministro crea sus propios nodos autoadministrables en determinados elementos necesarios para la operatividad, como:

- Ciencia de los Datos.
- Procesos de modelado y simulación.
- Permisibilidad de la compatibilidad entre las tecnologías de los distintos equipamientos.
- Tasas de transacción de gran escala sin inconvenientes de rendimiento, a través de programas y software.
- Recurso humano entrenado para que la infraestructura destinada a la logística 4.0 de la organización, evidencie apoyo y disponibilidad diaria 24/7 (24 horas los 7 días de la semana). El ítem anterior es de gran relevancia para evitar inconvenientes en la cadena de suministro.

## 2.4 SIMULACIÓN DESDE LA HERRAMIENTA DE ANÁLISIS

La simulación define los mecanismos para estudiar múltiples modelos de sistemas que ejercen acción en la realidad a través de transformación numérica, por medio del empleo de un software creado para repetir en igual medida el entorno del sistema, y estudiado dentro de un intervalo de tiempo (M. Beaverstock, 2012). La simulación es la evidencia pictórica de alguna actividad, proceso o entorno real medible en el tiempo; permite la creación de un histórico digital de un sistema y sus evidencias determinan inferencias de común carácter con la esencia del sistema real (Barceló, 2008).

La simulación ejemplifica las tareas que se realizan en los procesos, actividades o entornos en la realidad, recrea la forma del sistema a través de un entorno digital, para su análisis y obtener inferencias relacionadas con el sistema real (M. Beaverstock, 2012). No obstante, el modelo concibe la estructura del conglomerado de supuestos referentes a las actividades, estos apócrifos son descritos en relación a las matemáticas y disciplina de la lógica entre los entes de utilidad del sistema.

Por consiguiente, un sistema se modela para identificar los eventos que surjan en un ambiente estudiado empleando simulación y evidenciando un rol de rutinas que muestran una descripción del entorno simulado. Los eventos se demuestran con el estudio de los relojes de simulación, encargados de ejecutar las órdenes progresivo del lapso de ocurrencia: un evento es un factor que se presenta en un momento de tiempo que transforma las variables en caracteres. De lo anterior, podemos definir que: Los eventos discretos se establecen como un momento específico del tiempo (Winston., 2005). Y los eventos continuos se definen como la etapa de los mecanismos de un sistema lidia consecutivamente o solo en establecidos etapas del tiempo.

### 2.4.1 LA EVOLUCIÓN DE LA SIMULACIÓN HASTA NUESTROS TIEMPOS

El término Simulación fue incorporado bajo la definición que le conocemos hoy día en la década de los 40, en el trabajo denominado: Análisis de Monte Carlo, por Von Neumann para emplearlo a la técnica de las matemáticas que utilizaba para dar solución a problemas de gran costo y complejidad que a través de la experimentación o la analítica no lograba resolverse (Neumann, 1992). No obstante, la denominada simulación analógica fue muy propicia par ala década de los años 50, definida como Simulation Programming Languages (SPL) (Nance., 1993).

Con la aparición de la computadora en 1950, la década siguiente se convirtió en el inicio de sorprendentes modelos de simulación de mayor complejidad, mostrandolos de una forma fácil, accesible y eficiente (Winston., 2005). A partir de este momento se entiende como el primer el creado por K. D. Tocher denominado simulador el General Simulation Program (GSP) en 1960 (Nance., 1993). Durante el transcurso de 1961 a 1965 se desarrollaron simuladores que incluían el lenguaje de programación FORTRAN. Posteriormente, aparecen General Purpose System Simulator (GPSS) y SIMULA elaborados por Wexelblatt(B. Zeigler, 2000), SIMSCRIPT presentado por Marcowitz (Averill, 2007), Control and Simulation Language (CSL) que apoyaba los procesos de solución a problemas complejos dentro de las empresas industriales y comerciales (B. Zeigler, 2000).

Hasta este momento de la historia las herramientas empleadas en simulación aún no contaban con la animación, Sin embargo, el desarrollo del lenguaje PASCAL por Niklaus Wirth en el periodo de 1968 - 1969, estimuló la cración paquetes de simulación cpn nuevos lenguajes de programación como SIMPAS lenguaje de simulación para redes creado para ser portátil y enfocado a eventos. También, es necesario resaltar el lenguaje INTERACTIVE, con el que se utilizaban símbolos gráficos dando paso a la construcción y ejecución de forma interactiva (Barceló, 2008).

No obstante, el primer lenguaje real que añadió animación se denominó SIMAN desarrollado por Dennis Pegden en el año de 1982. Cabe resaltar que para que este nuevo lenguaje generara animación se empleaba un segundo de forma independiente denominado CINEMA (Averill, 2007), quienes años después se unificaron y crearon el software Arena. La novedosa nuevas herramientas de simuladores hasta entonces era más sencillos de operar, pero aún le faltaban características de programación y flexibilidad rígida. Durante el final de la década de los 80 ya existían en el mercado una infinidad de simuladora, la gran mayoría de tipo comercial como: WITNESS, ProModel, SLAM y SIMFACTORY basados en Disk Operating System (DOS).

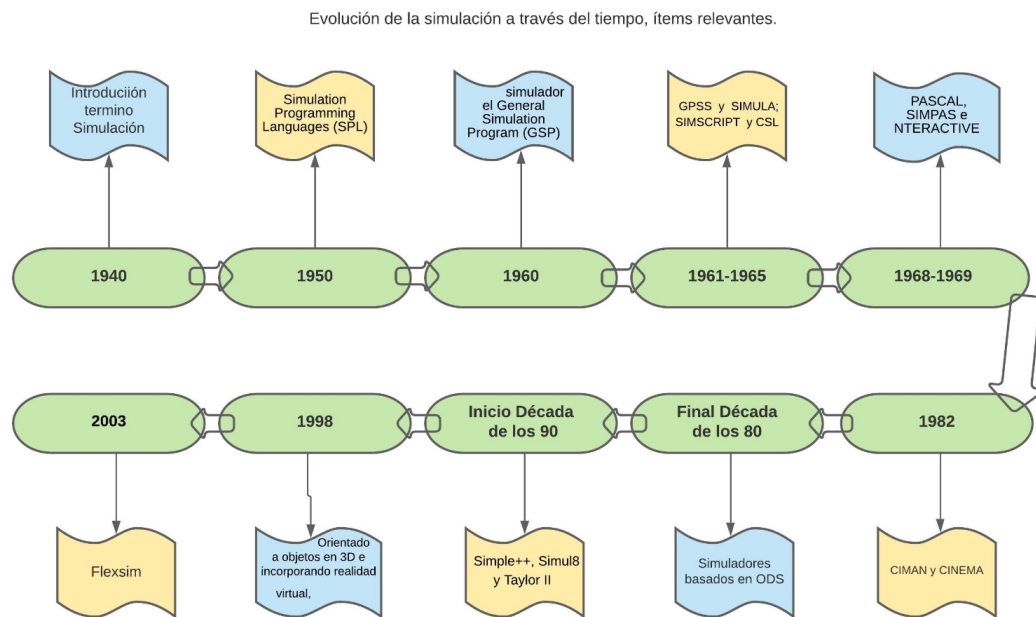


Figura 2.2: Evolución de la simulación en el tiempo

Fuente: Elaboración propia

Entrada la etapa de los años 90, aparecieron diferentes simuladores, por ejemplo, en Europa surgió el Simple++, Simul8 y Taylor II. En Estado Unidos, se desarrollaron Extend y Simcad. En 1998 llega al mercado mundial Taylor ED este software es el primero orientado a objetos en 3D e incorporando realidad virtual, además, operaba con la plataforma del software de Microsoft Windows. Consecutivamente, en el año 2003 ingresa al mercado el software FlexSim, el cual se constituye como

la nueva generación avanzada de simuladores tanto en su lenguaje como en su arquitectura, este software fue desarrollado por Bill Nordgren y Cliff King, permite comprender con precisión los problemas sin la necesidad de programaciones complicadas, debido que establece una forma sencilla en el desarrollo del modelo de simulación, por lo anterior, varias instituciones educativas a nivel mundial lo utilizan para entrenar a sus futuros profesionales (Winston., 2005).

#### 2.4.2 INSTRUMENTO PARA LA TOMA DE DECISIONES: FLEXSIM

FlexSim es la herramienta que responde a las exigencias del entorno actual, convirtiéndose en el instrumento relevante para la toma de decisiones de diferentes sectores como: salud, logístico, manufacturero, minero, centros espaciales e incluso a contribuido en la sector de servicios. Dentro de sus fortalezas podemos indicar:

- Una sección amplia de preconstruidos que facilitan el abordaje de situaciones complejas.
- El software se orienta a objetos logrando un a mejor adaptación del flujo.
- Todo el ambiente de trabajo es 3D y puede amplia capacidad de exportación de vínculos de otros software.
- Posee la facilidad de adaptarse a diferentes tipos de simulación.
- El manejo de los estandares estadísticos es de sencilla aplicación, al igual, que los reportes, gráficas y todo lo referente a los estadísticos se puede visualizar con facilidad.

La presente herramienta de simulación facilita la creación de escenarios para la toma de decisiones, no solo para modelos discretos, facilita adaptar facilmente las estaciones de prueba, que constituyen modelos de simulación de construcción con características que requiere de mucha precisión.

### 2.4.3 LA SIMULACIÓN: FACTIBILIDAD EN TOMAR DECISIONES EN LAS ACTIVIDADES INTRALOGÍSTICAS

La simulación es una herramienta organizacional, obtiene emplearse proactivamente en las empresas al igual que reactivamente. Cabe expresar, que logran imaginarse contextos mediante modelos para la toma de decisiones acorde a sucesos que pueden darse en una organización, además puesto que logran representar escenarios para describir el entorno de acción de un proceso que ocurrió en la organización. La simulación como herramienta puede ser imaginada a modo de soporte para la designación de estrategias, manejándose continuamente como una columna en el diseño y aplicación en las organizaciones.

Los progresivos cambios y adelantos en la logística y los métodos productivos crean la necesidad de realizar mejoras basados la toma de decisiones. Simulación se especifica como un instrumento de apoyo para esta categoría de funciones. Asentándose en razonamiento “what if”, la simulación admite imitar virtualmente las actividades e investigar su actuación, para examinar las señales de los permisibles cambios o para cotejar heterogéneas disyuntivas de diseño a excepción de los altos costos de los ensayos a nivel existente.

La simulación conquista un papel fundamental en el montaje, diseño, control y elaboración de actividades logísticas obteniendo decisiones óptimas o casi óptimas sobre variables de acuerdo con sus requisitos en cuento a todos los problemas que se requieren tomar. Existen tres mecanismos bases en las actividades de decisión que se deben determinar para formular un modelo de simulación, como:

- Las variables de decisión.
- Restricciones del problema.
- Determinar la función objetivo a optimizar.

Habitualmente, se atañe el término simulación con instrumentos computacionales como la realidad virtual o la realidad aumentada, para la particularidad de las Fuerzas Armadas, con el término "juegos de guerra" ó "simulador de vuelo". Sin embargo, en el diseño y optimización de las actividades logísticas, la simulación se describe como la causa que fabrica, elabora y examina una actividad o caso, por medio de las variables y restricciones de la vida real. La fortaleza en la usabilidad de instrumentos como la simulación radica en su modelo o sistema, debido que el mismo se puede someter a múltiples escenarios, permitiendo el análisis de variables; otros fortaleza se establece en la visualización del entorno y sus cambios antes de ser implementados en la vida diaria, actividad que permite ahorrar recursos logísticos, humanos, económicos y tecnológicos, debido que podemos analizar si aceptar o rechazar una hipótesis. No obstante, diversos modelos acorde a su complejidad, ejercen una mayor cantidad de tiempo para su diseño y ejecución; además, las actividades de validación de los modelos suelen ser complejas en la medida que existan mayor complejidad en el sistema abordado.

## 2.5 LA INTRALOGÍSTICA COMO SOLUCIÓN A LAS NECESIDADES DE LA CADENA DE SUMINISTRO EN LA INCLUSIÓN DE TECNOLOGÍAS 4.0

De lo anterior, se define en la intralogística la utilización de alternativas de respuestas tecnológicas, que establezcan:

- Aumentar la calidad.
- Aumentar la productividad y Competitividad.
- Minimizar las los errores y perdidas.
- Minimizar riesgos laborales.

- Globalización de productos y servicios de equipamiento. tecnológico con orientación en *picking*, clasificación, consolidación, *packing* y robotización: Almacenes robotizados/automatizados (*handling*).

La necesidad de llevar las empresas más allá de las fronteras naturales de una industria presume una mayor conjunto de retos logísticos. Los cuales deben ser evaluados con la finalidad de evitar que se generen barrera infranqueable que desmantele la propósito de progresión. Al igual que la diversificación, la expansión de los negocios, es un concepto de gran relevancia en el mundo globalizado de hoy. Dualidades, en varias perspectivas, redefinen la importancia del sector en aperturar nuevos mercados con el fin de aumentar participación y continuar cautivando a sus clientes, si dejar de lado la búsqueda de nuevos clientes. Esta apertura, aplicable a las actividades intralogísticas, naturalmente relacionan los procesos y tareas del mercado. Sin embargo, sin embargo, las repercusiones de la innovación en estos aspectos constituyen ítems más complejos.

En esta orientación, existen diversos trazos que la intralogística del futuro va a perseguir en su progreso:

1. Optimizar procesos internos, para obtener más eficacia con un mínimo coste.
2. Mejoramiento de la calidad de los procesos para estimar la diferenciación, estableciéndose en la ejecución de unidades. flexibles, adaptables e inteligentes, por prototipo en almacenes interconectados.
3. Superiores recursos en el mercado, con la adaptación de almacenes multifuncionales.
4. Competencia hacia la eficiencia energética. La creación de energía por medio de procedimientos propios logísticos es una tendencia importante para el futuro; los aspectos de accionamiento que sirvan de fuente, como la aplicación de litio en baterías de iones y la sustitución de vehículos o elevadoras por sistemas de menor consumo.

5. Automatizar la personalización de servicios, por medio de software de última generación.
6. Incorporación automática e inmediata de las últimas novedades.
7. Propensiones a una mejor distribución y menor lapso de tiempo en almacenamiento de productos y mercancías.
8. Perfeccionamiento de mecanismos ergonómicos, adaptables a los empleados, otorgando comodidad y seguridad en la práctica de los tejidos logísticos.

Los aspectos intralogísticos para 2022, la automatización no será nada nuevo como ocurre en sectores pioneros como la automoción, se está conociendo un nuevo impulso más allá de las líneas de producción que llega a la intralogística. En este sector vertical, se prevé que los robots móviles crecerán un 75 % y superará los 3BN en 2022. Dentro de la gama de robots móviles con plataforma y brazos montados, el mayor despegue en las plataforma de carga son de lejos los más comunes y preferidos, ya que satisfacen una variedad más amplia de funciones, por lo cual las previsiones apuntan a que en el 2022 se alcancen las 180.000 unidades de robots móviles.

Teniendo en cuenta lo anterior, analizamos la expresión: El nuevo petróleo del siglo XXI llamado datos, tiene una enorme importancia cuando estudiamos la nueva revolución industrial, la integración de tecnologías emergentes a nivel operacional y en cada subconjunto directo de las actividades en el área de producción, en el área logística y en especial atención a los procesos intralogístico, tendencias y cambios en estos procesos como los enfoques de investigación y aplicación en el área. En concordancia, para que las organizaciones del nuevo siglo y en especial lo operadores logísticos mejoren continuamente su índice de eficiencia organizacional *lo ideal* es automatizar (basados por los casos de estudio y la revisión de literatura), lo cual conlleva a una inversión económica alta, pero, logramos ver cambios que posibilitan a los operadores logísticos por medio de los factores para influir en la eficiencia y utilizar la simulación mejora enormemente la viabilidad de la toma de decisiones en este sentido.

### 2.5.1 CASOS DE AUTOMATIZACIÓN EN PROCESOS INTRALOGÍSTICOS

La automatización en los procesos intralogísticos, más allá de ser una opción, es una exigencia para las organizaciones que deseen mantenerse al margen en un ambiente tanto profesional como competitivo en la actualidad. Consiguiente a la automatización se traduce la productividad, rapidez, precisión y control de las operaciones. La gama de tecnologías de la industria 4.0 permiten, de forma rápida, que el personal pueda manipular información de valor con alto nivel de calidad y rapidez. Normalmente funcionan de la siguiente manera: en las *workstation*, el flujo de trabajo no puede detenerse por la fluidez de las operaciones, por lo que tecnologías implementadas llevan el producto y los acercan lo máximo, convirtiendo en una herramienta eficaz, con certidumbre, rapidez y precisión para la toma de decisiones.

La variabilidad en los procesos intralogísticos se divide en tres grandes áreas:

- Sistemas de almacenaje: Este tipo de herramientas permiten colocar los productos organizados en un almacén, pero acercarlas rápida y precisamente al operador cuando éste las necesite.
- Sistemas de surtido de órdenes: Estas herramientas ayudan a hacer más productivo el flujo de operaciones dentro de una estación de trabajo. Le da a la operación una mejor toma de decisiones, potencia los procesos.
- Software: El software que se utilice debe estar ligado desde donde se pide el producto, hasta los puntos de almacenamiento, distribución, costo, venta, y demás variables prioritarias. En el proceso de automatización intralogística y software se tiene un control preciso de algoritmos, mismo que permite brindar información de valor.

Las tecnologías 4.0 como Simulación, *Automation and load sensing*, *Collaborative Robotics*, *Big Data powered by M2M (Machine to Machine communication)*,

*Predictive maintenance - predictive analysis and M2M communication*, entre otras ayudan a que la automatización intralogística sea productiva y mejore la productividad del personal, quien podrá especializarse en nuevas áreas. Esquemático en lo anterior, se observa muchos casos de éxitos en el mundo en la aplicación de automatización en los procesos intralogístico dentro de las organizaciones, que dan solución a los seis retos principales del sector:

1. Modificaciones en el entorno del trabajo.
2. Minimizar costos y tiempos en la fabricación de los pedidos.
3. Aumento en la cantidad de referencias positivas.
4. Administración de las actividades logísticas inversivas.
5. Preeminencia de la compatibilidad de marca.
6. Lenidad.

Para lo anterior, actualmente se utiliza una herramienta denominada Kardex utilizada para la automatización del almacén y administración de pedidos, la ejecución de este instrumento dentro de una actividad intralogística, concibe amplias preeminencias tales como: incremento en la exactitud de elaboración de pedidos, la rapidez y el desempeño del nivel de servicio, lo cual se ve detallado en reservas de los costos de maniobra. Kardex interactúa en las actividades estableciendo un valor de sistematización para la mejora productiva, en promedio utiliza un 20 % al 30 %. Los valores presentados muestran que la automatización es un sistema seguro para el almacenamiento y la gestión de pedidos para conseguir un 85 % y un 60 % de aumento en el *stock* dentro de la disminución de la tasa de error en el *picking* a cero.

El triunfo de optimizar las actividades intralogísticas no se encuentra solo en aprovisionamiento del espacio, esta inicia en las preferencias del consumo, su táctica consiste en almacenar en menor medida y gestionar la distribución frecuentemente.

Acorde a esta visión, un operador alistaré entre 120 a 180 trazos logísticos por bodega en función a los pedidos por hora, permanece breve, la usabilidad de tecnologías desde la mirada de la automatización, evidencia un mejor soporte permitiendo generar un rendimiento de seis veces, llegando a escalas no alcanzables sin la aplicación de instrumentos tecnológicos.

Los procesos de optimización en logística asisten a la transformación digital de las organizaciones sin importar su índole, únicamente no se desarrolla como una conformidad de grandes empresas debido al músculo financiero que se cree es necesario para tal fin, un ejemplo es Arenal, constituida como mediana empresa de Europa consagrada a la comercialización de perfumes, logrando liar los bártulos de oferta de valor con su slogan ‘es más barato’, la ventaja de la reestructuración del sistema de su almacén y la administración de pedido autónomo. Hoy día, estadísticamente cuenta con 25.000 referencias de marcas Premium, con un nivel de incremento constante.

Afortunadamente, la perspectiva para los siguientes años para Latinoamérica cuenta con oportunidades importantes y evidencia de ello existe actualmente organizaciones de la región como: Pretroleum, Caterpillar, Codelco, Embraer, Tetrapack, Roche, MarcoPolo, Coca Cola, y Fuerza Aérea de Chile, Iveco, Atlas Copco y Ford, entre otros, han añadido a sus actividades las soluciones de automatización, logrando optimizar las operaciones y aumentando la satisfacción del cliente.

Colombia hace parte de la nueva revolución tecnológica, varias de sus multinacionales se han unido e implementado estas tecnologías emergentes en diversos sectores de la economía. En la nación se han aplicado múltiples proyectos en organizaciones como: El Hospital Universitario Mayor Mederi, Kaeser, Exxon Mobile, Ingredion, Montecarlo Motors, La Embajada Americana, entre otros.

De esta cualidad, el progreso de las actividades intralogísticas suben los índices de productividad de las organizaciones, admitiéndoles crear frente a las actividades del mercado, el gravamen y atenuando huellas externas, de este modo, las organi-

zaciones contribuyen al incremento de los índices de eficiencia operacional sobre su oferta de valor a través de la implementación de la transformar digital e inclusive diferenciar los mercados más competitivos que requieren lenidad y conciliación al cambio invariable.

#### 2.5.1.1 CASO DE AUTOMATIZACIÓN INTRALÓGÍSTICA: CAPRIS - COSTA RICA

Capris es una organización con más de 60 años de fundada que atiende el mercado industrial, ferretero y automotriz con equipos, herramientas, accesorios y consumibles de distintas categorías. Actualmente comercializa alrededor de 25.000 productos, donde 15.000 de ellos son de demanda constante. Con el fin de mejorar su operación y la respuesta a los clientes en el año 2010 empieza la edificación del centro de distribución y almacenamiento.

Capris implementa durante el 2018 Kardex Remstar un sistema automático de almacenamiento y de gestión para pedidos, con con la finalidad de almacenar más de 7.000 unidades en una misma zona. Por consiguiente, logró como resultado impactar de forma positiva en tres grandes áreas de interés:

- Precisión en el inventario: Kardex optimiza la ubicación y búsqueda de cada producto que se solicita. El inventario guardado en Kardex agiliza los tiempos de alistamiento y hace mucho más ágil el proceso.
- Reducción de tiempos: Antes alistar 10 pedidos tomaba 45 minutos ahora se alistan en solo 6 minutos. Esto se traduce en una reducción del tiempo de preparación de un 85 %, aumentado la productividad y eficiencia de este proceso.
- Optimización de los recursos: Anteriormente se necesitaban 6 personas para alistar pedidos, ahora con Kardex solo se necesitan 2 personas. Se recuperó un

espacio de 1.300  $m^2$  antes ocupado por mercadería en racks. Se prescindió de una bodega externa con un costo de 7.000 dólares mensuales.

### 2.5.1.2 CASO DE AUTOMATIZACIÓN INTRALÓGÍSTICA: ARENAL - ESPAÑA

Para el caso de automatización en Arenal se enmarca en dar solución a tres problemáticas:

- Necesidad de optimizar sus procesos de preparación de pedidos.
- Mantener e incrementar la disponibilidad de la oferta en sus tiendas.
- Reaprovisionamiento diario de todas sus tiendas.

De lo anterior, se logra establecer zona de *Picking* dentro de un cartón de origen: Productos de limpieza e higiene, instalación de 8 sistemas automáticos verticales tipo Lanzadera *Shuttle* con 20 metros de altura para 4.000 Referencias almacenadas; 3 / 4 Operarios dedicados movimientos entradas y salidas, e implementación software WMS – SAP y Kardex Software integrados para 2.200 líneas preparadas al día. Accesos a diferentes alturas del almacén, para reaprovisionamiento y preparación diferenciados. impactando en el resultado de:

- Incremento notable de la productividad. Mayor número de zona *picking* hora, menos costos.
- Mejora de *layout* del almacén. Zonas claras de almacenamiento paletizado y reaprovisionamiento – zona de preparación pedidos (*picking*).
- Alineación de los proveedores – con las necesidades de compra – *stock* cobertura, a través de la integración del sistema.
- Operaciones más eficientes y eficaces.

### 2.5.1.3 CASO DE AUTOMATIZACIÓN INTRALÓGÍSTICA: QCLASS - CHILE

Para el caso de automatización en QClass se enmarca en dar solución a tres problemas críticos:

- Ampliar a más de 70 tiendas en Chile.
- Gran cantidad de SKU en estantes fijos por tienda.
- Necesidad de reducir el tamaño de las tiendas por alto precio de propiedades.

Como solución intralógica se deriva Autoplanet, permitiendo obtener:

- Instalación de 2 equipos Kardex Megamat de 6 metros de altura por tienda.
- 14 Tiendas a implementar.
- Más de 5000 SKU automatizados.
- Banda led con información de productos.

Una vez implementado, QClass obtuvo como resultado:

1. Reducción de 40 % espacio *retail*.
2. Ahorro de construcción y estanterías.
3. Disminución de 50 % en tiempo de búsqueda y entrega a clientes.
4. Mejor atención al no perder de vista al cliente.
5. Inventario en línea de productos.

#### 2.5.1.4 CASO DE AUTOMATIZACIÓN INTRALÓGÍSTICA: KAESER - COLOMBIA

En el caso de automatización para Kaeser - Colombia se enmarca en dar solución a la necesidades de:

- Aumentar la productividad utilizando la automatización y la tecnología.
- Optimizar tiempos de entrega y recepción de materiales.
- Racionalizar y optimizar espacios de almacenamiento.

Como solución intralogística Kaeser integro su sistemas de información, para generar:

- Instalación de 6 equipos Kardex Shuttle de 6 metros de altura.
- Banda led con información de productos.
- Mesa de agrupación para alistamientos de más de 6 pedidos al tiempo.

Una vez implementado, Kaeser obtuvo como resultado:

1. Optimización de espacio:  $500 m^2 = 44\%$  (de espacio en bodega.)
2. Minimiza la mano de obra.
3. Mayor control de inventarios.
4. Comodidad en el puesto de trabajo.
5. Tiempos de alistamiento más cortos: Cantidad de repuestos movidos en promedio anual: 33.600 referencias.

## 2.5.2 USO DE FACTORES E INDICADORES DE GESTIÓN EMPRESARIAL EN LOS PROCESOS INTRALOGÍSTICOS

El resultado en la eficiencia organizacional se atañe e involucra en la planificación empresarial, donde se establece la visión, misión, objetivos, estrategias y estatutos corporativos e referencia al análisis situacional.

Los Factores e indicadores se establecen como la vitalidad de la organización y se describen como: instrumentos ventajosos en las actividades para la toma de decisiones, fundamentalmente cuando se evidencian datos fiables y veraces en el tiempo para la consecución del respectivo análisis. Con respecto a estas características se hace necesario, estimar cuales son los datos que permiten establecer entidades confiables al tomar una decisión, el carácter principal de estos datos consiste en ser agrupados y organizados de forma adecuada para ser analizados. La investigación con base en los datos admite un base solida de identificación de la causa-raíz que subyace a la problemática estudiada, lo anterior, evidencia una competitiva en el proceso respectivo a tomar decisiones y la planeación como plataforma de cálculos en la instauración de indicadores.

De esta forma, las actividades, procesos y estudios de analítica de datos llevados a cabo esgrimiendo indicadores y realizados con matemática inflexibilidad metodológica, logran solazar un sin número de datos no consecutivos que se transforman en información y conocimiento. Los niveles primarios de observación establecen e indagan principalmente las relaciones entre los datos instituidos y lo que logra causar, evidenciados como:

1. Reconocer relaciones y correlaciones causa-efecto entre los indicadores
2. Establecer incidencias y erigir efectos para los indicadores
3. Realizar cotejos para el desempeño de los indicadores

---

Tomando en relación lo anterior, es necesario crear y aplicar métodos de estimación que consientan la captura de información tanto cualitativa como cuantitativa, Sanchez (2018) define: “los Indicadores de Desempeño Logístico como medidas de rendimiento cuantificables aplicados a la gestión logística que permiten evaluar el desempeño y el resultado en cada proceso de recepción, almacenamiento, inventarios, despachos, distribución, entregas, facturación y flujos de información entre las partes de la cadena logística. Es indispensable que toda empresa desarrolle habilidades alrededor del manejo de los indicadores de gestión logística, con el fin de poder utilizar la información resultante de manera oportuna.”

## CAPÍTULO 3

# CASO DE ESTUDIO

---

Este capítulo exhibe fisonomías características de los Operadores Logísticos, el propósito de su estudio es enlazar las temáticas relacionadas a las tecnologías 4.0 y las actividades intralogísticas con el orden estructural de las organizaciones.

### 3.1 CONCEPTUALIZACIONES DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO EN AMÉRICA LATINA: ÉNFASIS COLOMBIA

En Colombia, estas operaciones de logística interna han sido optimizadas y mejoradas de forma casi empírica, sensibilizando sobre la necesidad de un desarrollo logístico intermedio, dando el primer paso sólido hacia el desarrollo logístico final, solucionando el problema de inclusión de tecnología emergentes para el sector. Una opción que comienza con la confianza y la seguridad es abordar las alternativas proporcionadas por el mercado a través de la automatización paso a paso. El punto clave del análisis es que el valor del  $m^2$  está aumentando en Colombia, la necesidad y las limitaciones para encontrar un almacén adecuado son cada vez más frecuentes. Una de las fáciles oportunidades para aprovechar la automatización de la logística interna es el uso de volúmenes, esto permite que los sistemas de almacenamiento

avanzados de alto rendimiento alcancen alturas de 18, 20, 25, hasta 35 metros, 1,5 a 3,5 veces, a diferencia de las optimizaciones tradicionales para almacenes de 12 metros. En otras palabras, si su centro logístico de 1.500  $m^2$  tiene una capacidad de 2.000 pallets (lugar de almacenamiento), la adopción de tecnología para la logística interna podría cuadruplicar la capacidad.

La consistencia de almacenamiento está determinada por la selectividad requerida para el procesamiento del producto. Desde allí, encontrará una variedad de opciones de alojamiento por  $m^2$ . La capacidad de seleccionar productos, junto con la velocidad necesaria para preparar y enviar pedidos, determina el nivel de habilidad tecnológica y los costos de equipo necesarios para operar. Relacionar inteligentemente estas variables con datos estimados de crecimiento de la empresa de al menos cinco años, es un arte que da como efecto una intralogística instituida y bien estructurada, con un impacto característico en el valor del producto competitivo y posicionado en el mercado.

La eficiencia logística es un elemento básico de la competitividad nacional. Esto incluye una variedad de actividades que pueden optimizar el tiempo y el costo de fabricación, almacenamiento y distribución hasta que el consumidor acepta el producto. Uno de los indicadores de impacto se enumera en el coste logísticos, los cuales son desfavorables para los operadores logísticos en el Caribe Colombiano o América Latina con un 14,7% en este ítem, en comparación con Estados Unidos y Europa que ostentan cifras entre el 8,7% y 11,9%.

Por tanto, el panorama colombiano no es indiferente a este hecho. En los últimos años, Latinoamérica se ha comprometido a fortalecer sus operaciones logísticas basándose en las mejores prácticas logísticas internas o intralogísticas europeas. Por ejemplo, los últimos indicadores muestran que Colombia y América Latina son una de las regiones rezagadas del Índice de Desempeño Logístico del Banco Mundial.

Si bien estos aspectos se han implementado a nivel gubernamental y a través de diversas agencias relacionadas con la logística, las organizaciones deben tomar ac-

ciones rápidas y efectivas para minimizar su impacto. La intralogística juega aquí un papel fundamental y decisivo, al implementar una estrategia que incluye herramientas tecnológicas y automatización, las organizaciones pueden aumentar los niveles de productividad, llegar fácilmente a los clientes directamente y comercializar sus servicios con mayor calidad.

En Colombia, la mayoría de estos procesos logísticos internos están optimizados empíricamente y, aunque está aumentando la conciencia de las necesidades de desarrollo logístico previstas en la actualidad, a menudo se evidencia resistencia al cambio por parte del recurso humano de las organizaciones, en especial el sector de los operadores logísticos. Una opción para iniciar con seguridad y presentar un cambio inmediato es acceder a las tecnologías y opciones disponibles en el mercado a través de una automatización escalonada.

### 3.1.1 EL SECTOR LOGÍSTICO EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

En este momento, organizaciones en el Departamento Atlántico se sienten abrumadas para convertirse en compañías internacionales a través del proceso de globalización que caracteriza a la economía global. Conllevando a la administración de las actividades logísticas adquirir una gran notabilidad en las obligaciones y búsqueda respuestas apacibles a los requisitos de los clientes en las diferentes fronteras. Para Gamberi (2018), en la gestión de la logística, el procedimiento administrativo de implementación, corrientes, planificación y almacenamiento eficiente del control debe aplicarse con un coste real de los insumos, acciones e información de lugares de origen al consumidor.

Administración en logística de negocios adquiere mayor importancia a la competitividad de la empresa en el mercado internacional, ya que los factores que están fuera del control de las organizaciones se minimizan, por ejemplo, Condiciones de

apertura de fronteras para la comercialización de productos, relaciones comerciales entre países, inflación y otros impactos. Afecta negativamente al ejercicio normal en su vida diaria. Además, en la frase Morash (1996), la importancia de la gestión logística respalda la máxima ventaja competitiva de una empresa a través del reclutamiento y retención de clientes, mientras genera beneficios económicos de las actividades de marketing y fabricación. Bienes y servicios; a través de ventas físicas, entrega, manejo de información, inventarios en la búsqueda de oferta y demanda.

El distrito de Barranquilla está ubicado geográficamente en el departamento del Atlántico, lo que le da una alternativa competitiva en la prestación de servicios logísticos desde la costa caribeña para un sencillo ingreso a los mercados internacionales. Sustentado en los números del DANE (2018) donde el sector del transporte atrae a 13% de la población activa financieramente y el 19% del PIB del departamento. También, se evidencia que el transporte por carretera es el mayor contribuyente a la logística, sin embargo, existe un exceso de costos por el flujo de mercancías a través de esta ruta, lo que afecta negativamente la competitividad del sector, en referencia al contexto global; las condiciones generales indican un deterioro de la seguridad, la rotación de carga, la confiabilidad del servicio, la utilización de las instalaciones y la capacidad potencial.

En este contexto, Johnson (2017) enfatiza que las pymes colombianas en las áreas de logística, evidencian brechas de infraestructura vial, tiempos de carga y descarga, acceso de vehículos, personal de excavación, deficiencia en bilingüismo, uso y apropiación de las Tecnologías de información y comunicación (TIC). Este problema tiene una amplia gama de consecuencias para las pymes y modestas organizaciones del área de transporte de carga del Atlántico. Entre ellos, la tasa de crecimiento de los operadores logísticos y la productividad de su cadena de suministro es baja.

Así mismo, debido a la situación antes mencionada, ocasiona en las pequeñas y medianas empresas de los operadores de carga la división de extracción de *commodities* (Martínez, 2017a). En este caso, se crea un escenario en el que la falta de

competitividad internacional se manifiesta y afecta la productividad, la rentabilidad y otro tipo de factores para este tipo de organizaciones.

### 3.1.2 OPERADORES LOGÍSTICOS EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

En la recolección de los datos relacionados con la administración logística de las organizaciones del área de operadores logísticos en el departamento del Atlántico a partir de los indicadores de las distintas actividades intralogísticas en función de los factores que definen el índice de eficiencia organizacional sobre el desempeño logístico; se estimó como reseña las bases teóricas estudiadas por Barbero (2010); Gilchrist (2016); Ballou (2004); Lambert (1998), estudiados en el apartado final del capítulo de antecedentes anteriormente estudiado. La *Tabla 3.1* resume los indicadores presentados por los teóricos Cantillo (2011); Rojas (2016); Suarez (2002); Mora (2019) y los cuales se presentan en los operadores logísticos del departamento del Atlántico, que enmarca en Los procesos logísticos son fundamentales para el éxito de sus estructuras comerciales, ya que se basan en sistemas logísticos integrados bien gestionados y un control flexible en tiempo real para reducir los precios y satisfacer la demanda de los consumidores, según lo determinado, de manera eficiente por Adarme (2014).

Dados los resultados descritos en *Tabla 3.1*, la realidad de las organizaciones que desarrollan procesos logísticos es perfecta para estimar la demanda de bienes y servicios y encontrar alternativas para mantener un equilibrio con la disponibilidad, pudiendo faltar supuestos deterministas. Los costos de transporte están asociados, así mismo, demuestra el hecho de que el inventario asegura la continuidad del proceso de prestación y ejecución de la disponibilidad de los bienes y servicios ofertados.

Según Carrasco (2000), cuanto más flexible sea su sistema logístico, más cam-

Tabla 3.1: Indicadores de escala directa de los operadores logísticos del Departamento del Atlántico

<b>Indicador</b>	<b>Promedio</b>
Certificado de proveedores	4,5
Calidad de pedido	4,0
Volumen de compras	3,5
Entrega perfecta recibida	3,1
Tiempo de inventario	4,2
Total	3,8

Fuente: Ministerio de Transporte, ANI (2019)

Tabla 3.2: Indicadores de escala indirecta de los operadores logísticos del Departamento del Atlántico

<b>Indicador</b>	<b>Promedio</b>
Eficiencia en los despachos	3,7
Aduaneros	4,1
Calidad de infraestructura	3,8
Tipos de transporte	3,2
Puntualidad de los despachos	3,8
Total	3,7

Fuente: Ministerio de Transporte, ANI (2019)

bios de objetos podrá manejar con éxito, menores costos asociados con el cambio de su negocio y también reducir el lapso de tiempo necesario para operar en nuevas condiciones.

No obstante, los operadores logísticos del departamento del Atlántico y el objeto de estudio del presente proyecto, adoptan y desarrollan los indicadores estudiados que son los que marca una continua aplicación en la literatura y el marco de acción del sector, lo cual requiere visualizar cada indicador en función a la necesidad de mejorar el índice de eficiencia organizacional, como se evidencia en la *Tabla 3.2*. Mokate (2001), establece el objetivo de la innovación como la medida que puede lograr al menor costo posible. También se puede vincular los objetivos máximos previamente establecidos como una relación adecuada entre ingresos y gastos, realizando el menor costo posible (Durán, 2017).

Martínez (2017b), por otro lado, cita (Farell, 1957) para enfatizar la eficiencia como una combinación particular de factores de producción que pueden alcanzar los niveles más altos de recursos manteniendo el costo más bajo. Por consiguiente, permite establecer como una opción válida el implementar tecnologías 4.0 utilizando como herramienta actividades de simulación que permitan facilitar la toma de decisiones en los distintos procesos intralogísticos que se desarrollan al interior de las actividades de los operadores logísticos del departamento del Atlántico.

### 3.1.3 ESTADO DE LAS ACTIVIDADES INTRALOGÍSTICAS EN LOS OPERADORES LOGÍSTICOS EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

Los llamados “Almacenes Generales de Depósito”, se establecieron como una primera fase, del mismo modo las agencias de carga y las navieras, conocido hoy en día como operadores logísticos (Martínez, 2013). En nuestro día a día, los distintos operadores logísticos que operan en Colombia forman parte del panorama de almacenes del siglo pasado, integrando servicios no solo de manera vertical, sino también

a través de alianzas comerciales y outsourcing, un servicio de entrega de servicios más completo y eficiente e integral.

De manera similar, el impulso de las exportaciones nacionales impulsado por la firma de tratados de libre comercio con países importantes para nuestra economía ha creado ahora una especie de "boom". Sobre el establecimiento de una empresa de subcontratación logística principalmente para apoyar el transporte, almacenamiento y envasado de mercancías. Así mismo, es importante mencionar el surgimiento de operadores logísticos internacionales. La mayoría de ellos brindan servicios de transporte directo marítimo, aéreo y terrestre y, en otros casos, realizan alianzas internacionales de operaciones a través de representantes de empresas colombianas. La Dirección General de Planificación Nacional (DNP) realizó una encuesta nacional sobre logística en 2018. Esta puede considerarse ahora la encuesta más detallada y completa de este sector en Colombia. Los análisis y conclusiones de este estudio, esencialmente los relacionados directamente con el sector empresarial logístico, logran evidenciar el estado actual del sector y sirven de parámetro para una investigación cada más rigurosa.

Primero, este estudio examina dos grupos de empresas involucradas en el sector logístico: Usuarios Logísticos (USL) y Proveedores de Servicios Logísticos (PSL). Por USL entendemos: Empresas que requieren del uso de recursos y servicios logísticos para realizar actividades comerciales y pertenecen a diferentes sectores de la economía del país y según PSL Algunas específicamente en la cadena de Prestadores de servicios. Ejemplo: Integrar almacenamiento, gestión de inventario, transporte, distribución o prestación de servicios específicos de la cadena de suministro que satisfagan necesidades específicas posteriormente conocido como operador logístico (Oficina Nacional de Planificación, 2015). El estudio examinó un total de 52 USL y 273 PSL (PND, 2018).

La *Figura 3.1* se puede ver la distribución del PSL para las diferentes actividades logísticas. En mayor proporción se encuentra la logística terrestre, seguida

de operaciones generales, otros servicios, comercio exterior y marítimo (puerto), almacén, zona franca y aérea.

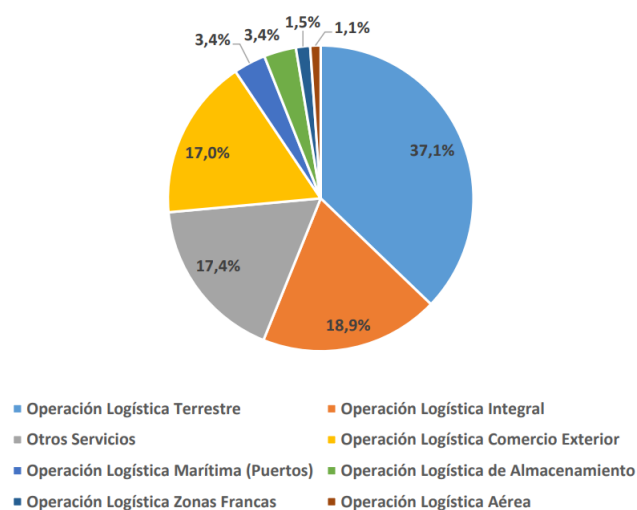


Figura 3.1: PSL por sectores de operación logística en la Región Caribe

Fuente: PND (2018)

Para las USL, la misma distribución por sector se observa en *Figura 3.2* y se clasifica de la siguiente manera:

1. Sector básico: incluye empresas que operan en los sectores minero, agrícola, ganadero e hidrocarburos.
2. Sector Manufactura: incluye empresas industriales que producen bienes.
3. Sector Comercio al por mayor y al por menor: incluye actividades de distribución y venta de productos.
4. Sector proveedores de servicios no logísticos: incluye empresas dedicadas a otro tipo de actividades (medios de comunicación, ingeniería, banca, educación, etc.)

## USL POR SECTORES ECONÓMICOS

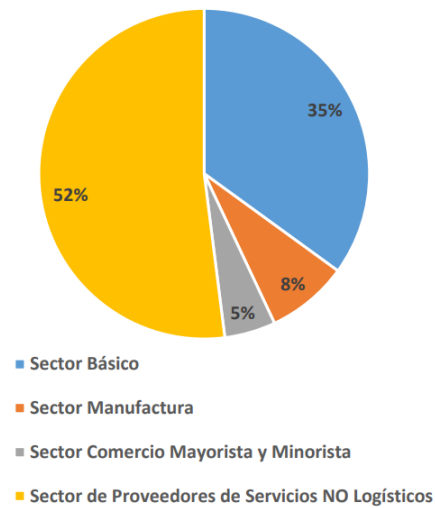


Figura 3.2: USL por sectores de operación logística en la Región Caribe

Fuente: PND (2018)

En cuanto a la calidad de estos servicios de transporte, la puntuación media de las empresas que adoptan los servicios de las empresas de logística es de 6,8 en una escala del 1 al 10, siendo 1 el más bajo y 10 el más alto. La razón de este puntaje se debe principalmente a tiempos de entrega perdidos, falta de tecnología para rastrear las mercancías desde el origen hasta el destino y los altos precios en comparación con los servicios ofrecidos.

Lo anterior, reviste importancia en la necesidad de entender como los operadores logísticos de la región Caribe Colombia en sus distintas tipologías de actividad *Figuras 3.1* y sector de ejecución *Figura 3.2* se encuentran distribuidos con el fin de entender como las tecnologías que actualmente se encuentran aplicando mantienen una línea transversal en los resultado de sus operaciones; del mismo, modo en idear en el imaginario del lector y estudiosos de la presente temática de investigación como se encuentra distribuido y opera el sector.

Tabla 3.3: TICs en los operadores logísticos del departamento del Atlántico

TICs en los operadores logísticos	Disponible	No Disponible
Optimización, planeación y control de transporte (TMS)	57 %	43 %
Gestión de Centros de Distribución (WMS)	28 %	72 %
Sistema de Gestión de Distribución (DMS)	28 %	72 %
Gestión de Transacciones Comerciales / Pedidos (OMS)	28 %	72 %
TMS WMS Integrados	15 %	85 %
Software de gestión y planeación de la demanda	24 %	76 %
Interfaces ERP	33 %	67 %
Software para Gestión de Flotas	45 %	55 %
Sistema de Código de Barras	24 %	76 %
Sistema de Radiofrecuencia	15 %	85 %
Sistema para Facturación / Auditoría	49 %	51 %
Sistema de rastreo y trazabilidad en tiempo real	73 %	27 %
Acceso via Internet para el Cliente	63 %	37 %
Sistema Intercambio Electrónico de Datos (EDI)	24 %	76 %
Sistema de Optimización del Picking	15 %	85 %

Fuente: Ministerio de Transporte, ANI (2019)

### 3.1.4 TECNOLOGÍAS EN LOS OPERADORES LOGÍSTICOS EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

El uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el sector logístico en Colombia debe incrementar el uso de estos avances tecnológicos en las empresas, en particular para asegurar que su implementación tenga un impacto en niveles superiores, mayor eficiencia y eficacia en el proceso logístico. La *Tabla 3.3* muestra el nivel actual de penetración de las TIC aplicadas al sector logístico, en particular su disponibilidad para los operadores logísticos en la región.

Como resultado, se encontró que la tasa de penetración debería superar el 80 % en base a las tendencias de la industria a nivel internacional, pero el nivel de uso de las TIC no es alto porque no se ha logrado implementar ninguna de las TIC analizadas y su nivel de disponibilidad es medio. Puede obtener más información sobre el uso

de las TIC en la logística del transporte en *figura 3.3*, en donde analizamos que la mejor categoría solo supera el 50 % de usos.

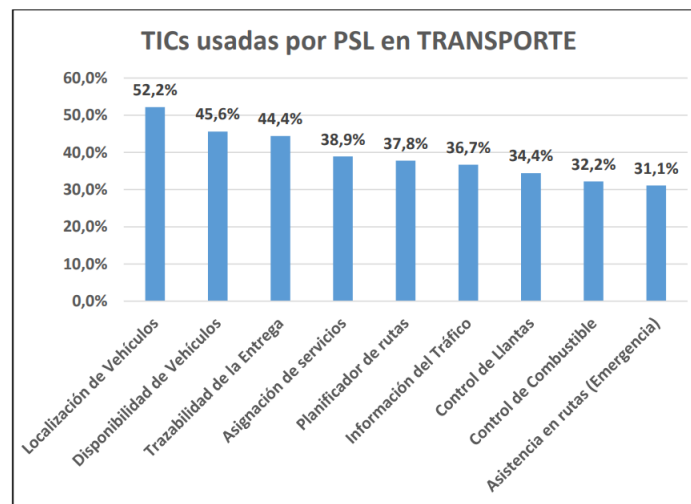


Figura 3.3: TICs utilizadas por los operadores logísticos PSL-USL de la región Caribe

Fuente: PND (2018)

Con respecto al uso de las TIC por los operadores logísticos del Caribe Colombiano, como se ve en *Figura 3.3*, a menudo funciona como almacén y como centro de distribución, como se ilustra dentro de la *Tabla 3.4*. Los porcentaje de uso de los principales sistemas de información mencionados en este campo de actividad científica. Su uso es curiosamente muy bajo y, el porcentaje de USL es más alto que el porcentaje de PSL, y la preparación de PSL debería ser alta, lo que indica un entorno de oportunidad hacia la mejora continua, en la adaptación de sistemas de información que brinden un mejor y más completo servicio a los clientes.

De este modo, la evidencia muestra que Colombia tiene progresos en los aspectos de actualización en los servicios que prestan su sector de operadores logísticos, principalmente las actividades derivadas de los procesos intralogísticos, sin embargo, existe mucho por mejorar en temas de buenas prácticas de gestión, infraestructura, indicadores e implementación de sistemas de información y comunicación para

Tabla 3.4: TICs en los operadores logísticos distribuidos en PSL - USL en la Región Caribe

<b>TICs en centros de distribución</b>	<b>PSL</b>	<b>USL</b>
Captura de Código de Barras	14,8 %	26,6 %
Muelles de carga / descarga a nivel	12,5 %	43,4 %
WMS (Warehouse Management System)	11,4 %	23,1 %
LMS (Labor Management System)	4,5 %	6,9 %
RFID (Radio Frequency Identification)	2,3 %	7,5 %
Picking to Voice (Recolección de Pedidos)	4,5 %	6,9 %
YMS (Yard Management System)	4,5 %	4,0 %
TMS (Transportation Management System)	8,0 %	9,2 %

Fuente: Ministerio de Transporte, ANI (2019)

establecer bases sólidas en los niveles de eficiencia.

## 3.2 DESCRIPCIÓN CASO DE ESTUDIO: OPERADOR LOGÍSTICO DE LA REGIÓN CARIBE COLOMBIANA

El operador logístico modelo de investigación del presente estudio, tiene operaciones en la región Caribe Colombiana, específicamente en el departamento del Atlántico en el área metropolitana del distrito de Barranquilla; se caracteriza como un operador logístico que sufre bajo un esquema de responsabilidad por actividades la red de abastecimiento, para brindar soluciones personalizadas acorde a los requerimientos de los clientes, con una trayectoria de 52 años en la región. Los Servicios que presta la organización están agrupados desde el 2019 en tres áreas:

- Área Masiva: En la que se encuentran especificada actividades como Transporte multimodal nacional, Transporte multimodal internacional, Transporte de

líquidos, Cargas masivas y especiales.

- Área de Distribución: En la que se desarrolla los procesos de: Transporte de mercancías y paquetería, Envíos y entregas e-commerce, Almacenamiento de carga y mercancías.
- Área Automotores: Especifica las actividades entorno a Transporte de vehículos Vehículos rodados, Almacenamiento y alistamiento de vehículos.

### 3.2.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO

La operacionalidad en la que se enfoca el presente proyecto de investigación es el área de distribución que es donde se evidencia la necesidad de mejora en los aspectos concerniente a las actividades intralogísticas del operador logístico. Para atender las operaciones de almacenamiento; recepción, custodia de inventarios, alistamiento, maquila y despacho de acuerdo a requerimientos del cliente, cuenta con 1640 Pisos de Estiba + 2340  $m^2$  a piso y 5000  $m^2$  de bodega en 28 muelles.

Para la finalidad del estudio se tomó el área central de las operaciones de distribución, cabe destacar que esta área es la encargada de satisfacer las necesidades de sus clientes más importantes y cuenta con 70 pisiones de estiba + 100  $m^2$  a piso denominada *Barranquilla Centro*.

#### 3.2.1.1 ESCENA DEL MODELO ACORDE A LA SITUACIÓN ACTUAL

Para colocar en contexto la situación se debe congruir la descripción del modelo con las actividades de los análisis estadísticos y la modelización del banco de datos en la organización y estructurar el mismo acorde a las requerimientos de acción:

- Contextualización del problema.
- Definición de objetivos y variables. mercancías.
- Diseño del experimento y recogida de información.
- Registro y procesado previo de la información disponible.
- Inspección gráfica e identificación de tendencias.
- Consideración de hipótesis distribucionales y relacionales.
- Propuesta de modelización y ajuste del modelo.
- Comparación y selección del mejor modelo.
- Diagnóstico y validación del modelo ajustado.
- Valoración de la capacidad predictiva del modelo y predicción.
- Interpretación y conclusiones.

Los pasos anteriores nos permite llevar la realidad al plano de la simulación, con el fin de incorporar las herramientas combenientes para dar solución a la problemática planteada.

### 3.2.2 CONFIGURACIÓN DEL MODELO

El modelo estudiado presenta las características de base anteriormente abordadas, con el fin de emular el entorno de la realidad lo más identico posible; esta familiaridad entre la simulación y el entorno real permitirá la construcción de escenarios de análisis que propendan por dar cumplimiento al objetivo del presente proyecto. Sin embargo, lo determinante en el modelado son la aproximaciones estadísticas que nos permitiran una toma de decisiones inteligente y acorde a la realidad de la organización.

### 3.2.2.1 ESTADÍSTICOS DEL MODELO

Los estadístico en el modelo basa su análisis en función de cada una de las actividades que se realiza en un periodo determinado en el opoerador logístico, se describen a continuación cada activida de forma general a petición de la empresa objeto de estudio:

- Recepción y gestión de Stock: Diariamente el operador logístico recibe 7 Tractocamiones, en una distribución normal de 3 en el turno diurno y 4 en el turno nocturno. La recepción se cumple con los protocolos establecidos para luego ser transportado internamente al área de almacén.
- Gestión de almacén: Una vez el producto pasa por los primeros controles de recepción, es llevado al almacén para iniciar un proceso de etiquetado, control de calidad y procesos que conllevan a las fases del picking y packing, incluidos en la preparación de pedidos, lo que incluye el embalaje y empaquetado respectivo. Todo el proceso anterior dependiendo del producto puede demorar entre 20 min a 48 horas, también obedece a los requerimientos del cliente, para cumplir con el paso de transporte y distribución.
- Transporte y distribución: En este aspecto se organiza las flotas de transporte que abarcan toda la red de distribución, desde el almacén hasta el reparto de última milla, se presenta una flota heterogénea y su carga para distribución se realiza en un periodo de cada dos horas, a excepción de los despachos especiales acorde a los requerimientos del cliente.

## CAPÍTULO 4

# METODOLOGÍA

---

Se presenta un estudio de tipo cuantitativo, enmarcado en un enfoque epistemológico positivista, es decir, que es basado en análisis de hechos reales que son validados por la experiencia. Esto, da lugar al paradigma empírico-analítico, típico de las investigaciones relacionadas con el campo de la ingeniería, que en su mayoría son aplicadas. Según Hernandez Sampieri (2014), un trabajo de tendencia cuantitativa es secuencial y probatorio, es decir, se trabajará desde un enfoque por fases donde una no puede ser realizada si la anterior no está terminada, porque, se necesitan los resultados parciales para llegar al resultado final con lo que se demuestra cierta dependencia entre las etapas de la investigación. Y, utiliza la recolección de datos para examinar la hipótesis con base en al cálculo numérico y la observación estadística, que lleve a instituir esquemas y experimentar teorías. Seguidamente, se establece que el trabajo será deductivo, porque parte de una visión del fenómeno en general a una particular. Es decir, se va desde las leyes de la teoría a los datos.

En adición a lo anterior, se establece un alcance de investigación correlacional, debido a que se busca finalidad en indagar la analogía o calidad de agrupación que existe entre dos o más variables o factores. Su diseño es de tipo no experimental-transversal, debido a que no se está realizando una manipulación a priori de las variables estudiadas y a su vez, la información se recopiló en un único momento.

La metodología propuesta está trazada con un enfoque disruptivo para la inclusión en las actividades de la empresa. La *Tabla 4.1* describe los factores considerados para lograr los objetivos de la investigación.

Tabla 4.1: Metodología de evaluación y transición

Fase	Características	Procedimiento
Caracterización general de la empresa	Evalúan los componentes del sistemas vertical, horizontal y tecnologías para obtener el valor del índice de inclusión de industria 4.0 actual	Aplicación de instrumentos de medición, pruebas de evaluación, objetividad y confiabilidad
Escenarios objeto de estudios	Estudia la organización para definir proposiciones de empleabilidad	Análisis con diferentes opciones de soluciones
Identificación y evaluación de factores	Se determinan los factores de correlación	Se evalúa e identifican puntos de mejora en los factores determinantes.

Fuente: Elaboración propia

Esta adaptación desarrollada por Pérez (2017) y Orozco E. (2017), debe realizarse necesariamente de forma que revele satisfactoriamente los requerimientos abarcados en los procesos intralógicos de los operadores logísticos, por ello innovar es fundamental. El contenido de cada fase es el siguiente.

## 4.1 CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Esta sección incluye una evaluación general en cuanto a las operaciones de los operadores logísticos, para ello se utilizó el procedimiento definido por Pérez (2017), en el cual sobresalen tres consideraciones en el proceso de caracterización: integración

vertical, la horizontal y como último punto, la usabilidad de tecnologías 4.0, la *Tabla 4.2* las describe.

Tabla 4.2: Mapeo de la estructura organizacional

<b>Consideración</b>	<b>Descripción</b>
Integración vertical	Toma como base el sistema socio-técnico y a los módulos de creación de valor.
Integración horizontal	Se basa en requerimientos de administración de operaciones.
Tecnologías 4.0	Contiene las herramientas estudiadas en el análisis de literatura.

Fuente: Pérez (2017)

El mapeo delimitado en la *Tabla 4.2* concibe en la organización la generalidad, es decir, muestra elementos y procesos destacados, eventos deficientes y áreas críticas del proceso, en consecuencia se detalla la forma ordenada del instrumento empleado para caracterizar los operadores logísticos en función de sus sistemas de integración vertical y horizontal sobre el cuadro de las tecnologías de la industria 4.0. Si queremos conocer más detalles del instrumento utilizado y los datos obtenidos de su aplicación en esta fase podemos observarlo en el *apéndice 1* para mayor información del proceso desarrollado y resultados obtenidos.

Dentro del proceso de integralidad de los datos, para mayor cohesión de la información y obtener la información deseada en el presente estudio que propenda por el cumplimiento del objetivo del mismo, también se aplica el instrumento denominado: Encuesta generadora de carga (Perfil interno) tomado del Proyecto Pilito Corredor Logístico en Última Milla y Logística Urbana en Barranquilla y su área Metropolitana. Barranquilla: informe general al ministerio de Transporte (Orozco E., 2017), el cual se encarga de definir y evaluar los factores predominantes en el resultado de medición del índice organizacional y de esta forma determinar la correlación que tiene

entre ellos y sus indicadores, los cuales determinan los aspectos que corresponden a saber controlar para optimizar continuamente el índice de eficacia organizacional objeto de estudio. Los aspectos específicos de la aplicación de este instrumento pueden detallarse en el *apéndice 2*.

## 4.2 ESCENARIOS OBJETO DE ESTUDIO

Existen diferentes formas de aproximarse al futuro, a preveer las necesidades de una organización y propender por su mejora continua; para el caso del presente estudio se busca metodológicamente construir escenarios a través de la implementación de la simulación como herramienta que permita analizar el impacto en la adaptación de las tecnologías 4.0, definir propuestas de implementación para el análisis de las diferentes opciones de soluciones a la problemática estudiada. Para dar cumplimiento a lo anterior se analizaron tres escenarios posibles conforme a las dinámicas del operador logístico objeto de estudio, los diferentes escenarios son descritos a continuación y su detalle de aplicación, como características pueden observarse en el *apéndice 3*.

### 4.2.1 ESCENARIO ACTUAL

La organización objeto de estudio que se enmarca como referencia de los operadores logísticos del departamento del Atlántico, define tres áreas primordiales en la situación actual que adolecen en materia de sus procesos intralogísticos agrupados denominadas como: área operacional, área de estructura y área de resultados; los cuales establecen las características importantes para dar solución a los aspectos de la cadena de valor inexistente, almacenaje no gestionado, baja inversión tecnológica, carencia de talento humano y la no estructuración de costos vs ingresos, por lo cual se derivan externalidades como altos costos de centros urbanos, incremento en el coste del recurso humano, bajo rendimiento organizacional, la no adopción de nuevas tec-

nologías e índices de eficiencia organizacional por debajo del estándar de la región. Todo lo anterior determinado en la necesidad de construir procesos intralogísticos al interior de la organización con visión de estandares internacionales, en la *figura 4.1* podemos observar como se desarrolla actualmente la actividad intralogística por parte de la organización estudiada, en la cual se evidencia la carencia de las áreas anteriormente descritas y que son fundamentales para la mejora del índice de eficiencia organizacional.

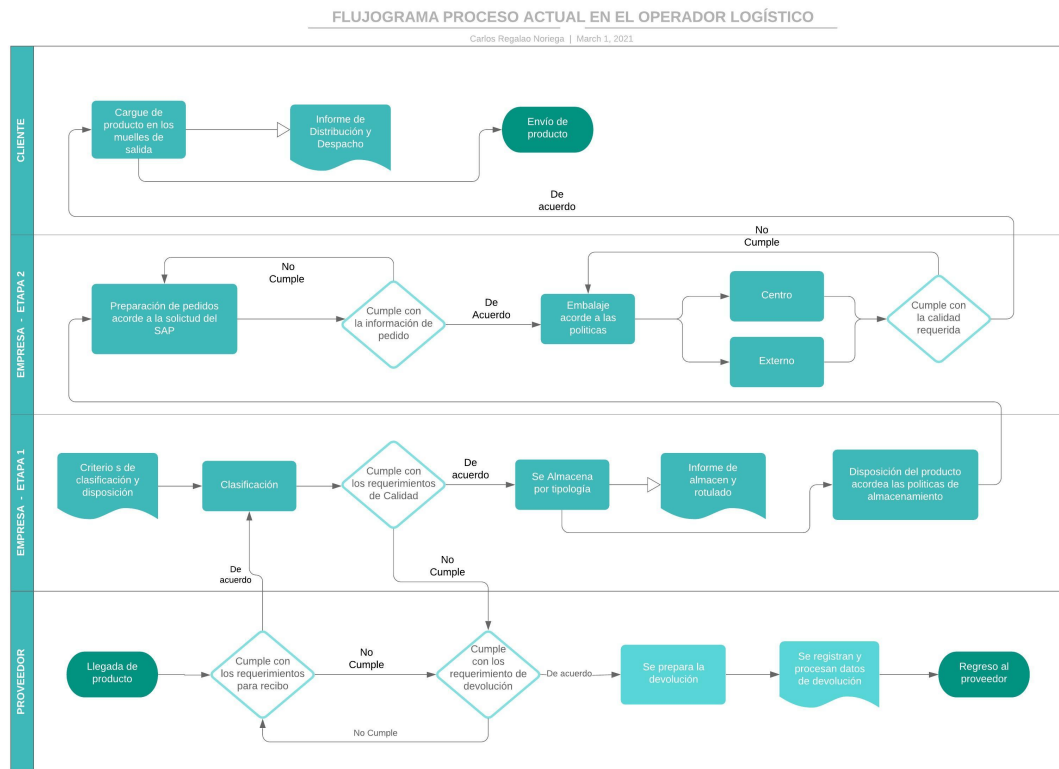


Figura 4.1: Escenario actual de la empresa objeto de estudio

Fuente: Elaboración Propia

### 4.2.2 ESCENARIO CON UNA DISTRIBUCIÓN O LAYOUT DISTINTO

Para el almacenamiento la finalidad fundamental en la mejora continua se focaliza en optimizar el área y conferir a medios de manejo de cargas de gran calado y volumen las actividades promedio. Mientras que en la central de distribución para optimizar los procesos se orienta en un vertiginoso flujo de insumos y en minimización del recurso humano, principalmente en las tareas de *Picking*, como se evidencia en la *Tabla 4.3*. De lo anterior, se visualiza y estudia en el presente escenario, donde se involucran conceptos de distribución de planta, optimización de procesos y reorganización de funciones para dar solución a la problemática de la organización objeto de estudio.

### 4.2.3 ESCENARIO CON TECNOLOGÍA 4.0

En probidad de los cambios que derivaron en la cuarta revolución industrial, se han realizados investigaciones, que trazan escenarios de índices positivos y negativos, en los que se evidencia una sociedad parametrizada en un nuevo paradigma durante la llegada del año 2050 (Castells, 1999). Concurriendo la teoría sobre la tecnología será la encargada de desplazar el recurso humano tradicional en las organizaciones, pero se instituirán nuevas actividades laborales conforme a las necesidades prominentes (Glenn, 2016; Serrano, 2016).

Así, como lo describe Chumaceiro (2016) “el nuevo escenario mundial de globalización ha hecho que las organizaciones se transformen, adapten y desempeñen nuevos roles”. Por lo anterior, las naciones y entes internacionales han presentado crear habilidades para mitigar las consecuencias negativas, tales como el Proyecto Milenio, elaborado con la finalidad de crear una hoja de ruta y valorar los retos futuros que deberá solucionar la humanidad con las tecnologías 4.0 (Glenn, 2016; Serrano, 2016; Cordeiro, 2013).

### 4.3 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE FACTORES

Para la toma de decisiones la evaluación es primordial, por ello, para realizar escenarios a través de la simulación en el mejoramiento de procesos se debe contar con factores definidos y medibles por medio de la evaluación de indicadores que permitan obtener y estudiar los datos oportunos, prever los efectos y excluir las valoraciones subjetivas para el mejoramiento de los procesos. Estos alcances existen concernidos con el evento de aumentar las ocurrencias de los problemas, identificar con mayor precisión las oportunidades con el fin de conocer oportunamente las áreas problemáticas.

#### 4.3.1 INDICADORES

Dentro de la aplicación de intralogística acorde a la organización se pueden definir diferentes criterios en cuanto a los indicadores, esto parte de la razón social de la organización, su campo de operación y fin del mismo, para el caso específico de los operadores logísticos se definen en la *Tabla 4.4*. Sin embargo, dentro del sector logístico en el área o sub-sector de los operadores logísticos, dentro de sus diversos procesos existe un común denominador en la escala de indicadores en cuanto a las características de optimización en el escenario de estudio dentro de sus procesos intralogísticos que deben ser tenidos en consideración en el respectivo estudio como se establecen en la *Tabla 4.3*.

#### 4.3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LOS FACTORES

La operacionalización en cuanto a los indicadores y factores de los operadores logísticos se define y describen en la *Tabla 4.4* y *Tabla 4.5* respectivamente, donde se evidencia la característica y componente de cada factor, también se relaciona los indicadores de medición que emplea cada uno de ellos.

Tabla 4.3: Características de optimización en el escenario de estudio

	<b>Almacén</b>	<b>Centro de Distribución</b>
<i>Función principal</i>	Gestión de almacenaje y disposición del inventario	Gestión del flujo de los productos
<i>“Cost Driver” Principal</i>	Espacio e instalaciones	Transporte, Mano de obra
<i>Ciclo de Pedido</i>	Meses, semanas	Días, horas
<i>Actividades de Valor añadido</i>	Puntuales, en rotación cíclica	Forman parte intrínseca del proceso
<i>Expediciones</i>	Bajo demanda del cliente y proveedores	Acorde a pedidos
<i>Rotación del inventario</i>	3, 6, 9, 12 horas	12, 24, 48, 96, 120 horas

Fuente: Elaboración propia

La *Tabla 4.4* desarrolla las características de los indicadores propios evaluados en el entorno de las actividades Intralogísticas definidas y estudiadas en el *capítulo 3* del presente proyecto; los mismos, son empleados en la legislación colombiana en materia de productividad y competitividad del sector de los operadores logísticos, con el cual se definen los insumos de medición de los índices de eficiencia organizacional, de esta forma se da trazabilidad a la información obtenida de los escenarios estudiados y se evalúa debidamente cada uno de ellos, evidenciando la denominada integralidad de los datos, lo cual permite darle base científica y de calidad a la información analizada en el presente proyecto.

Tabla 4.4: Indicadores de los operadores logísticos

Ítem	Indicador	Descripción
1	Certificado de proveedor	Se entiende como las características que debe cumplir el proveedor en los suministros y materia prima acorde a los lineamientos del operador logístico.
2	Calidad de pedido	Esta determinado por los requisitos del cliente y las normas vigentes.
3	Volumen de compras	Demanda versus oferta del producto.
4	Entrega perfecta recibida	Basada en la filosofía del Justo a tiempo.
5	Tiempo de inventario	Política estándar de tiempo de ejecución en las actividades de inventario en las operaciones intralogísticas.
6	Eficiencia en los despachos aduaneros	Control y seguimiento acorde a la legislación colombiana - DIAN
7	Calidad de infraestructura	Se define como el torno al lugar de operación y maquinaria utilizados para los procesos del operador logístico.
8	Calidad de transporte	Se describe como el tipo de flota propia y subcontratada que cuentan los operadores logísticos para sus actividades.
9	Puntualidad de los despachos	Se determina acorde a los parametros de la organización.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.5: Operacionalización de los factores

<b>Factor</b>	<b>Indicador</b>	<b>Características</b>
<b>Gestión de la Información</b>	Los ítems: 3 y 5	Es utilizado para dar respuesta a las necesidades de la empresa, en la toma de decisiones, análisis de procesos o de los grupos de servicio. Apoyo en la decisión, asentado en los datos que se generan de salidas autorizadas, es prioritario establecer el crecimiento en el volumen de exploración en los entes que establecen y proponen las estrategias, mecanismos de control, evaluación y las políticas.
<b>Planeación Estratégica</b>	Los ítems: 4, 5, 8 y 9	Es la transformación, mejora y gestión de marcha de diferentes procedimientos operacionales par las organizaciones, con la finalidad de cumplir las metas y objetivos establecidos. Los planes se enmarcan en un lapso de corto, mediano o largo plazo.
<b>Subcontratación</b>	Los ítems: 4 y 8	Es el convenio que una organización realiza con otra, con la finalidad que la última ejecute los servicios para los que fue contratada la primera.
<b>Modelo de Negocio</b>	El ítem 1	Es una técnica que detalla de modo lógico la estructura de una organización y su aporte de valor en vocablos culturales, sociales, económicos, entre otros.
<b>Barreras logísticas</b>	El ítem 7	Es la medida de relevancia en los procesos de los operadores logísticos de obstáculos que se presentan en el mismo. Por ejemplo: (Horarios, planes urbanos, entre otros).
<b>Costo</b>	Los ítems: 2, 4 y 5	Es la medida de relevancia en los procesos de los operadores logísticos en los costos ante imprevistos en la distribución urbana de mercancías.
<b>Riesgo</b>	Los ítems: 3 y 6	Es la medida de relevancia en las operaciones en los eventos de probabilidad extrema que generan un efecto adverso a todo el proceso.
<b>Estrategia de distribución</b>	Los ítems: 8 y 9	Es el grado de relevancia en las operaciones en las decisiones a la hora de planear el proceso de distribución.

Fuente: Elaboración propia

En el entorno de los aspectos desarrollados en la *Tabla 4.5*, se definen los factores que son producto de control de los indicadores, para ello se evidencia la tipología desarrollada en América Latina para el sector, punto estudiado en el capítulo anterior; lo que permite al incluirlo en los insumos de evaluación de los índices de eficiencia organizacional, una adaptación más sencilla en función de las tecnologías a implementar para tal fin. De este modo los datos obtenidos permiten identificar los puntos de mejora en la toma de decisiones en la implementación de los aspectos inherentes, en la aplicación de posibles soluciones a la problemática plantea como estudio y análisis en la presente investigación.

### 4.3.3 IDENTIFICACIÓN MATEMÁTICA

La identificación matemática esta defina por las fórmulas utilizadas por el Ministerio de Transporte en Colombia a través de las acciones de planear, recoger, procesar, analizar y difundir las estadísticas oficiales colombianas (DANE, 2018). Las cuales están establecidas y definidas como:

- Eficacia: El resultado será el porcentaje que la organización estimará de manera comparativa, es decir, se ubica en los percentiles bajos la comparativa será ineficaz, mejorando este ítem a media que ascienda hasta acercarse al 100 %.

$$\text{Eficacia} = (\text{Resultado alcanzado} * 100) / (\text{Resultado previsto})$$

- Eficiencia: Igual que en el caso de la eficacia, la evaluación de la eficiencia se desarrolla a partir de una tabla, de modo que los resultados más bajos indicarán una escasa eficiencia y viceversa.

$$((\text{Resultado alcanzado} / \text{costo real}) * \text{Tiempo invertido}) / ((\text{Resultado previsto} / \text{costo previsto}) * \text{Tiempo previsto})$$

- Efectividad: El porcentaje resultante reflejará el grado de efectividad de la acción medida.

$$((\text{Puntuaje de eficiencia} + \text{Puntuaje de eficacia}) / 2) / (\text{Máximo puntuaje})$$

El Ministerio de Transporte en Colombia define que los indicadores de eficiencia, eficacia y efectividad se encuentran estrictamente conectados con la productividad y el ejercicio organizacional, no obstante, el cotejo admite alcanzar una radiografía fundamental hacia la planificación estrategia de las organizaciones (García, 2019). Consecuentemente, su correcto cómputo ayuda en diversos aspectos:

- Para evaluar el desempeño profesional. Con estos indicadores se saca a la luz la diligencia con la que cada empleado está llevando a cabo sus funciones, lo que permite diseñar un plan de formación, promoción o incentivos acorde para potenciar que los trabajadores sean más eficientes.
- Para ajustar los recursos y plazos. Gracias a estas fórmulas se obtiene información sobre la adecuación de los costes, la materia prima y los tiempos empleados, permitiendo reajustar estos elementos a las necesidades reales.
- Para establecer los objetivos empresariales de forma óptima. Al conocer el verdadero funcionamiento de la compañía, los directivos podrán marcar una hoja de ruta para el futuro con mayor exactitud.
- Para ser más competitivos. Al ajustar todos los anteriores aspectos, la organización experimenta una mejora continua que le permite escalar posiciones dentro de su sector.

Teniendo en cuenta lo anterior, las fórmulas descritas son adaptadas en el *capítulo 5* apartado *5.3 Evaluación* a cada uno de los escenarios objeto de estudio del presente proyecto de investigación, las cuales dan respuesta al análisis de los indicadores estudiados para medir la eficiencia organizacional en la implementación de industria 4.0 de los operadores logísticos objeto de estudio y los resultados obtenidos en la *Tabla 5.1*.

#### 4.3.4 ESTUDIO DE LOS KPIs DESDE LA VARIACIÓN DEL ANÁLISIS EXPERIMENTAL

Acorde a Hernandez Sampieri (2014), un experimento alcanza el control ante dos premisas fundamentales:

- Varios grupos de comparación (dos como mínimo).
- Equivalencia de los grupos en todo, excepto en la manipulación de variables independientes.

Lo anterior, es cumplimiento de la presente investigación la experimentación desarrollada evidencia la presencia de tres grupos definidos en los escenarios analizados, de esta forma es viable la medición de los indicadores en función de los factores de análisis a través de los efectos que tiene la manipulación de las variables independientes sobre las variables dependientes. Del mismo modo, es requerido que los grupos analizados cumplan la premisa de ser estrechamente equivalentes, para obtener fiabilidad que los efectos estudiados en las variables dependientes responden de forma afirmativa a la manipulación sobre las variables independientes.

En otras palabras, es necesario la equivalencia en los grupos analizados para obtener la certeza que las variables de respuesta dependientes deben sus variaciones de las independientes y no a eventos distintos de la experimentación. Lo anterior, es base para la formulación de las ecuaciones matemáticas descritas en el *capítulo 5 Aplicación y Resultados* en su ítem *5.3 Evaluación*, los cuales dan resultado a los valores obtenidos en la *Tabla 5.1*.

## CAPÍTULO 5

# APLICACIÓN Y RESULTADOS

---

Esta sección, presentan los resultados del instrumento aplicado y a partir de ello las soluciones acorde al modelo de simulación vía optimización a los operadores logísticos del presente proyecto, haciendo énfasis en la organización referencial de estudio. El estilo de aplicación para obtener los resultados estudiados en el presente capítulo, se direcciona en la metodología desarrollada en el capítulo anterior, en la cual se realizó por medio de un muestreo aleatorio simple un criterio de fijación proporcional. Sin embargo, es claro que el cumplimiento de supuestos estadísticos en los análisis es vital para la utilidad de las inferencias del estudio.

En la primera subsección, se establece un panorama general de cómo se encuentra el operador logístico elegido como objeto de estudio en relación a los componentes evaluados en los instrumentos de investigación. Seguidamente, se establece cómo son las relaciones entre los factores de los escenarios recomendados y se termina con un análisis de impacto de los escenarios asociados a los mismos, es decir, se parte del principio que las inferencias basadas en los datos obtenidos vienen de un instrumento que tiene cohesión, coherencia, fiabilidad y validez, que son características de una herramienta de investigación.

Cabe resaltar que estos instrumentos fueron validados en el marco del proyecto, las deducciones se hallan estimados en los subsiguientes apartados:

- **Instrumento:** El instrumento usado en el presente estudio de investigación se define en dos categorías: El primero es una adaptación del instrumento desarrollado en la investigación sistemas de integración vertical y horizontal en el marco de industria 4.0: Evaluación y desarrollo, donde se muestra el conjunto de los reactivos contenidos para la obtención de datos en áreas específicas relacionadas con los sistemas de integración vertical y horizontal, así como el desarrollo y uso de tecnología, otorgando al presente proyecto de investigación la herramienta base para la delimitación de los factores de estudio del modelo a emplear. El segundo, se adapta de la encuesta de generadores de carga (Perfil Interno) tomado del proyecto piloto corredor logístico en última milla y logística urbana en Barranquilla y su área metropolitana. Barranquilla: informe general al ministerio de transporte, tienen su finalidad y en su mayoría fueron adaptaciones al medio geográfico de la investigación de las herramientas usadas en el proyecto Logport (Financiado por el sistema general de regalías de Colombia por intermedio de Colciencias).
- **Escenarios:** Los escenarios se definen como los eventos que se pueden presentar o dislumbrar en las posibilidades de aplicar o no el modelo de simulación vía optimización, los cuales se definen en el *capítulo 4 sección 4.2 Escenarios objeto de estudio*.
- **Evaluación:** Se fundamenta en los efectos de las pruebas de validación, confiabilidad y objetividad del modelo de simulación, este apartado puntualiza la autenticidad para la elaboración de deducciones precisas y concretas, las cuales se evidencian en el *ítem 5.3* del presente capítulo.
- **Análisis de la Investigación:** Muestra la observación de la organización objeto de estudio de los operadores logísticos en el departamento del Atlántico perteneciente a los efectos del análisis, la exploración de modelo de simulación, las sugerencias para su avance a las tecnologías 4.0, detallado en los números *5.3.1 y 5.3.5* del presente capítulo y la tabla 5.1 *Tabla de análisis de los escenarios proyectados*.

A continuación se puntualizan los resultados.

## 5.1 INSTRUMENTO

El objetivo del diseño del instrumento de medición, es obtener resultados en las tres vertientes planteadas en el presente proyecto de investigación:

- Integración vertical.
- Integración horizontal.
- Aplicación de tecnologías.

Los primeros dos son considerados de manera sistemática, mientras que el tercero, considera el carácter implícito en los dos primeros, formando parte del plan de obtención de información, el cual se orienta en conseguir datos útiles a través de una sucesión sistemática. El *apéndice 1* muestra como están interrelacionadas las categorías, analizando ítems de criticidad para establecer la estructura de valorar y contraer algunos reactivos, acorde al proyecto sistemas de integración vertical y horizontal en el marco de industria 4.0: Evaluación y desarrollo, el *apéndice 2* muestra el instrumento utilizado en la presente investigación respecto al topico definido.

En continuidad se exponen las etapas de diseño en la herramienta de medición (Hernandez Sampieri, 2014).

### 5.1.1 DISEÑO DEL INSTRUMENTO

Para diseñar instrumentos que otorguen respuesta a las necesidades de la investigación se debe diagramar en función de la estructura que pretenda delimitar la misma como una herramienta de utilidad y usabilidad genuina, acorde a los parámetros de:

- Redefiniciones fundamentales.
- Revisión enfocada en la literatura.
- Identificación del dominio de las variables a medir y sus indicadores.
- Toma de decisiones clave.
- Construcción del instrumento.
- Prueba piloto.
- Elaboración de la versión final del instrumento, su procedimiento de aplicación e interpretación.
- Entrenamiento del personal que va a administrar el instrumento y calificarlo.
- Obtención de las autorizaciones para la aplicación del instrumento.
- Administración del instrumento.
- Preparación de los datos para el análisis.

### 5.1.2 OBJETIVIDAD

Es el nivel en que la herramienta de evaluación permite o desestima la influencia sobre las holguras y propensiones emitidas por los investigadores que gestionan, evalúan y descifran (Hernandez Sampieri, 2014).

Se sintetiza el nivel en que una herramienta calcula efectivamente la variable que intenta medir (Hernandez Sampieri, 2014). La objetividad considera como atributo primario en adelante a los ensayos de confiabilidad y validación en avíos de valoración, con la finalidad de diferenciar características asociadas incorrectamente con los sucesivos estudios. La objetividad exhibe efectos de una actividad dual con

la contrastación de juicios e ideas empíricos, y en la intersubjetividad en que se admiten la reconstrucción de ideas como legítimas con un convenio supuesto sobre el objeto de estudio con evaluaciones subjetivas.

Para determinar el objetivo de la herramienta de evaluación se establecieron y da a conocer las revelaciones del objeto de estudio, no dependientes del observador, en la que se evidencia cada agente mezclado como concurrente único, bajo el suceso de instituir juicios sobre sus aserciones, de modo que el convenio supuesto de estimación, excluye diferencias entre observadores.

- **De contenido:** se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide.
- **De criterio:** se establece al comparar sus resultados con los de algún criterio externo que pretende medir lo mismo.
- **De constructo:** es probablemente la más importante, sobre todo desde una perspectiva científica, parte del grado en el que las mediciones del concepto proporcionadas por el instrumento se relacionan de manera consistente con mediciones de otros conceptos o variables vinculadas empírica y teóricamente.
- **De expertos:** grado en que aparentemente un instrumento mide la variable de interés, de acuerdo con expertos en la variable en cuestión, de acuerdo con voces calificadas.

### 5.1.3 CONFIABILIDAD

Es el grado de una herramienta utiliza para generar efectos sólidos y coherentes (Hernandez Sampieri, 2014). Para le presente estudio se ha utilizado el *alfa de Cronbach* en la medición de la consistencia interna, situando las derivaciones a partir de varianzas o por medio de las similitudes entre reactivos, en este caso se empleó

la siguiente fórmula:

$$\alpha = [k/k - 1][1 - \sum_{i=1}^k S_i^2/S_t^2] \quad (5.1)$$

**Donde:**

- k: es el número de reactivos.
- i=1: define el índice al que se le asigna un valor inicial llamado límite inferior, en este caso 1
- $S_i^2$  : es la varianza de cada ítem
- $S_t^2$  : es la varianza del instrumento

La prueba de confiabilidad se realiza por medio del suministro de los instrumentos de medición, para probar su efectividad en el sector de los operadores logísticos, para ello se realizó una evaluación en la que se incluyeron diversas organizaciones del sector, un total de 44 agentes participaron de los cuales, en una revisión crítica se selecciono la organización objeto de estudios por adoptar las características principales y adaptables a las otras organizaciones del sector. Esta prueba se realizó por medio del alfa de cronbach obteniendo los siguientes resultados:

$$\alpha = 99.8 \quad (5.2)$$

Comparando el resultado de acuerdo a la escala observada y el detalle de los cálculos en el *apéndice 2* consigue aseverarse que el orden del instrumento de evaluación con asiento al discernimiento de confianza se establece en la categoría de excelente.

Una vez establecidas las evaluaciones de objetividad, validez y confiabilidad se estructura el análisis de los escenarios que a continuación se presentan.

## 5.2 ESCENARIOS

La presente sección muestra los tres escenarios estudiados en el presente proyecto, concerniente a la viabilidad de implementar tecnologías 4.0 en las actividades intralogísticas para los operadores logísticos, en cada escenario se aplica como herramienta de simulación el *Software Flexsim* definido en el *apéndice 3* y desarrolla la situación problema estudiada con sus resultados distintivos, definidos a continuación:

- Aspecto Proveedores: Este ítem define las capacidades, relación, comunicación e integración que tiene la empresa objeto de estudio con las organizaciones que le proveen los insumos para su operación.
- Aspecto Organización: Define los aspectos inherentes a la intralogística al interior de la empresa, sintetiza el objeto de estudio del presente proyecto de investigación; se define como el ítem que contiene los aspectos de mejora y adecuación de los diferentes escenarios que pueden diseñarse.
- Aspecto Cliente: Desarrolla las variable dependientes e independientes en función de los requerimientos del producto y las necesidades del cliente; permite medir el indicador de eficiencia organizacional y los parámetros para el mismo.

### 5.2.1 ESCENARIO ACTUAL

EL operador logístico objetivo de análisis de la presente investigación, estima un manejo logístico de sus actividades intralogísticas, ver *figura 5.1*, en función a los productos que operacionaliza a corde a las necesidades de sus clientes, por lo cual divide sus operaciones en dos aristas denominadas:

1. Carga Centro: Desarrolla las operaciones en el dentro de la ciudad de Barranquilla.

2. Carga Externa: Operacionaliza las actividades en los municipios del Atlántico y otras regiones del país, que respondan a las necesidades de los clientes.

Para efectos de este trabajo se concentra el detalle de las actividades intralógicas de carga centro correspondiente a la operación de la ciudad de Barranquilla específicamente el almacenamiento, cargue y descarga para los tres aspectos definidos anteriormente.

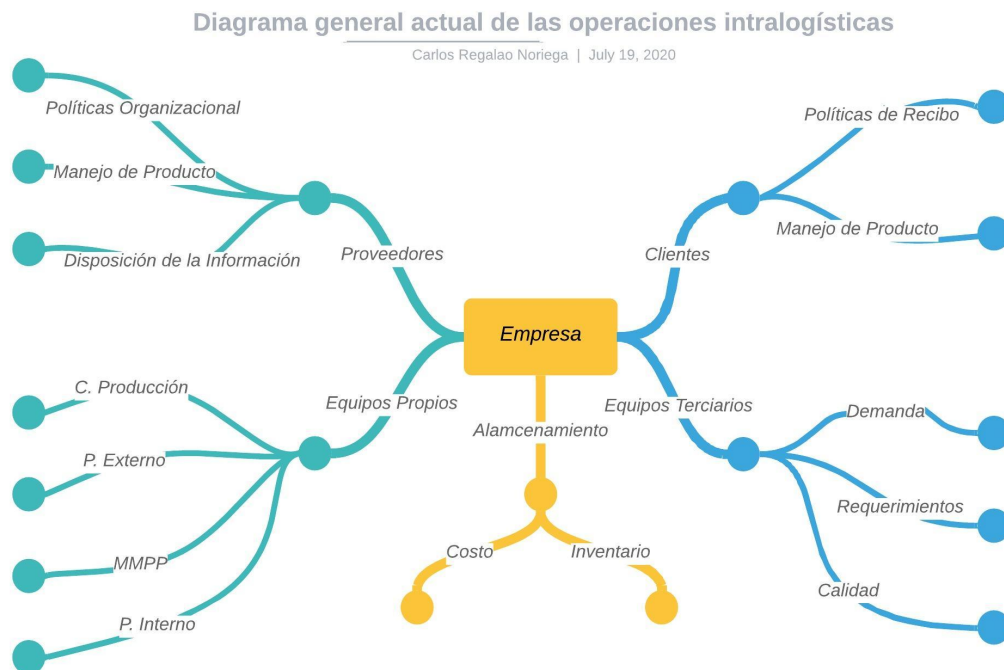


Figura 5.1: Diagrama general de la situación actual intralógica

Fuente: Elaboración Propia

Los procesos intralógicos que utiliza la organización no cuenta con una metodología reconocida ni una normalización estricta para reducir, mejorar y controlar sus procesos, en realidad no contemplan la existencia de procesos intralógicos, sus necesidades de control y mejora continua, son englobados en la logística empresarial a través de su cadena de suministros activa, ver *figura 5.2*. Actualmente las operaciones se gestionan de forma empírica y se lleva un registro detallado de forma rudimentaria con protocolos y formatos creados al interior de la organización sin

ninguna normalización y control de los mismos.

Igualmente, la inclusión de tecnología se ha realizado de forma empírica y aislada, lo que ha permitido tener un éxito fragmentado, debido que la empresa es competitiva en algunos aspectos como el almacenamiento y cadena de abastecimiento, pero demuestra grandes aspectos de mejora en sus procesos de carga, como en la actualidad, con la adquisición de brazos robóticos para la automatización de sus procesos de cargue, sin embargo, no han podido ejecutar de forma exitosa la apropiación de esta tecnología.

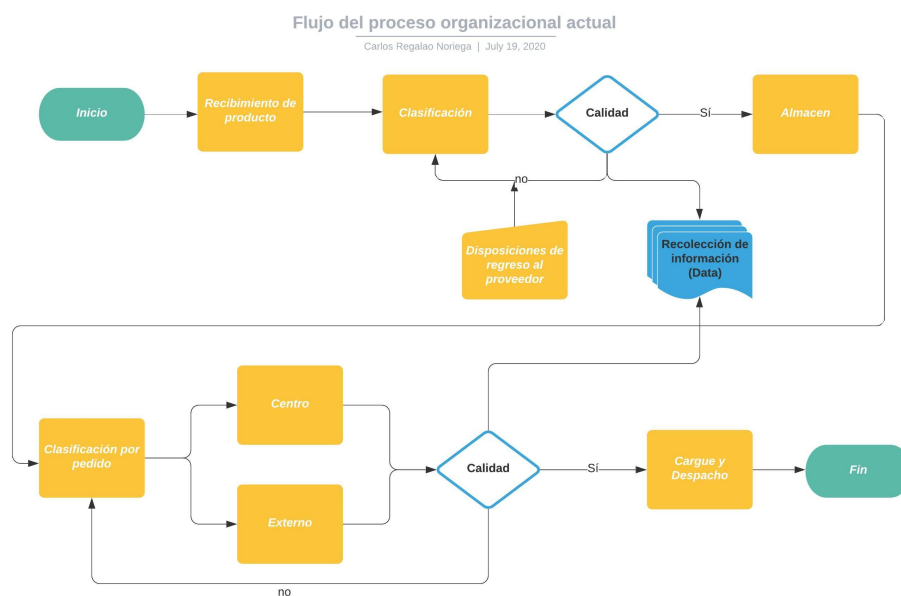


Figura 5.2: Diagrama actual del proceso intralógico dentro de la cadena de suministro de la organización

Fuente: Elaboración Propia

De lo anterior, se desglosan los siguientes dos escenarios, que con el estudio de los mismos se busca a través de la implementación de un modelo de simulación vía optimización, dar respuesta a la interrogante de la organización y del presente proyecto de investigación.

### 5.2.2 ESCENARIO CON UNA DISTRIBUCIÓN O LAYOUT DISTINTO

Este escenario contempla las características del escenario actual descrito anteriormente del operador logístico, con la variante de una distribución de plata como solución a la problemática estudiada . Se consideran aspectos básicos y complejos de layout, con el fin de brindar una alternativa rápida de solución a los operadores logísticos, como se demuestra en la *figura 5.3*.

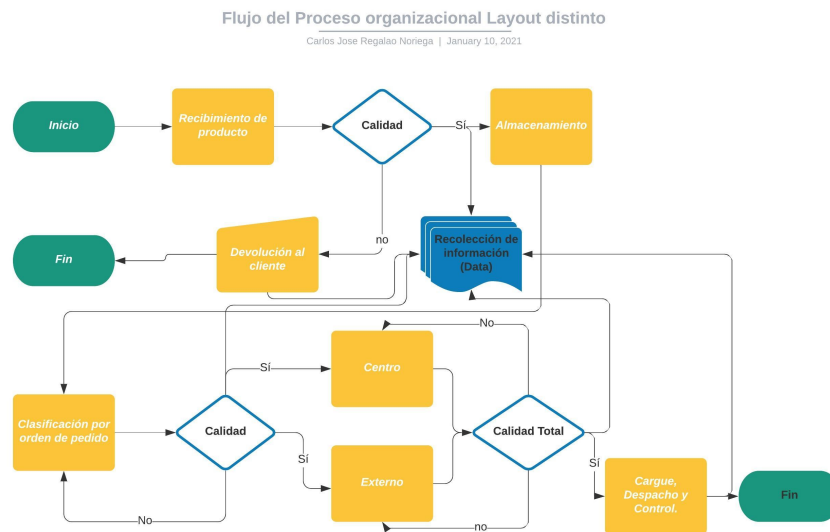


Figura 5.3: Diagrama del proceso intralogístico dentro de la cadena de suministro de la organización con Layout distinto.

Fuente: Elaboración Propia

La *figura 5.3*, evidencia las características del operador logístico con los factores de la operación enmarcados en una metodología de *layout* distinto, donde permite mejorar aspectos de capacidad de recepción y almacenaje de producto, sin embargo, no permite dar la solución más adecuada a los procesos de almacenamiento de producto terminado, debido que mantiene los resultados de las variables del escenario actual de la organización y las mejoras del proceso de cargue y descargue no son significativas como se muestra en la *Tabla de análisis 5.1*.

### 5.2.3 ESCENARIO CON TECNOLOGÍA 4.0

El escenario actual del operador logístico empleando tecnologías de la industria 4.0 nos permite observar una mejora sustancial por medio de los indicadores que dan resultado al análisis de cada escenario estudiado definidos en el ítem 5.3 *Evaluación*, permitiendo mejorar las actividades de almacenamiento, carga y descarga de una forma porcentual sostenida, los factores involucrados que muestran un mejor desempeño como se evidencia en la *figura 5.4* teniendo en cuenta los efectos derivados de la *Tabla 5.1* denominada: análisis de escenarios proyectados.

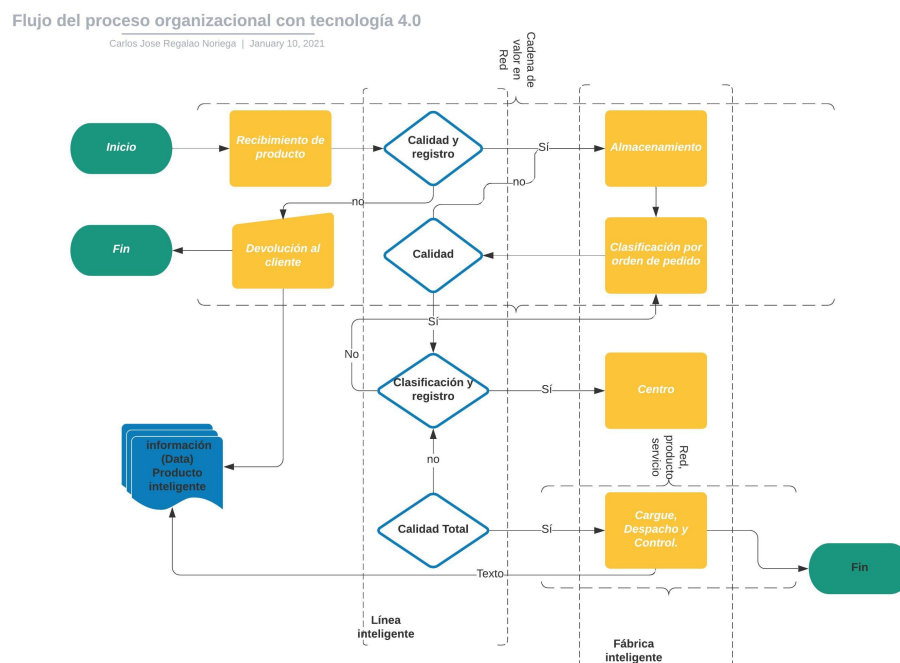


Figura 5.4: Diagrama del proceso intralogístico dentro de la cadena de suministro de la organización con tecnología 4.0

Fuente: Elaboración Propia

La *figura 5.4* describe el funcionamiento de los procesos intralogísticos del operador logístico involucrando tecnología 4.0, en el se evidencia cambios sustanciales en los procesos. Detalla los resultados que obtiene el operador logístico al aplicar este tipo de tecnología, los resultados en función a los factores estudiados y el incremento

gradual de los indicadores de eficiencia organizacional, estableciendo el escenario como el ideal para dar solución a las problemáticas de los operadores logísticos estudiados en el presente proyecto de investigación, representados en la *Tabla de análisis 5.1*.

Los anteriores escenarios descritos, muestran las necesidades del operador logístico objeto de estudio en un esquema de solución descriptiva e ilustrativa en base a los cálculos y procedimientos realizados para tal fin, los cuales pueden ser consultados para mayor precisión o réplica de los mismos en el *apéndice 3*.

### 5.3 EVALUACIÓN

En esta sección, presentan los resultados de la herramienta aplicada y de la simulación vía optimización al operador logístico objeto de estudio, únicamente. Las encuestas realizadas a la organización, se direcciona en la metodología del presente estudio, en la cual se dió cumplimiento a los supuestos estadísticos en los análisis que es vital para la utilidad de las inferencias del estudio.

En la primera subsección, se establece un panorama general de cómo se encuentran los operadores logísticos objeto de estudio en relación a los componentes evaluados en los instrumentos de investigación. Seguidamente, se establece cómo son las relaciones entre los factores de los procesos intralogísticos en la inclusión u adopción de las tecnologías de la industria 4.0 y se termina con un análisis de impacto hacia la eficiencia organizacional, es decir, se parte del principio que las inferencias basadas en los datos obtenidos vienen de un instrumento y un proceso de simulación que tiene cohesión, coherencia, fiabilidad y validez, que son características de una herramienta de investigación. Cabe resaltar que el instrumento se adoptó del proyecto sistemas de integración vertical y horizontal en el marco de industria 4.0: Evaluación y desarrollo (Pérez, 2017) y la encuesta: generadores de carga (Perfil Interno) tomado del proyecto piloto corredor logístico en última milla y logística

urbana en Barranquilla y su área metropolitana (Orozco E., 2017).

Aclarado los aspectos de la evaluación se define para tal fin el análisis matemático con base a las fórmulas para calcular la eficiencia organizacional adaptadas de las fórmulas definidas por el Ministerio de Transporte colombiano explicadas en el *capítulo 4* en su apartado *4.3.3 Identificación matemática* que delimitan los resultados de la *tabla 5.1* análisis de los escenarios proyectados, por lo cual se define:

Eficacia del escenario: El efecto resultante medido en proporción en la valoración que ejerce el operador logístico de carácter comparativo, es decir, si se establece sobre los percentiles menores el trabajo resulta ineficaz, optimando esta capacidad acorde incrementa hacia el 100% acorde a los reactivos establecidos en los instrumentos de la presente investigación. La fórmula se establece como:

$$Ee : (Re * 100) / Rpa$$

Donde:

- Ee : Eficacia del escenario
- Re: Resultado alcanzado en el escenario
- Rpa: Resultado previsto actual

Eficiencia del Escenario: Igual que en la medición de la eficacia del escenario, valorar la eficiencia en los escenarios se evalúa por medio de los reactivos, de modo que los percentiles menores el trabajo resulta ineficaz e indicarán una baja eficiencia y viceversa.

$$Efe : ((Re/Cr) * Ti) / ((Rpa/Cp) * Tp)$$

Donde:

- Efe: Eficiencia del Escenario

- Re: Resultado alcanzado del escenario
- Cr: costo real
- Ti: Tiempo invertido
- Rpa: Resultado previsto actual
- Cp: costo previsto
- Tp: Tiempo previsto

Efectividad del escenario: El porcentaje resultante reflejará el grado de efectividad del ejercicio evaluado.

$$Eft : ((Efe + Ee)/2)/Mpa$$

Donde:

- Eft: Efectividad del escenario
- Efe: Puntaje de eficiencia
- Ee: Puntaje de eficacia
- Mpa: Máximo puntaje actual

De la aplicación de las fórmulas estudiadas anteriormente, la investigación realizada define los factores de relevancia en el manejo de la eficiencia organizacional por medio de los estadísticos de análisis de la aplicación de la simulación vía optimización para los procesos intralogísticos del operador logístico desde su perfil de sistemas de integración vertical y horizontal en el marco de industria 4.0 y el perfil interno de generación de carga.

Para dar cumplimiento al anterior apartado se estima el diagnóstico en la situación actual de los factores en los procesos intralogísticos sobre la inclusión de

tecnología 4.0, donde se evidencia el análisis estadístico de las distintas variables de correlación de factores, los cuales se componen de las variables que son insumo de variantes en la simulación vía optimización y permiten determinar los factores que impactan en mayor medida en los índices de eficiencia organizacional de la organización objeto de estudio.

Posteriormente, se evidencia la correspondencia real entre los agentes examinados, la inclusión de tecnología 4.0, finalizando con el impacto que generan los mismos en el índice de eficiencia organizacional, dando cumplimiento al objetivo planteado en el presente estudio y validando los hallazgos encontrados en la aplicación de los instrumentos y la validación en la simulación vía optimización en cada escenario propuesto.

### 5.3.1 TABLA DE ANÁLISIS DE LOS ESCENARIOS

La *Tabla de análisis 5.1*, nos presenta la comparación de resultados entre los factores en concordancia con los indicadores que interactúa y como estos varían acorde al escenario en que se emplean, con lo cual podemos determinar que la inclusión de tecnologías 4.0, se convierte en una opción favorable de solución al objetivo del presente proyecto.

De lo anterior, podemos determinar que los factores definidos por la aplicación de los instrumentos guardan relación directa con el índice de eficiencia organizacional, teniendo en cuenta los resultados detallados en la *Tabla 5.1* el escenario de tecnología 4.0 en relación con los otros escenarios, se determina que es imperativo invertir en la aplicación de tecnologías 4.0, las cuales permitirán al operador logístico objeto de estudio obtener una mejora gradual y consistente de su índice de eficiencia organizacional.

También, se definen los factores de análisis relevantes para la inclusión de tecnologías de la industria 4.0 que se identifican como los primordiales en el impacto del

índice de eficiencia organizacional, tales como: Gestión de la información, Modelo de negocio y Barreras logísticas, siendo éste último el que más se beneficia de la adopción de las nuevas tecnologías dentro de las actividades intralogísticas, representando un aumento en lo concerniente a la calidad de infraestructura estimado en un 90.45 %. Lo cual permite deducir que la realidad de los operadores logísticos en materia de eficiencia organizacional adolece en gran medida su problemática en la falta de inversión en su infraestructura, en especial mención su infraestructura tecnológica.

La recolección de datos de la *Tabla 5.1* acorde a la complejidad que establece el desarrollo de un análisis estadístico profundo que presente como solución la confiabilidad de la representación en la diferenciación los distintos factores que afectan el sistema, se aplicó en los resultado de los distitnos escenarios la estimación como mecanismo base para determinar la distribución teórica de probabilidad y los valores iniciales para poner en marcha el modelo en cada escenario planteado. Cada uno de los valores de entrada para la experimentación con el modelo para cada escenario se estableció de forma primaria en función de las estimaciones encontradas en la aplicación de los instrumentos.

Se utilizan diversos mecanismos para asegurar que los escenarios desarrollado contenga todos los elementos propuestos y que las actividades representadas se ajusten a la finalidad de la investigación. En primer lugar, desde el inicio del proyecto, se realizó un trabajo riguroso para perfeccionar el modelo paso a paso. Como premisa, la construcción se realizó de acuerdo con los pasos del proceso descritos en el *Capítulo 1 numeral 1.5 Metodología* y diseñado durante la investigación. La simulación no puede representar con precisión el sistema de destino, pero debe asegurarse de que el modelo desarrollado refleje el comportamiento del sistema. Las animaciones generadas por el software flexsim se apoyan en la visualización de variables y factores, considerándose una herramienta eficaz para determinar que el modelo representa la realidad, al menos en términos del entorno visual.

Tabla 5.1: Tabla de análisis de los escenarios proyectados

Factores	Indicadores	Escenarios		
		Actual	Distribución o layout distinto	Tecnología 4.0
<b>Gestión de la Información</b>	<i>Volumen de compras</i>	32.12 %	30.59 %	34.55 %
	<i>Tiempo de inventario</i>	28.56 %	36.45 %	50.61 %
<b>Planeación Estratégica</b>	<i>Entrega perfecta recibida</i>	36.54 %	30.29 %	44.37 %
	<i>Tiempo de inventario</i>	28.78 %	50.18 %	58.85 %
	<i>Tipos de transporte</i>	22.54 %	82.62 %	59.93 %
	<i>Puntualidad de los despachos</i>	30.23 %	42.51 %	73.17 %
<b>Subcontratación</b>	<i>Entrega perfecta recibida</i>	8.71 %	14.63 %	44.77 %
<b>Modelo de Negocio</b>	<i>Certificado de proveedores</i>	54.38 %	74.48 %	84.49 %
<b>Barreras Logísticas</b>	<i>Calidad de infraestructura</i>	64.81 %	80.07 %	90.45 %
<b>Costo</b>	<i>Calidad de pedido</i>	70.23 %	58.15 %	68.38 %
	<i>Entrega perfecta recibida</i>	36.19 %	30.74 %	44.02 %
	<i>Tiempo de inventario</i>	28.70 %	36.52 %	38.27 %
<b>Riesgo</b>	<i>Volumen de compras</i>	22.76 %	38.38 %	28.68 %
	<i>Eficiencia en los despachos aduaneros</i>	82.94 %	86.17 %	84.48 %
<b>Estrategia de Distribución</b>	<i>Tipos de transporte</i>	8.67 %	6.05 %	11.33 %
	<i>Puntualidad de los despachos</i>	40.42 %	30.72 %	44.57 %

Fuente: Elaboración propia

El paso final del método aplicado se integra al análisis de salida en el análisis de los resultados obtenidos de los experimentos al realizar diferentes configuraciones de los escenarios desarrollados. Estos resultados están vinculados a medidas de rendimiento del sistema y el objetivo final es garantizar que se logren los objetivos establecidos en la investigación, con respecto a los índices o KPIs de eficiencia organizacional.

### 5.3.2 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LOS FACTORES DE LOS PROCESOS INTRALOGÍSTICOS SOBRE LA INCLUSIÓN DE TECNOLOGÍAS 4.0

Por medio de los instrumentos se caracteriza el operador logístico en función de su sistemas de integración vertical y horizontal en el marco de industria 4.0, se desarrolla la obtención de información a través de la simulación vía optimización para el respectivo análisis de los procesos intralogísticos en la inclusión de tecnologías 4.0 de la organización objeto de estudio presenta actualmente dentro de sus operaciones. Para tal fin se desarrolla el análisis descriptivo para cada uno de los factores estudiados en el presente proyecto.

Los Factores desarrollados son los obtenidos de la herramienta Encuesta generadora de carga (Perfil interno) tomado del Proyecto Pilito Corredor Logístico en Ultima Milla Logística Urbana en Barranquilla y su área Metropolitana. Barranquilla: informe general al ministerio de Transporte; el cual se adaptó a la presente investigación con el fin de definir adecuadamente cada uno de los Factores estudiados.

#### 5.3.2.1 GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

La *figura 5.5* integra las deducciones derivadas de las interrogantes referidas a la variable de operacionalización de gestión de la información, en la cual se determina

la importancia e influencia que esta variable ejerce con respecto al tema de estudio. Sin embargo, se ejecuta una comparación de las derivaciones de cada pregunta y su determinante respecto a la variable gestión de la información.

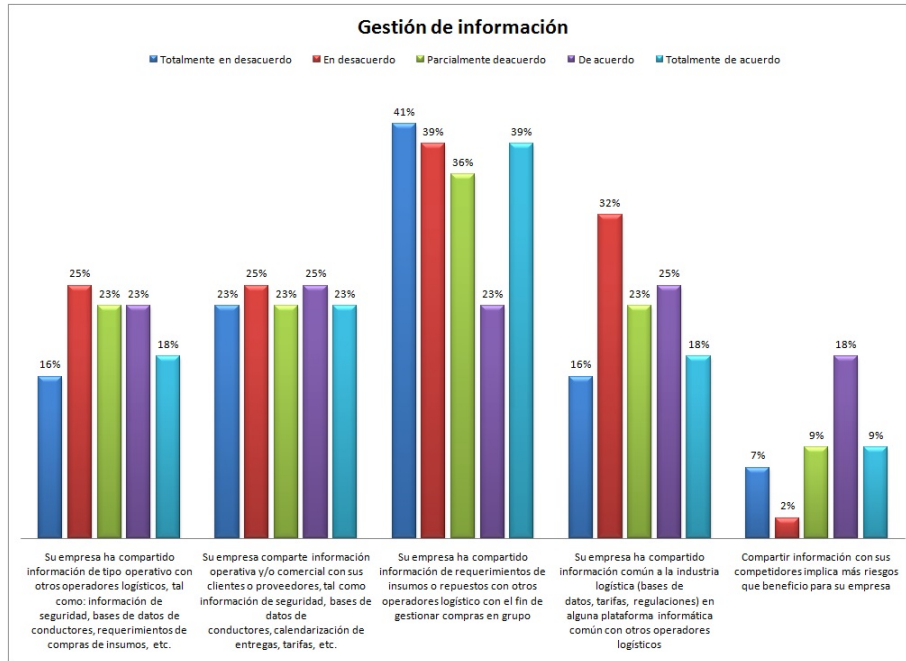


Figura 5.5: Operacionalización del factor Gestión de la Información

Fuente: Elaboración Propia

En concordancia con lo anterior, cuando se indagó en relación a que si la empresa ha compartido información de tipo operativo con otros operadores logísticos, tal como: información de seguridad, bases de datos de conductores, requerimientos de compras de insumos, etc. Las empresas del sector de operadores logístico objeto de disertación del presente estudio, estimaron en la variable de gestión de la información respecto al tipo operativo con otros operadores logísticos en concordancia con los indicadores de volumen de compra y tiempo de inventario, se estimó que estar totalmente en desacuerdo con un 41 % con la intención de compartir información de tipo operativo en aspectos como información de seguridad, bases de datos de conductores, requerimientos de compras de insumos, etc. Un 39% se muestra totalmente de acuerdo a esta estrategia. Seguidamente, se examinó sobre si la empresa comparte información operativa y/o comercial con sus clientes o proveedores, tal

como información de seguridad, bases de datos de conductores, calendarización de entregas, tarifas, etc, estimando que el 32 % de las empresa está en desacuerdo en compartir información mientras que un 25 % que se encuentra de acuerdo con esta opción para sus procesos.

Seguidamente, se verificó en relación si la empresa ha compartido información de requerimientos de insumos o repuestos con otros operadores logístico con el fin de gestionar compras en grupo, se establece que el 25 % de la empresa se encuentran parcialmente de acuerdo en compartir información con el fin de gestionar compras en grupo, seguido de un 25 % que se encuentra de acuerdo y lo realiza, junto a un 26 % que en desacuerdo de utilizar este método en sus procesos de información y compras. Posteriormente, se evaluó si la empresa ha compartido información común a la industria logística (bases de datos, tarifas, regulaciones) en alguna plataforma informática común con otros operadores logísticos. Se describe la aceptabilidad de utilizar plataforma informática común con otros operadores logísticos donde el 18 % de las empresas estiman estar de acuerdo y utilizan este método al igual que otro 2 % consideran no estar de acuerdo. Continuando con un 9 % de la empresa objeto de estudio que se encuentran parcialmente de acuerdo en utilizar las plataformas informáticas comunes en sus operaciones.

Para finalizar el presente análisis se validó si al compartir información con sus competidores implica más riesgos que beneficios para la empresa. Lo anterior mide que tanto las empresas objeto de estudio al compartir información con sus competidores les implica más riesgos que beneficios para sus operaciones, donde, el 25 % considera estar parcialmente de acuerdo en compartir información seguido de un 23 % que está en desacuerdo y considera que implica más riesgos que beneficios.

## 5.3.2.2 PLANEACIÓN ESTRATÉGICA

La *figura 5.6* sintetiza los resultados derivados de las interrogantes concernidas a la variable de operacionalización de Planeación Estratégica, que determina la importancia e influencia que esta variable ejerce con respecto al estudio desarrollado. Igualmente, se ejecuta un análisis de cada pregunta y su determinante con respecto a la variable Planeación Estratégica.

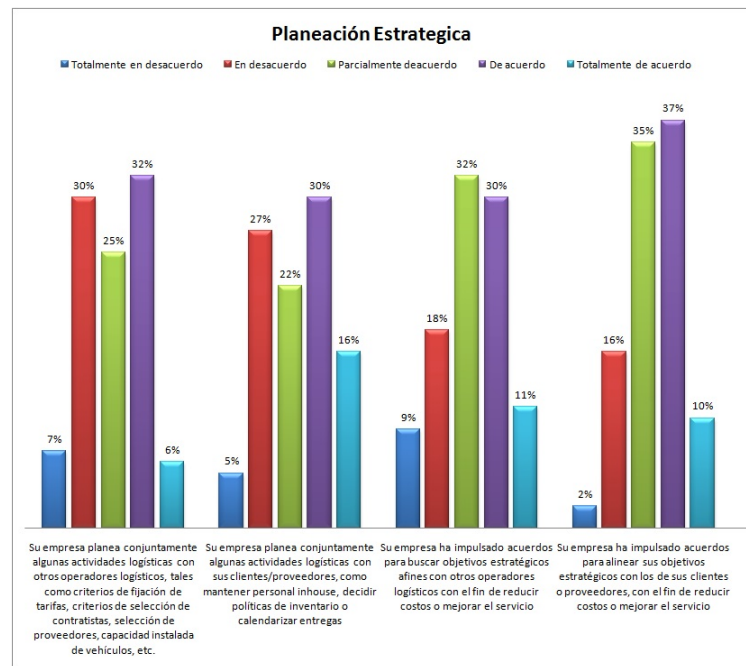


Figura 5.6: Operacionalización del factor Planeación Estratégica

Fuente: Elaboración Propia

En síntesis a lo anterior cuando se preguntó si la empresa planea conjuntamente algunas actividades logísticas con otros operadores logísticos, tales como criterios de fijación de tarifas, criterios de selección de contratistas, selección de proveedores, capacidad instalada de vehículos, etc. Se determinó que un 32 % se estima estar de acuerdo y utilizar este método para criterios de fijación de tarifas, criterios de selección de contratistas, selección de proveedores, capacidad instalada de vehículos, mientras que un 30 % de las empresas objeto de estudio manifiesta estar en desacuerdo. Posteriormente, se indagó si la empresa planea conjuntamente algunas

actividades logísticas con sus clientes/proveedores, como mantener personal inhouse, decidir políticas de inventario o calendarizar entregas, se encontró que un 30 % está de acuerdo, mientras que el 27 % se atribuye a la opción de estar en desacuerdo con implementar esta estrategia.

Para finalizar el análisis en referencia a la variable de planeación estratégica, se preguntó a la empresa si ha impulsado acuerdos para buscar objetivos estratégicos afines con otro operador logístico con la finalidad de reducir costes u optimar el servicio. Con la empresa objeto de estudio se determinó que el 32 % refiere a la opción parcialmente de acuerdo, seguido que un 30 % de acuerdo en trabajar con otro operador logístico con la finalidad de reducir costos u optimar el servicio. Consecutivamente, se verificó si la empresa ha impulsado acuerdos para alinear sus objetivos estratégicos con los de sus clientes o proveedores, con el fin de reducir costos o mejorar el servicio se observa que el 35 % está parcialmente de acuerdo en realizarlo, seguido de un 37 % que se encuentra de acuerdo.

### 5.3.2.3 SUBCONTRATACIÓN

En la *figura 5.7* establece los efectos generados de las preguntas relacionadas a la variable de Subcontratación, donde se evidencia un análisis de cada pregunta con respecto a esta variable.

Estudiar la variable Subcontratación, se inicia al examinar si la empresa ha subcontratado pedidos con otros operadores logísticos con el fin de cumplir con un gran contrato, donde el 35 % refiere al estudio de la opción parcialmente de acuerdo con la aplicación de esta estrategia, mientras que un 26 % está de acuerdo con una posible subcontratación. Se prosigue y se explora si la empresa entrega o recibe carga de sus competidores en casos de operaciones LTL (*lessthan a truck load*), respecto a este ítem el 36 % se encuentra de acuerdo en realizarlo, mientras que un 26 % está parcialmente de acuerdo en aplicar este procedimiento para sus operaciones

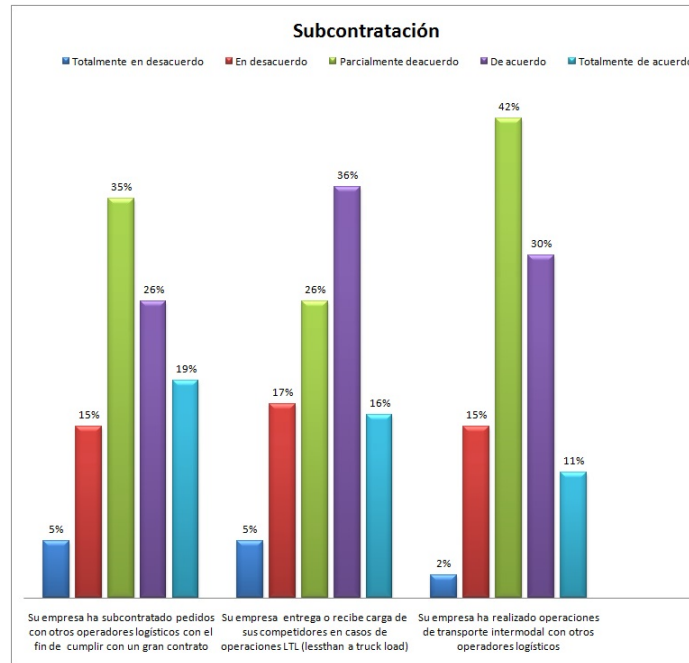


Figura 5.7: Operacionalización del factor Subcontratación

Fuente: Elaboración Propia

LTL. Seguidamente se indaga si la empresa ha realizado operaciones de transporte intermodal con otros operadores donde se determina que el 42% está parcialmente de acuerdo en colocarlo en práctica, y el 15% en desacuerdo de emplearlo.

#### 5.3.2.4 MODELO DE NEGOCIO

La *figura 5.8* condensa las derivaciones derivadas de las interrogantes concernidas a la variable de Modelo de Negocio, donde se observa que la población objeto de estudio posee un sistema muy dinámico en la forma que operacionalizan sus procesos en lo referente a la colaboración de la cadena de suministros. Lo anterior se analiza en las preguntas contenidas en la siguiente figura y hacen mención a la variable de Modelos de Negocios.

De lo anterior se analiza si la empresa ha compartido recursos operativos con otros operadores logísticos (camiones propios, contratistas de transporte, bodegas,

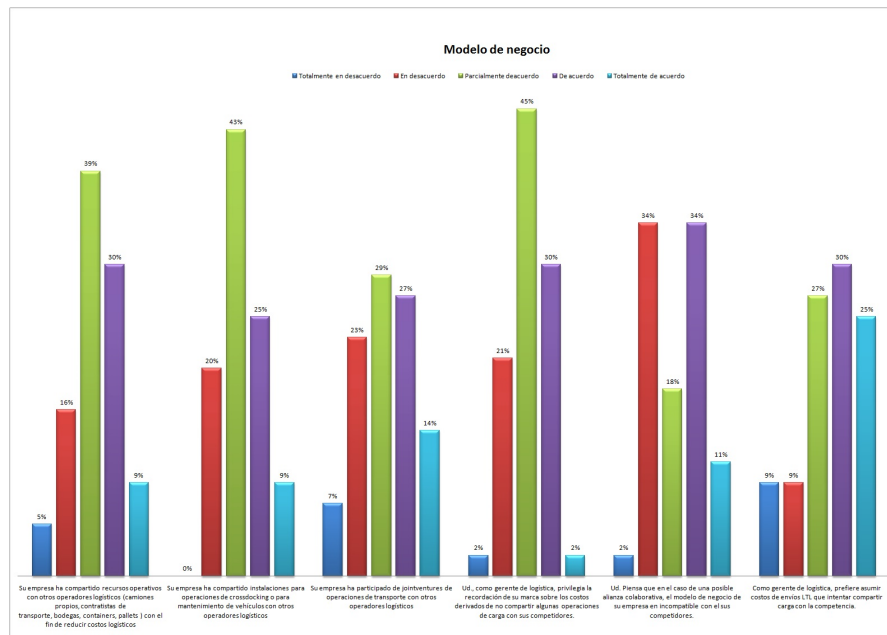


Figura 5.8: Operacionalización del factor Modelo de Negocio

Fuente: Elaboración Propia

containers, pallets) con el fin de reducir costos logísticos. En lo cual se observa que el 39% de la empresa objeto de estudio resalta estar parcialmente de acuerdo en compartir recursos, continuado de un 30% estar de acuerdo. Proseguimos con examinar si la empresa ha compartido instalaciones para operaciones de *crossdocking* o para mantenimiento de vehículos con otros operadores logísticos, donde el 43% resaltan que están parcialmente de acuerdo y lo han realizado, continuado de un 25% que confirma estar de acuerdo con la estrategia.

El estudio continua en determinar la participación en jointventures al examinar si la empresa ha participado de jointventures de operaciones de transporte con otros operadores logísticos, donde se obtiene que el 27% de la empresa resalta estar de acuerdo y lo han implementado y un 27% de la población estudiada indica estar parcialmente de acuerdo con la participación. Se prosigue indagando si el gerente de logística, privilegia la recordación de su marca sobre los costos derivados de no compartir algunas operaciones de carga con sus competidores. En este tópico se observa el análisis que se sintetiza en privilegiar la recordación de su marca sobre

los costos derivados, a través del instrumento se logra determinar que el 45 % de la empresas consideran estar parcialmente de acuerdo, mientras un 30 % está de acuerdo con el privilegio de la recordación de su marca.

El análisis finaliza indagando si la empresa piensa que en el caso de una posible alianza colaborativa, el modelo de negocio de su empresa es incompatible con el sus competidores. Se observa que el 34 % de la empresa estima estar de acuerdo y lo ha realizado, seguido también de un 34 % que estiman estar en desacuerdo. Se continua, inquiriendo si el gerente de logística, prefiere asumir costos de envíos LTL que intentar compartir carga con la competencia, estimando que el 30 % está de acuerdo con asumir los costos, mientras que un el 27 % está parcialmente de acuerdo en aplicar esta estrategia.

### 5.3.2.5 BARRERAS LOGÍSTICAS

Las barreras logísticas en la empresa estimada como análisis de la investigación, define como principales factores de operacionalización, donde el 22.7 % estima la categoría de tecnología para el manejo de los datos logísticos usados, es una barrera en los procesos logísticos.

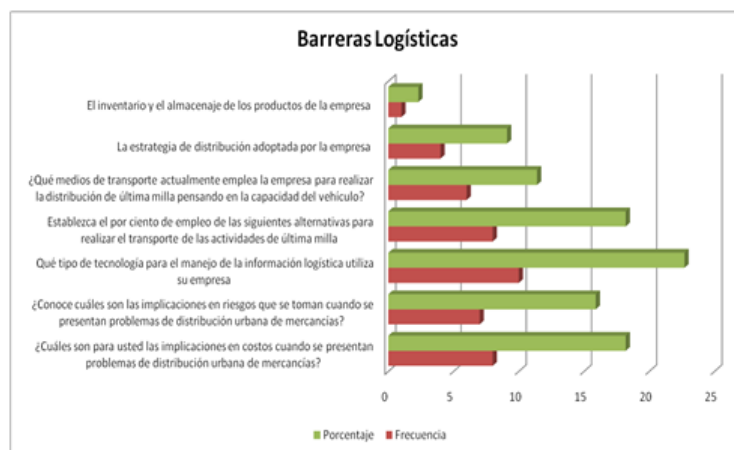


Figura 5.9: Operacionalización del factor Barreras logísticas

Fuente: Elaboración Propia

El 18.2% estima que las alternativa para realizar el transporte de en el proceso intralogístico se transforma en un componente importe de las barreras logísticas, al igual que un 18.2% define que las implicaciones en costos cuando se presentan problemas de distribución son una fuerte barrera e incremento en la operación.

### 5.3.2.6 COSTOS

Un tema muy apremiante para el sector de los operadores logísticos, donde identifica un 36% que los mismos se deben al pago de tarifas altas por congestión, seguido de un 28% que refiere que sus costos se deben al incremento de nómina administrativa de gestión operacional.

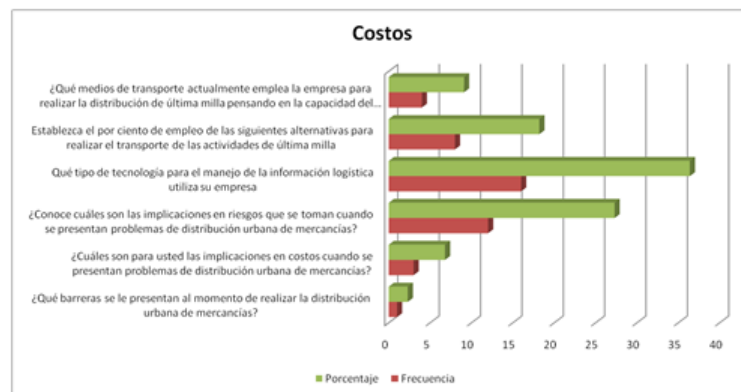


Figura 5.10: Operacionalización del factor Costos

Fuente: Elaboración Propia

### 5.3.2.7 EL RIESGO

Es uno de los temas más apremiantes al interior de una organización con el instrumento aplicado en el presente proyecto se observó que el 34% de la población adjudica que cuando se presentan problemas de distribución urbana de mercancía se debe a una mayor siniestralidad en operaciones horas de congestión y un 32% considera que se debe a pérdida de valor de producto por demoras en entrega. Sin

embargo el 25 % estima el riesgo asumido se deba a pérdida de eficiencia en respuesta al cliente ECR y mayores costos en seguros.

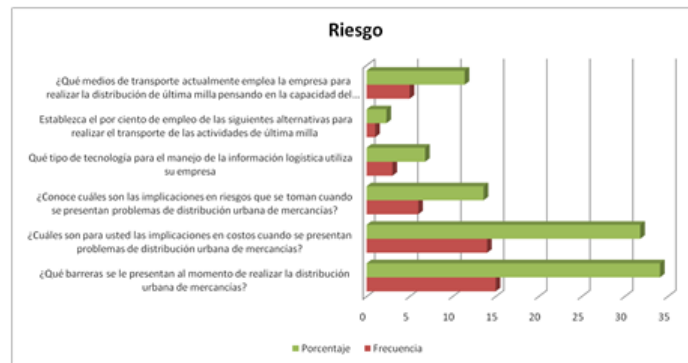


Figura 5.11: Operacionalización del factor Riesgo

Fuente: Elaboración Propia

### 5.3.2.8 ESTRATEGIAS DE DISTRIBUCIÓN

Se identificó que el 52 % estima que la mejor estrategia es centralizar los inventarios, distribución desde un almacén central para los productos y el 48 % mide y da análisis a que descentralizar los inventarios, distribución de almacenes sectorizados es la mejor opción para sus procesos.

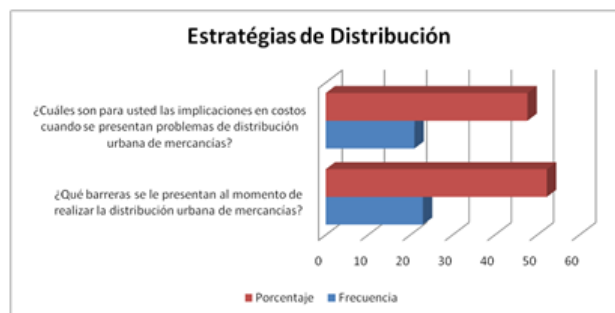


Figura 5.12: Operacionalización del factor Estrategias de Distribución

Fuente: Elaboración Propia

### 5.3.3 RELACIÓN ENTRE LOS FACTORES DE LOS PROCESOS INTRALOGÍSTICOS EN LA INCLUSIÓN DE TECNOLOGÍAS 4.0

Al medir la mejora del índice de eficiencia organizacional al implementar simulación como herramienta a la toma de decisiones ubicando tecnologías 4.0, se opta por una técnica de Escalamiento multidimensional PROXCAL donde se parte del supuesto de observar las cercanías en dichos factores para cada una de las variables en mención. Por lo anterior, se tiene un modelo con Stress Bruto =0.0187, S-Estrés=0,04629 y Dispersión contada para (D.A.F)=0.98126, que son medidas de ajuste favorables en este tipo de modelo de simulación. De igual forma, se establecen unos parámetros de entrada para la generación de similitudes en distancia Euclidiana al Cuadrado y una configuración inicial de “Inicio aleatorio”. Con lo anterior se generan las coordenadas de la *figura 5.13*.

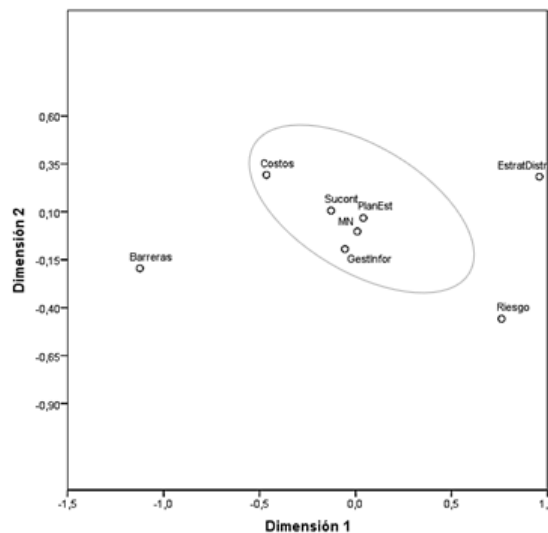


Figura 5.13: Parámetros de entrada para generación de similitudes en distancia Euclidiana y configuración inicial de “Inicio aleatorio”

Fuente: Elaboración Propia

A partir de la *figura 5.13*, se puede establecer que existe una asociación entre los factores al medir la mejora del índice de eficiencia organizacional al implementar

simulación como herramienta a la toma de decisiones utilizando tecnologías 4.0, centrándose específicamente en los costos. Es decir, que existe una medida de cercanía más próxima entre esta dimensión. Lo anterior concuerda con (Fitzpatrick, 2000) “Los teóricos de la organización han argumentado que las empresas del siglo XXI tendrán que reorganizar sus diseños organizacionales para ser más competitivos en el mercado global. Estos nuevos diseños deberán equilibrar una variedad de cuestiones de control y requisitos de flexibilidad estratégica en los mercados globales”. Donde, medir la mejora del índice de eficiencia organizacional al implementar simulación como herramienta a la toma de decisiones ubicando tecnologías 4.0 serán determinantes y por ende a nivel macro en el impacto de la productividad y competitividad organizacional. No obstante, la correlación de la dimensión 1: Problema acumulado observado vs la dimensión 2: Problema acumulado esperado bajo los preceptos del modelo de simulación vía optimización empleado por los paquetes del software flexsim definidos en el *apéndice 3* establecen los factores que deben ser impactados para conseguir el objetivo del presente proyecto de investigación.

Del mismo modo es congruente con (Goodman, 2005) quien argumenta que: “el 28 % de los costos totales de los procesos intralogísticos de un producto son atribuidos al penúltimo tramo de la red de suministro”. La delimitante a la problemática de los operadores logísticos propende en la asignación de la mejor y mayor capacidad de recursos, de esta forma maximiza el grado de los costes y servicios coexistan en mínima proporción de la fracción de última etapa del transporte (Balcik, Beamon y Smilowitz, 2008). Sin embargo, en una cadena de suministro complicada (SC), en la que la relación entre dos socios podría crecer fácilmente en una red con unos cientos de carriles y miles de SKU, la decisión de entrar en una relación puede tener un impacto sustancial en los costos y el servicio. (Sabath R, 2002).

Tabla 5.2: Tabla de coeficientes estandarizados y no estandarizados

Factor	B	Error estándar	Beta	Estadístico t	P-valor
Subcontratación	0,580	0,179	0,499	3,234	0,002
Planeación estratégica	0,581	0,191	0,470	3,050	0,004

Fuente: Elaboración propia

### 5.3.4 IMPACTO DE LOS FACTORES DE LOS PROCESOS

#### INTRALOGÍSTICOS EN LA INCLUSIÓN DE TECNOLOGÍAS 4.0

Al analizar el impacto de los factores de los procesos intralogísticos en la inclusión de tecnologías 4.0 se realiza mediante un modelo de regresión lineal múltiple tomando como variable dependiente la dimensión de los costos (Se toma esta debido a que es la que presenta más cercanía en el gráfico de la sección anterior, *figura 5.13*), en función de los factores (gestión de la información, Subcontratación, planeación estratégica y modelo de negocio). El presente modelo, se obtiene por el método de selección de “Hacia delante de Wald” y se tiene un  $R^2=0,959$  y un coeficiente de correlación  $R=0,949$ , lo cual constituyen unas buenas medidas de ajuste y capacidad predictora del modelado hallado. De igual forma, se obtuvo en la prueba ANOVA (Razón  $F=238,05$ , con  $v_1= 2$  y  $v_2=42$ , grados de libertad) un  $p\text{-valor} < 0.005$  como se demuestra en la *Tabla 5.2*, con lo que se deduce que es un buen modelo y que existe una relación entre la variable dependiente y las predictorias.

Luego, en las estimaciones del modelo de la *tabla 5.2* anterior, se puede establecer que los costos son impactados estadísticamente por la Subcontratación y la planeación estratégica. Asimismo, se tiene que ambas variables son significativas debido a que el  $p\text{-valor} < 0.05$  y que la Subcontratación es la que impacta en mayor manera a los Costos por el Beta estandarizado = 0,499. Cabe resaltar que el modelo, cumple con la normalidad de los residuos debido a que por medio de una prueba de *Kolmogorov-Smirnov* genera una  $D = 0,85$  con un  $P\text{-valor} = 0,200$  usando la corrección de *Lilliefors*, es decir que no se puede rechazar la hipótesis de normalidad

de los residuos. Esto también lo muestra la figura *Figura 5.14*.

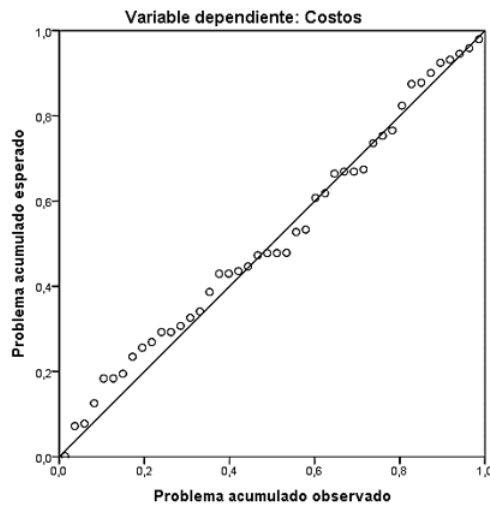


Figura 5.14: Normalidad de los residuos usando la corrección de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia

Lo anterior es apoyado por (McLaren T, 2002) quien ha estudiado la relación de la Subcontratación en la cadena de suministros y su relación con los nuevos adelantos de software y Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) entre empresas, junto con un uso creciente de las asociaciones estratégicas y las relaciones de subcontratación, han dado lugar a una confusa variedad de enfoques de sistemas de información alternativos para apoyar la SCM colaborativa. Sin embargo, (Christopher Mejía Arguetaa, 2016) argumenta que “La prospectiva, la planeación estratégica y la logística son los elementos desde el punto vital de estudio para el mejoramiento de los procesos intralogísticos”. Sin embargo, al entrar en vigencia entre las organizaciones, se encontraba en manos de la interacción del movimientos de los datos, insumos, demanda, dinero, recurso humano y máquinas. En consecuencia aclaró que el control e interpretación del flujo definido es el trabajo primordial de la gestión (Forrester, 1961).

En relación a los procesos intralogísticos en la inclusión de tecnologías 4.0, su aplicación respecto a la planeación estratégica se considera significativamente mejor para responder a los cambios deshonestos en la demanda debido al efecto

de promoción o a las variaciones inducidas por los precios. Sin embargo, se puede observar como la variable dependiente definida como Costos influye en la Planeación Estratégica y la Subcontratación.

### 5.3.5 ANÁLISIS DEL IMPACTO EN LA EFICIENCIA ORGANIZACIONAL

El indicador de eficiencia de una organización mide el nivel de ejecución de los procesos, en este caso los inherentes a las actividades intralogísticas del operador logístico objeto de estudio, se centraliza en el cómo se concibieron los aspectos que evalúan el rendimiento de los insumos transformados en el proceso, asumiendo que la eficiencia obtiene la cualidad y la capacidad para desarrollar un actividad minimizando de forma optima los recursos. La eficiencia está relacionada con los factores que definen y detallan los indicadores de la consecución de la actividad intralogística, como se muestra en la *Tabla 5.3*.

Tabla 5.3: Medidas de impacto de eficiencia organizacional - Factores vs Indicadores

Impacto Factor vs Indicadores	Gestión de la Información	Planeación Estratégica	Modelo de Negocio	Barreras Logísticas	Costo	Riesgo	Estrategia de Distribución	Sub-contratación
Certificado de proveedores	0,8377	0,7461	0,1467	0,1618	0,2874	0,4612	0,6143	0,7254
Calidad de pedido	0,9032	0,5086	0,3536	0,1259	0,7510	0,8212	0,6009	0,9371
Volumen de compras	0,4879	0,9073	0,7985	0,3113	0,8475	0,1939	0,1837	0,3295
Entrega perfecta recibida	0,6149	0,8891	0,6729	0,8336	0,4732	0,3278	0,3013	0,6051
Tiempo de inventario	0,4082	0,3404	0,6445	0,0428	0,6774	0,8355	0,6846	0,9591
Eficiencia en los despachos aduaneros	0,0555	0,1783	0,2710	0,1450	0,5336	0,0529	0,7207	0,0384
Calidad de infraestructura	0,3801	0,1529	0,3637	0,1125	0,6528	0,5866	0,0268	0,4933
Tipos de transporte	0,8517	0,4114	0,4386	0,2274	0,1117	0,1668	0,6092	0,6551
Puntualidad de los despachos	0,9740	0,1539	0,8454	0,8506	0,4363	0,0856	0,4527	0,7525

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 6

# CONCLUSIONES

---

Para la presente investigación se ejecutó una exploración bajo el paradigma cuantitativo, enmarcado en un enfoque epistemológico positivista, es decir, que es basado en análisis de hechos reales que son validados por la experiencia, buscando encontrar los principales factores que intervienen en un proceso de simulación vía optimización para la inserción de tecnologías 4.0 en las actividades intralogísticas. Las derivaciones de la exploración equiparan propensiones relacionadas a establecer que existe una asociación entre los factores e indicadores predominantes en el sector logístico específicamente en los operadores logísticos, en relación primordial a los escenarios estudiados. Los efectos derivados forman un significativo insumo para la toma de decisiones de las organizaciones alrededor de las operaciones intralogísticas, en el nivel de Planificación estratégica y Subcontratación factores predominantes en la relación de la variable dependiente. Asimismo se indaga y contribuye al estado del conocimiento suministrando una exploración a través del estado del arte y la influencia que teóricos han tenido en materia del presente estudio de investigación.

Lo anterior se logró empleando simulación por optimización a través de la técnica de escalamiento multidimensional *PROXCAL* y el método de selección de “Hacia delante de *Wald*”; el presente estudio tiene la versatilidad de ser aplicado a diferentes contextos de la economía, como centros de distribución y otros sectores económicos donde influya la intralogística. Asimismo es ineludible suponer un mayor

espectro de factores a valorar tales como: compras, volumen y peso en transporte en relación a las materias primas y el producto terminado, las ventanas y holguras de tiempo en las que se hacen estas actividades y sus comportamientos. Así mismo, las herramientas utilizadas en el presente estudio es necesario implementarlas para la adquisición de otro tipo de organizaciones, incluyendo el sector de servicios o bien producido; otras investigaciones destacan la preeminencia de la implementación de las tecnologías 4.0 en las actividades intralógicas y su impacto en la eficiencia empresarial. Para el presente estudio se obtuvo una mejora sustancial en los factores relacionados al índice de eficiencia organizacional, descritos en la *Tabla 5.1*, donde podemos evidenciar un incremento mayor entre el 4% al 11% por ítem estudiado.

En consecuencia es ineludible construir modelos de decisión que adopten estas deducciones como insumo y suministren respuestas a los procesos intralógicos empleando tecnologías de la industria 4.0 en espacios estratégicos y operativos, no sólo para la toma de decisiones, además, para proveer componentes de coordinación entre las distintas variables involucradas en relación a la cadena de suministros. Acorde a esta dinámica, la literatura presenta examinar opciones de relación en función a los costos de operación en los procesos intralógicos y la cadena de suministros. La investigación realizada en el presente estudio como se menciona anteriormente ha determinado que los operadores logísticos del departamento del Atlántico teniendo en cuenta lo estudiado sobre el objeto de estudio del presente proyecto, los factores que influyen son los costos como variable dependiente, los factores de Planeación estratégica y la Subcontratación. Por lo anterior, se exhorta en replicar el actual estudio de investigación y su metodología empleada en sectores económicos donde se empleen actividades de carga y descarga de mercancías referente a diversos tipos de logística, con la finalidad de identificar oportunidades de avance en el mejoramiento de los aspectos estudiados en el presente proyecto.

La operacionalización de los factores, determinan una serie de aspectos que permiten evidenciar la necesidad de mejorar todas las etapas del proceso intralógico, en términos generales es necesario que la organización y su sector estudiado identi-

fiquen estrategias que les permitan mejorar su toma de decisiones que influyan en la eficiencia organizacional. En concordancia a la adaptación de las tecnologías 4.0 en las actividades intralogísticas en términos generales: se debe prestar especial atención a las variables de planeación estratégica y subcontratación siendo estas las que impactan de forma gradual los costos en materia intralogística. Sin embargo, existen otros factores que influyen en cierta medida en la relación estudiada y los cuales deben ser tenidos en cuenta al momento de la toma de decisiones organizacional por su peso dentro de la cultura de una organización logística, estos factores están definidos como gestión de información y modelo de negocios.

Con respecto a la gestión de la información se establece que es parte fundamental en el desarrollo de las actividades de los procesos intralogísticos y las tecnologías de la industria 4.0, aunque en los resultados no se denota como el aspecto principal que determina la correlación en la práctica acorde a la información suministrada por la organización objeto de disertación del presente proyecto, se establece como variante funcional en la toma de decisión organizacional. Por ejemplo: si de forma general se aplica los factores que dan origen a la relación del tema estudiado, sin tener en cuenta la gestión de la información los mismo carecen de fiabilidad, debido que la información empleada debe ser administrada de forma que permita idear estrategias colaborativas en función de una buena implementación de la tecnologías 4.0 en los procesos intralogísticos y por ende permitir reducir los costos de las operaciones relacionadas con la misma.

En términos del modelo de negocio, posee un sistema dinámico en la forma que operacionalizan sus procesos en lo referente a los procesos intralogísticos. Se prioriza la necesidad de la flexibilidad en las tecnologías de la industria 4.0 con el fin de ser más eficientes, impactando de forma consistente en los costos de las operaciones de la cadena de suministros o las actividades intralogística de los operadores logísticos.

## 6.1 REFLEXIONES

La primera reflexión del presente estudios, refiere a las organizaciones operadoras logísticas las cuales deben considerar la importancia de asumir un compromiso frente a la articulación de estrategias que propendan por la reducción de los costos en materia de la adaptación de las tecnologías 4.0 en los procesos intralogísticos, generar mejores mecanismos y contribuir a mejorar la toma de decisiones. Es decir, construir una política colaborativa que permita trabajar en la oportunidad que brinda la intralogística para la cadena de suministros y el sector de operadores logísticos. Sin embargo, se debe trabajar en el modelo de simulación vía optimización que aborde las estrategias ajustas para cada uno de los actores y tenga en cuenta las variables estudiadas en el presente proyecto, las ventanas futuras de estudio y las complejidades que puedan surgir a medida que se profundice en la temática abordada.

En otra línea temática, se resaltan que el gobierno debe buscar la forma de regular las posturas impositivas de las ciudades que hacen vida en el departamento del Atlántico, debido a que se han encontrado que el entorno económico tiende a variar acorde a la flota de la empresa que circula por ciudades del área metropolitana de Barranquilla. Esto, trae una falta de estabilidad económica en el sistema que genera una baja confiabilidad en los planes de inversiones y aumento en los costo, en especial en los relacionados a los avances en intralogística. Por esto, las empresas optan estrategias conservadoras de inversión que frenan la expansión de los negocios y es necesario establecer para este estudio una unidad de análisis que garantice el tipo de información adicional que requiere los operadores logísticos para la toma de decisiones y la búsqueda continua de la mejora de la eficiencia organizacional.

## 6.2 CONTRIBUCIONES

El presente estudio desde la mirada académica y su continua búsqueda de contribuir al mejoramiento continuo de los problemas más relevantes de nuestra sociedad; en el marco organizacional desde el sector logístico con base a los procesos intralogísticos se generaron contribuciones en varios aspectos:

- **Distribución de planta:** Se desarrolló una dinámica nueva para la eficiencia como se realiza la operación al interior de la organización, con el modelo estudiado se determinó nuevas aristas de ejecución en la forma en que se distribuye el trabajo y los procesos en las actividades intralogísticas. El *capítulo 5 Aplicación y resultados* en el ítem *5.2.2. Escenarios de Distribución o Layout distinto* se evidencia las características de cambio originadas y que se convierten en aporte del presente proyecto; lo cual permite identificar a la organización objeto de estudio los cambios relevantes que deben surgir para mejor su desempeño en eficiencia, evidenciado en los resultados de la *Tabla 5.1*.
- **Simulación:** La contribución de mayor trascendencia se observa en este ítem debido que se creó un prototipo de escenarios de evaluación para el mejoramiento de los procesos intralogísticos, los cuales se adaptan a las distintas organizaciones del sector acorde a sus necesidades y realidad. La contribución se observa a lo largo del desarrollo de los ítems que guarda relación con el análisis del caso de estudio del *capítulo 3* en un ítems *3.2.1 Descripción del modelo* donde se enfoca como se genera la actividad estudiada y el *3.2.1 Configuración del modelo* donde se evidencian los estadísticos del mismo. No obstante, también se involucra el *capítulo 4 Metodología* con su sección *4.2 Escenarios objeto de estudio* y el numeral *5.2 Escenarios* del *capítulo 5 Aplicación y resultados* donde se evidencias la importancia de la inclusión de la simulación y los aptados contributivos a la solución de la problemática planteada y desarrollada en el presente documento.

- **Procesos Intralogísticos:** Se evidencia la necesidad de profundizar en el estudio de las actividades intralogísticas de una organización, la cual manejada de forma eficiente reduce considerablemente los costos de operación, logrando impactar de forma positiva en el índice de eficiencia de la empresa. Lo anterior, se evidencia en el *Capítulo 2* en los numerales *2.2 Intralogística* y *2.5 La intralogística como solución a las necesidades de la cadena de suministro en la inclusión de tecnologías 4.0*; donde se demuestra que este tema es de gran relevancia en las organizaciones de la región Caribe Colombiana, por el cual se debe seguir materializando proyectos que propendan por la mejora continua de esta área de la organización si se pretende incursionar en las Industria 4.0; el *capítulo 3* numeral *3.1.1 El sector logístico en el departamento del Atlántico*, donde se definen las características actuales que presentan los operadores logísticos en materia de sus procesos intralogísticos y la importancia declarada en las conclusiones del presente proyecto.
- **Científica:** La contribución se origina desde el aspecto de las publicaciones en el tema estudiado *ver anexo 4* y el análisis de los trabajos futuros que pueden surgir para profundizar en el conocimientos y crear nuevas hojas de ruta para el mejoramiento continuo de la cadena de suministro desde las actividades intralogísticas, como se evidencia en el apartado *6.3 Trabajo futuro*.

### 6.3 TRABAJO FUTURO

La presente investigación nos permite observar el desarrollo de un nuevo campo, el cual cambiara nuestra forma de ver el mundo organizacional en los años venideros, en especial en el sector logístico y los procesos intralogísticos; el presente proyecto demostro un modelo de simulación vía optimización que permite identificar que tecnología de la industria 4.0 debe ser utilizada para mejorar la eficiencia empresarial de la organización; por lo cual, abre un espectro en la investigación para desarrollar modelos de simulación que permitan contribuir a la mejora continua y toma de decisiones en otros aspecto de la organización y otros sectores de la economía; del mismo modo, se puede contribuir en trabajos futuros con el presente modelo involucrando nuevas variables acorde al lugar donde tenga operaciones la organización e incluir otros aspectos como la ubicación, políticas empresariales y gubernamentales, entre otros.

En este sentido, son varias las líneas de trabajo que pueden surgir entre ellas:

- La Optimización de procedimientos internos, para conseguir eficacia con un menor costo.
- La Calidad del proceso para diferenciarse del resto, basándose en la implementación de elementos inteligentes, flexibles y adaptables.
- La economía en el espacio, con el desarrollo de almacenes multifuncionales.
- La eficiencia energética. Prototipos para la obtención de energías por medio de actividades logísticas.
- Tendencias a una mayor y más rápida distribución y menor tiempo de almacenamiento de productos y mercancías.

# APÉNDICE

---

## .1 INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

En la presente sección se presentan los instrumentos de evaluación utilizado para el mapeo de la estructura organizacional, en función de la intralogística 4.0, se presenta con las características propias de los instrumentos utilizados.

### **Encuesta de generadores de carga (Perfil Interno)**

La encuesta presentada a continuación es derivada del proyecto nacional colombiano dirigido por el Ministerio de Transporte en colaboración con empresas del sector logístico propiamente de los operadores logísticos y la academia en el departamento del Atlántico denominado piloto corredor logístico en última milla y logística urbana en Barraquilla y su área metropolitana.

Este instrumento permite conocer la realidad del sector y del operador logístico donde se aplica el mismo, con el fin de evidenciar los problemas actuales que adolece el sector y ratificar la necesidad y viabilidad del presente proyecto de investigación.

**Encuesta generadoras de carga<sup>1</sup> (Perfil interno)**

La presente entrevista se realizará únicamente con fines académicos. Con ésta entrevista se pretende obtener información acerca de los diferentes factores del perfil interno. Agradecemos el tiempo y la atención prestada para esta entrevista. Cada uno de estos tienen su finalidad y en su mayoría fueron adaptaciones al medio geográfico de la investigación de las herramientas usadas en el proyecto Logport (Financiado por el sistema general de regalías) y por el proyecto piloto de corredor portuario al puerto de Buenaventura, realizado por el Universidad Autónoma de Occidente. A continuación se tienen los instrumentos:

Nombre del participante: \_\_\_\_\_

Empresa: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Número de empleados: \_\_\_\_\_

En las siguientes preguntas, por favor, marque con una X:

1. De acuerdo al volumen de los activos, su empresa se clasifica como:
  - a) Microempresa (activos hasta 5345 millones COP).....
  - b) Pequeña empresa (activos entre 5345 y 53.447 millones COP).....
  - c) Mediana empresas (activos entre 53447 y 20.683 millones).....
  - d) Gran empresa (activos de más de 20.683 millones).....
  - e) Compañía transnacional con agencia en Colombia.....
2. Qué tipo de tecnología para el manejo de la información logística utiliza su empresa:
  - a) Sistema de información empresarial genérico integrado tipo ERP (SAP), CRM o B.LK.....
  - b) Software especializado para la función logística, no integrado con otras funciones de la empresa tipo TMS o SGF.....
  - c) Sistemas de trazabilidad y control satelital genérico tipo GPS.....
  - d) Tecnologías de control de inventario tipo EDI, EPC, RFID o bar code.....
  - e) Combinación de sistemas genéricos y especializados.....
3. De los servicios de transporte que su empresa demanda ¿qué porcentaje de los mismos son prestados por medio de la subcontratación de una empresa de transporte u otro OI?

<sup>1</sup>Desarrollado por Red Logport

4. ¿En qué tipo de carga se centra su operación? (Respuesta Múltiple)

- Carga general - Convencional
- Carga general - Contenedores
- Alimentos no refrigerados sólidos (tubérculos, semillas, algunas frutas...)
- Alimentos no refrigerados líquidos (aceite, melazas...)
- Alimentos no refrigerados pulverulentos o big bags.
- Alimentos refrigerados sólidos
- Alimentos refrigerados líquidos (leche)
- Mercancía peligrosa ADR, paletizada
- Mercancía peligrosa ADR, granel líquido
- Vehículos automotores
- Graneles minerales
- Granel líquido (Petróleo y sus derivados)
- Carga extradimensionada
- Mudanzas.

En las siguientes afirmaciones, marque la casilla que corresponda (solo una) según la frecuencia con que se ha presentado la situación descrita en su empresa:

5. Su empresa ha compartido información de tipo operativo con otros operadores logísticos, tal como: información de seguridad, bases de datos de conductores, requerimientos de compras de insumos, etc.:
 

Casi nunca	Ocasionalmente	Algunas veces	Frecuentemente	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Su empresa comparte información operativa y/o comercial con sus clientes o proveedores, tal como información de seguridad, bases de datos de conductores, calendarización de entregas, tarifas, etc.:
 

Casi nunca	Ocasionalmente	Algunas veces	Frecuentemente	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Su empresa planea conjuntamente algunas actividades logísticas con otros operadores logísticos, tales como criterios de fijación de tarifas, criterios de selección de contratistas, selección de proveedores, capacidad instalada de vehículos, etc.:
 

Casi nunca	Ocasionalmente	Algunas veces	Frecuentemente	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Su empresa planea conjuntamente algunas actividades logísticas con sus clientes/proveedores, como mantener personal inhouse, decidir políticas de inventario o calendarizar entregas:
 

Casi nunca	Ocasionalmente	Algunas veces	Frecuentemente	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Su empresa ha impulsado acuerdos para buscar objetivos estratégicos afines con otros operadores logísticos con el fin de reducir costos o mejorar el servicio:
 

Casi nunca	Ocasionalmente	Algunas veces	Frecuentemente	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Su empresa ha impulsado acuerdos para alinear sus objetivos estratégicos con los de sus clientes o proveedores, con el fin de reducir costos o mejorar el servicio.
 

Casi nunca	Ocasionalmente	Algunas veces	Frecuentemente	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. Su empresa ha **compartido información** de requerimientos de insumos o repuestos con otros operadores logístico con el fin de gestionar compras en grupo:  
 Casi nunca    Ocasionalmente    Algunas veces    Frecuentemente    Siempre

12. Su empresa ha **compartido información** común a la industria logística (bases de datos, tarifas, regulaciones) en alguna plataforma informática común con otros operadores logísticos  
 Casi nunca    Ocasionalmente    Algunas veces    Frecuentemente    Siempre

13. Su empresa ha subcontratado pedidos con otros operadores logísticos con el fin de cumplir con un gran contrato:  
 Casi nunca    Ocasionalmente    Algunas veces    Frecuentemente    Siempre

14. Su empresa entrega o recibe carga de sus competidores en casos de operaciones LTL (*lessthan a truck load*):  
 Casi nunca    Ocasionalmente    Algunas veces    Frecuentemente    Siempre

15. Su empresa ha realizado operaciones de transporte intermodal con otros operadores logísticos:  
 Casi nunca    Ocasionalmente    Algunas veces    Frecuentemente    Siempre

16. Su empresa ha **compartido recursos operativos** con otros operadores logísticos (camiones propios, contratistas de transporte, bodegas, *containers, pallets*) con el fin de reducir costos logísticos:  
 Casi nunca    Ocasionalmente    Algunas veces    Frecuentemente    Siempre

17. Su empresa ha **compartido instalaciones** para operaciones de *crossdocking* o para mantenimiento de vehículos con otros operadores logísticos  
 Casi nunca    Ocasionalmente    Algunas veces    Frecuentemente    Siempre

18. Su empresa ha **participado de jointventures** de operaciones de transporte con otros operadores logísticos:  
 Casi nunca    Ocasionalmente    Algunas veces    Frecuentemente    Siempre

En las siguientes afirmaciones marque su grado de acuerdo o desacuerdo:

**Mantener personal inhouse** en las instalaciones de sus clientes más importantes tiene buena relación beneficio/costo para su empresa

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

19. Ud., como gerente de logística, privilegia la recordación de su marca sobre los costos derivados de no compartir algunas operaciones de carga con sus competidores.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

20. Compartir información con sus competidores implica más riesgos que beneficios para su empresa.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

21. Ud. Piensa que en el caso de una posible alianza colaborativa, el modelo de negocio de su empresa es incompatible con el sus competidores.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

22. Como gerente de logística, prefiere asumir costos de envíos LTL que intentar compartir carga con la competencia.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones (Si tiene algún comentario en relación con el instrumento puede expresarlo en este espacio):

¡Gracias por su colaboración!

### Sistemas de integración vertical y horizontal en el marco de industria 4.0

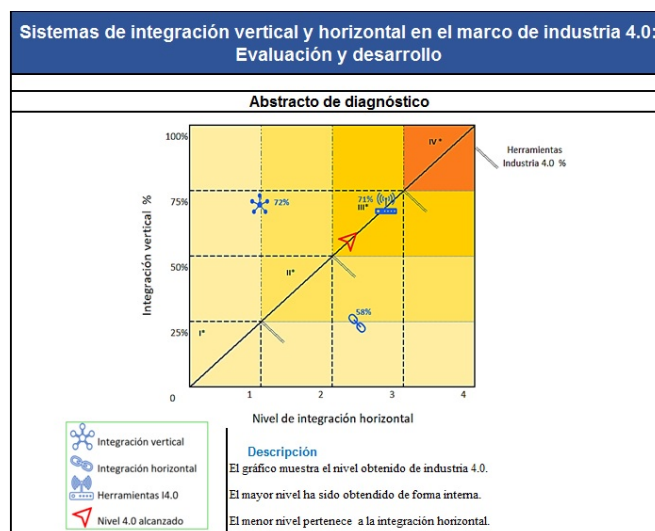
El presente instrumento adaptado del trabajo sistemas de integración vertical y horizontal en el marco de industria 4.0, permite realizar un diagnóstico de la capacidad de adopción de tecnología concerniente a la industria 4.0, por parte de los operadores logísticos del departamento del Atlántico en Colombia, desde la realidad que presentan las organizaciones del sector logístico de esta área del globo terráqueo.

Con la aplicación del presente instrumento teniendo en cuenta las características que aporta para la inclusión de tecnologías 4.0, en la empresa objeto de estudio, se busca evidenciar las oportunidades y fortalezas que presenta la adaptación de estas tecnologías en el sector estudiado, igualmente, demostrar que las mismas aportan en el incremento sostenido del índice de eficiencia organizacional, y por ende en la competitividad y productividad de la organización.

Vertical and horizontal integration systems in the framework of industry 4.0: Evaluation and development											
General Information											
Type of evaluation		Diagnosis		x		Responsible					
						Carlos Regalao Noriega					
Evaluators		Name of the organization:		Logycem - Logística al Día		Type of organization:					
Quantity		Size of the organization		People- Income							
Position held:		Micro	Small	Medium	Large						
Customer	4					Manufacturing	x				
Provider	4					Technologies					
Operational	2					Services					
Director	1										
Diagnostic results											
System evaluation											
Vertical integration		65%		64%		Horizontal integration		59%		53%	
		Dif						Dif.		64%	60%
Human	63%	62%	-1%	Supply				66%	61%		
Human Integration	59%	51%	-8%	Relationship Management	-5%			60%	58%		
Administrative staff	63%	64%	1%	Information flow	-2%			67%	61%		
Operational personnel	66%	70%	4%	Vendor evaluation	-7%			61%	59%		
Organization	67%	68%	1%	Comprehensive decisions	-2%			52%	47%		
Development and interrelations	70%	72%	2%	Planning and administration				63%	57%		
Information Management	63%	63%	0%	Administration	-6%			41%	34%		
Team				Programming	-7%			53%	50%		
Cyber-physical interaction	59%	58%	-1%	Simulation	-2%			60%	58%		
Processes	64%	64%	0%	Customer Service				45%	44%		
Development of operations	57%	55%	-2%	Order Management	-1%			63%	64%		
Lean Manufacturing	67%	70%	3%	Inventory Management	0%			70%	64%		
Implementation of Core Tools	69%	67%	-1%	Warehouse Management	-5%			64%	59%		
Product	67%	64%	-3%	Materials management	-5%			59%	54%		
Research and Development	62%	59%	-3%	Transportation Management	-4%			61%	60%		
Technology	60%	58%	-2%	Customer Service	-1%						
Sustainability	79%	75%	-4%								
		Tools 4.0		61%		59%					
Big data and analysis	61%	59%	-2%	3D manufacturing	63%	64%					
Autonomous robots	62%	61%	-1%	Augmented reality	53%	48%					
Simulation	54%	52%	-2%	The Cloud	61%	59%					
Integration systems	62%	60%	-2%	Advanced materials	79%	75%					
Industrial Internet of Things	61%	59%	-2%	Virtual Reality	62%	61%					
Cybersecurity	60%	58%	-2%								

\* External perception is excluded from internal processes

Smooth perception (internal)
External perception
Difference



## .2 APLICABILIDAD DEL INSTRUMENTO

El coeficiente Alfa de Cronbach se define como el indicador de confiabilidad de sucesiones psicométricas aplicado en su mayoría de los casos en ciencias sociales, mostrando una guía de medición de la consistencia interna en el análisis de los reactivos que conforman una escala de medida. Si el resultado obtenido en la medición es alto, presumimos como axioma la homogeneidad de dicha escala, es decir, que los elementos evidencian un sesgo de apunte a la misma dirección. En consecuencia, el Alfa de Cronbach suele explicarse como medida unidimensional a escala, además, estamos calculando de forma estable la muestra en ella. Esto implica en asumir que nuestra escala es Tau equivalente o substancialmente Tau equivalente. No obstante, para afirmar respecto a la dimensionalidad de escala, primeramente se establece certeza de su validez, es importante tener presente soslayar interpretaciones erróneas sobre el alfa de Cronbach. El alfa de Cronbach se toma de la covarianza entre los elementos de la escala, la varianza total de la escala y el número de elementos que la llenan.

Lo anterior permite darle confiabilidad a los datos utilizados y manipulados en el proyecto objeto de estudio, para ellos se desarrolla el presente cálculo y se determina el coeficiente de Cronbach, que da objetividad y fiabilidad a los datos

generados en la investigación a partir de la aplicación de los instrumentos:

$$\alpha = [k/k - 1][1 - \sum_{i=1}^k S_i^2/S_t^2] \quad (1)$$

**Donde:** k: es el número de reactivos.

$$\alpha = [R1 - Xi]^2 + [R2 - Xi]^2 + [R3 - Xi]^2 + .. + [Rn - Xi]^2/n \quad (2)$$

$$\alpha = 0.998 \quad (3)$$

Como criterio, George y Millery (2003), proponen como recomendación la consiguiente escala para la evaluación de los coeficientes Alfa de Cronbach:

- $0.9 \leq \alpha$  *Excelente*
- $0.8 \leq \alpha < 0.9$  *Bueno*
- $0.7 \leq \alpha < 0.8$  *Aceptable*
- $0.6 \leq \alpha < 0.7$  *Cuestionable*
- $0.5 \leq \alpha < 0.6$  *Pobre*
- $\alpha < 0.5$  *Inaceptable*

Al operacionalizar las formulas anteriores, se obtiene como resultado del análisis de Cronbrach el valor de alfa en 0.998, lo cual ubica en el grado de excelente, lo que nos permite tener tranquilidad en la forma que se manipulan y estudian los datos en el presente proyecto.

En conclusión los instrumentos presentan una data confiable y fiable, lo cual permite caracterizar y observar la necesidad que tiene el operador logístico de pasar

del cuadrante 2 al 3 en materia de adaptación de las tecnologías de la industria 4.0, y por consiguiente brindar soluciones a los problemas estudiados en la actual investigación.

### .3 USABILIDAD DE SOFTWARES DENTRO DE LOS ESCENARIOS

#### **Software Flexsim**

El presente proyecto de investigación utilizó para dar solución a la problemática el software FlexSim que es un paquete eficaz pero factible de emplear para modelado de simulación. Un eficiente y conciso motor de simulación que promueve los controles, listas desplegables y muchas otras particularidades automáticas que aumentan la accesibilidad para la creación de modelos. El software permiten crear todos los modelos a escala presentados bajo la técnica de usabilidad visual 3D, de esta forma presente un entorno más dinámico y sencillo de ver y reconocer posibles cuellos de botella en las líneas de fabricación u otras diferencias en el sistema. La estructura de FlexSim, además facilita la toma de decisiones sobre los datos y especificación de análisis dentro del mismo software.

¿FlexSim: Cómo podemos simular?

Reconoce las interrogantes significativas. Simulación de producción con FlexSim logra reconocer fluctuaciones substanciales que son confrontadas periodo a periodo. Algunos ejemplos:

- Añadiendo equipos a la planta de manufactura, Incrementará el rendimiento o creará un cuello de botella imprevisto?
- Podemos agregar una nueva línea de producto y aun así alcanzar las metas de producción?

- Podemos identificar y minimizar las causas de defectos?
- Simulaciones 3D completas – Que realmente añaden los visuales 3D a un modelo de simulación? Añaden una experiencia inmersiva que te ayuda a ti y a tus colegas a realmente entender que esta pasando! FlexSim posee una experiencia visual para modelos de simulación, proporcionando ricos gráficos 3D y mejorando el realismo.
- El modelado de simulación 3D trae el modelo a la vida y ayuda a la comunicación a miembros del proyecto en todos los niveles.
- Fácil de usar, pero robusto – FlexSim contiene herramientas fáciles de usar como menús despegables y funciones de arrastrar y mover que permiten a principiantes construir y probar modelos en solo minutos sin ninguna experiencia en programación.
- Nuestra mas reciente característica de construcción de lógica hace mas fácil cuando las cosas comienzan a ser complejas. Simplemente proyecta el proceso usando actividades en esta poderosa herramienta de cuadro de flujos—sin necesidad de codificar.

Ideal para Análisis de modelos:

Una ciclo listo para simular usando el modelo, desde el panel completo de insumos de análisis estadísticos ayudan a conseguir un alcance más profundo de lo que está ocurriendo.

- Una extensa lista detallada de tablas y gráficos para ayudarte a visualizar los datos de una simulación.
- La habilidad de rastrear un amplio rango de datos para luego exportarlos a tu formato de planillas preferido.
- Mas flexibilidad en la recolección de datos a través de poderosas herramientas como colectores estadísticos y zonas de actividad.

Procesos de optimización:

La optimización como la herramienta de FlexSim esta completamente integrada con la unidad OptQuest. En conclusión FLEXSIM se define como una poderosa herramineta con la cual se logró dar solución a la problemática del presente proyecto, su uso es de fácil adpatación para casos, por lo cual es herramienta idonea para los casos de estudios de otros sectores de la economía en los trabajos futuros. Para mayor detalle puede ser consultada su página web o manual en los links:

<https://www.flexsim.com/es/>

## .4 PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

### .4.1 PUBLICACIONES

La siguiente es una lista general de la difusión de resultados obtenidos durante la investigación extraída del presente proyecto de investigación.

### .4.2 PUBLICACIÓN CON ARBITRAJE

Automation of storage and distribution terminals: The case of logistics operators, J.A. Saucedo Martínez, C. J. Regalao-Noriega, L. Ortiz-Ospino onference Proceedings: COMPSE 2020.

Automation of Storage and Distribution Terminals: The Case of Logistics Operators, J.A. Saucedo Martínez, C.J. Regalao-Noriega and L.E. Ortiz Ospino. Computer Science and Health Engineering in Health Services. 4th EAI International Conference, COMPSE 2020 Virtual Event, November 26, 2020 Proceedings. ISSN 1867-8211.ISBN 978-3-030-69839-3. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-69839-3>

Evaluation of the feasibility of implementing 4.0 industry technologies in the Last Mile processes case: Logistic Operators of the Department of Atlántico, C. J. Regalao-Noriega, J.A. Saucedo Martínez. IEEE Xplore. Conference Proceedings: 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). Recuso electrónico: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9140936/authorsauthors>

Feasibility in the implementation of 4.0 technologies in the intralogistic activities of Logistic Operators of the Department of Atlántico, a look towards the organizational efficiency, J.A. Saucedo Martínez, C. J. Regalao-Noriega. Journal of Energy Web and Information Technologies, ew 18: e19. Recuso electrónico: <https://eudl.eu/doi/10.4108/eai.13-7-2018.163983>

#### .4.3 MEMORIAS EN CONGRESOS Y EXPOSICIONES

- Automatización en las terminales de almacenamiento y recepción de materia prima de los Operadores Logísticos del Departamento del Atlántico C. J. Regalao-Noriega, J. A. Saucedo-Martínez, R. A Prieto-Pulido. Conferencia Internacional ASCOLFA 2020: “Innovando las Escuelas de Negocios y Revolucionando el Management 4.0 en tiempos de Incertidumbre”, que se realizó del 24 al 28 de agosto de 2020. **Reconocimiento: 1er puesto en ponencia.**
- Evaluation of the feasibility of implementing 4.0 industry technologies in the Last Mile processes case: Logistic Operators of the Department of Atlántico, C. J. Regalao-Noriega, J.A. Saucedo Martínez. 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI) 2020, Sevilla. Junio 2020.
- Evaluation of the feasibility of implementing 4.0 industry technologies in the finished product management case: Logistic Operators of the Department of Atlántico. C. J. Regalao-Noriega, J. A. Saucedo-Martínez, R. A Prieto-Pulido. Congreso Internacional ICMS. 6th International Conference on Management Studies, Dubai. Abril 2020.

- 
- Literature Review: Evaluation of the feasibility of implementing industry 4.0 technologies in the intralogistic processes of the Logistics Operators of the Department of the Atlantic, a look towards the continuous improvement of organizational efficiency. COMPSE. Universidad Panamericana (UP), DC, Ciudad de México. Noviembre 2019.
  - Automatización de las terminales de Almacenamiento y distribución: Caso de Operadores Logísticos. Presentación de avances de proyecto doctorales en Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), Nuevo León, México. Julio 2019.
  - Stochastic Multi-Trip Team Orienteering Problem: Case of Logistics Operators. Seminario en Logística y Cadena de Suministro. Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), Nuevo León, México. Junio 2019.
  - Stochastic Multi-Trip Team Orienteering Problem: Case of Logistics Operators. Congreso de Investigación de Operaciones y Ciencias Administrativas (IOCA). Universidad Simón Bolívar (USB), Barranquilla, Colombia. Marzo 2017

# BIBLIOGRAFÍA

---

- ADARME, W. J. M. (2014), «Comportamientos logísticos en la distribución de última milla en productos alimenticios en Villavicencio, Colombia», URL <https://revistas.eia.edu.co/index.php/reveia/article/view/627>.
- ANDRÉS, M. (2016a), «On the impact of collaborative strategies for goods delivery in city logistics», *Production Planning Control*, URL DOI:10.1080/09537287.2016.1147092.
- ANDRÉS, M. (2016b), «On the impact of collaborative strategies for goods delivery in city logistics», *Production Planning Control*, URL DOI:10.1080/09537287.2016.1147092.
- ANI (2019), «Agencia Nacional de Infraestructura: Balance Plan de Mejoramiento institucional», *Gobierno de Colombia*, págs. 8–15, URL <https://www.ani.gov.co/actividades-en-procesos-de-la-entidad-2019>.
- AVERILL, L. (2007), «Simulation Modeling and Analysis», *Tucson, Arizona: U.S.A.*, págs. 98–185.
- B. ZEIGLER, . H. P., T. GON KIM (2000), «Theory of Modeling and Simulation», *New York: Academic Press*, págs. 1–273.
- BALLOU, R. (2004), «Logística administración de la cadena de suministro», **México: Pearson Educación d.**, URL [https://www.academia.edu/16236982/Logistica\\_Administracion\\_de\\_la\\_cadena\\_de\\_suministro\\_5ta\\_Edicion\\_Ronald\\_H\\_Ballou](https://www.academia.edu/16236982/Logistica_Administracion_de_la_cadena_de_suministro_5ta_Edicion_Ronald_H_Ballou).

- BARBERO (2010), «La logística de cargas en América Latina y el Caribe: Una agenda para mejorar su desempeño», *Banco Interamericano de Desarrollo*, **01**, págs. 8–68, URL <https://publications.iadb.org/es/publicacion/13697/>.
- BARCELÓ, M. (2008), «Una historia de la informática», *Rambla del Poblenou*, págs. 77–80.
- BID (2017), «Logística Urbana: Los desafíos de la Distribución Urbana de Mercancías.», *Centro de Estudios Económicos para el Desarrollo y la Competitividad de la Cámara de Comercio Cartagena*.
- BOTTHOF, A. (2015), «Zukunft der Arbeit im Kontext von Autonomik und Industrie 4.0», *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0*, Springer, URL [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-45915-7\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-45915-7_1).
- BTL (2018), «Diagnóstico sobre la competitividad de Barranquilla: La situación de la Ciudad a principios del siglo XXI.», *Informe Técnico 22*, transporte-logística, Blog de CC de Transporte y Logística, URL <https://blogs.ucjc.edu/cc-transporte-logistica/2017/04/>.
- CANTILLO, F. A. W. C. A. L. D. Y. M. O., E; SÁNCHEZ (2011), «Aplicación de los fundamentos de clúster y competitividad al sector logístico del Departamento del Atlántico Colombia», *Revista prospect*.
- CARRANZA, O. (2005), «Logística: mejores prácticas en Latinoamérica.», **México: Internacional Thomson Editores.**, URL <https://books.google.com.pe/books?id=np0RtFjCu2MC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>.
- CARRASCO, J. (2000), «Evolución de los enfoques y conceptos de la logística “Su impacto en la dirección y la gestión de las organizaciones”», *Economía Industrial*, págs. 17–34, URL <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=140184>.
- CASTELLS (1999), «La era de la información», *Politeia*, págs. 230–232, URL <https://www.redalyc.org/pdf/1700/170033587012.pdf>.

- CCB (2018), «Diagnóstico sobre la competitividad de Barranquilla: La situación de la Ciudad a principios del siglo XXI.», *Informe Técnico 1*, Grupo Regional de Economía y Competitividad, Cámara de Comercio de Barranquilla, URL [www.fnpi.org/.../competitividad\\_\\_Barranquilla\\_a\\_Inicios\\_del\\_S\\_XXI.pdf](http://www.fnpi.org/.../competitividad__Barranquilla_a_Inicios_del_S_XXI.pdf).
- CHRISTIAN FIKAR, P. H. (2017), «A decision support system to investigate dynamic distribution facilitating cargo-bikes.», *International Journal of Logistics Research and Applications*, **21**, URL <https://doi.org/10.1080/13675567.2017.1395830>.
- CHRISTOPER, M. (2004), «Logística aspectos estratégicos.», **México: Limusa. ISBN:9789681852825.**
- CHUMACEIRO, H. J. Y. C. E., A. (2016), «Responsabilidad social universitaria, desarrollo sostenible y ciudadanía ambiental», *Cuadernos de RSO*.
- COOPER, M. (1998), «Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities», *The International Journal of Logistics Management*, URL <https://doi.org/10.1108/09574099810805807>.
- CORDEIRO, L. (2013), «The Millennium Project and beyond», *Foresight*, pág. 5 [Online], URL <https://doi.org/10.1108/FS-03-2013-0008>.
- CORTÉS, C. B. Y. (2017), «El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras Implications and Perspectives of Industry 4.0.», *Conciencia Tecnológica*.
- CPC (2018), «mejorando la competitividad en Colombia», URL <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/la-cuarta-oportunidad/articulo/los-cinco-pilares-para-mejorar-la-competitividad-de-colombia/592847/>.
- DANE (2018), «Encuesta Sobre Desempeño Institucional Nacional -EDI 2017- Anexos», URL <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/gobierno/>

- encuesta-sobre-ambiente-y-desempeno-institucional-nacional-edi/  
edi-2017-anexos.
- DAVIS, J. (2012), «Smart manufacturing, manufacturing intelligence and demand-dynamic performance», *Computers Chemical Engineering*, pág. 145–156, URL <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2012.06.037>.
- DIAN (2018), «Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales», <https://www.dian.gov.co/>.
- DOMBROWSKI, U. (2014), «Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution», *Procedia CIRP*, **17**, pág. 100–105, URL <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.077>.
- DURÁN, S. (2017), «Liderazgo transformacional como estrategia de adaptación en la gestión logística empresarial.», *Revista Desarrollo Gerencial*, págs. 140–157, URL <https://doi.org/10.17081/dege.9.2.2980>.
- FARELL (1957), «Citado por Martínez 2017», *Revista Desarrollo Gerencial*, págs. 140–157.
- FRANCISCO, M. (2012), «La infraestructura de movilidad y su relación con el desarrollo económico y la competitividad: Revisión conceptual», *Panorama Económico*, **20**, págs. 39–49, URL <https://doi.org/10.32997/2463-0470-vol.20-num.0-2012-342>.
- GAMBERI, M. (2018), «The training of suppliers: A linear model for optimising the allocation of available hours», *International Journal of Industrial and System Engineering*, págs. 135–151.
- GARCIA, E. (2016), «El Ciclo de Deming: La gestión y mejora de procesos», **10**, URL <https://equipo.altran.es/el-ciclo-de-deming-la-gestion-y-mejora-de-procesos/>.
- GARCÍA, C. A. Y. M. M., J. (2019), «Responsabilidad social universitaria, desarrollo sostenible y ciudadanía ambiental», *Espacios*.

GILCHRIST, A. (2016), «Introducing Industry 4.0», en *Industry 4.0*, Springer, URL [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4842-2047-4\\_13](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4842-2047-4_13).

GLENN, J. (2016), «2050 Global work/Technology Scenarios», *The Millennium Project Team*. [Online].

GUTIÉRREZ-CASAS, G. (1998), «Logística y distribución física.», **Madrid: McGraw Hill. ISBN 84-481-1366-7.**

HERMANN, M. (2016), «Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios», *IEEE*, pág. 3928–3937, URL 10.13140/RG.2.2.29269.22248.

HERNANDEZ SAMPIERI, R. (2014), «Metodología de la Investigación», *México: McGraw Hill*.

HERRERA, E. (2020), «Política Nacional de Logística», *Informe Técnico 1*, Grupo Regional de Economía y Competitividad, URL <https://id.presidencia.gov.co/Paginas/prensa/2020/Politica-Nacional-Logistica-apuesta-grande-reducir-costos-logisticos-exportar.aspx>.

JIMENEZ (2002), «Marco conceptual de la cadena de suministro: Un nuevo enfoque logístico», *Sanfandila, Qro.*

JOHNSON, G. M. (2017), «Emerging trends and new frontiers in community operational research», *ScienceDirect*, págs. 1178–1191, URL <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.11.032>.

JORDI, J. (2001), «Manual de logística integral.», **Buenos Aires: Díaz de Santos.**

JOSEFINA, M. C. (2019), «Historia de la industria 4.0», *Logicbus*.

JUNG, K. (2015), «Mapping strategic goals and operational performance metrics for smart manufacturing systems», *Procedia Computer Science*, **44**, pág. 184–193, URL <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.051>.

- K, S. (2016), «Industrie 4.0-Automation in weft knitting technology», *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, **1**, págs. 1–10, URL doi: 10.1088/1757-899X/141/1/012014.
- KOGUT, . Z. U., B. (2019), «UKnowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology.», *Organization Science*, **3**, URL <https://www.jstor.org/stable/2635279>.
- KOLBERG (2015), «Lean automation enabled by industry 4.0 technologies», *IFAC-PapersOnLine*, **48**, URL <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.359>.
- LA ROSA, V. D. (2019), «Resumen ejecutivo 2016 - 2019», *Informe Técnico 1*, Gobernación del Atlántico.
- LAMBERT, D. (1998), «Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities», *The International Journal of Logistics Management*, **9**, págs. 1–19, URL 10.1108/09574099810805807.
- LIU, L. (2007), «Logistics capability and its grey assessment model.», *In Grey Systems and Intelligent Services. International Conference on IEEE*, URL 10.1109/GSIS.2007.4443455.
- LOGISTEC (2020), «Más allá de la contingencia: unión e-commerce y tiendas físicas marcará la diferencia en la logística pospandemia», *SCM Partner Logistec*, **2020**.
- LOPES, A. (2018), «Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations», *Annals of Operations Research*, **270**, pág. 273–286, URL <https://link.springer.com/article/10.1007/s10479-018-2772-8>.
- M. BEAVERSTOCK, E. L. Y. W. N., A. G. GREENWOOD (2012), «Applied Simulation Modeling and Analysis using FlexSim», *FlexSim Software Products, Inc., Orem USA*, págs. 8–15.

MAIER (2015), «Innovation in supply chains solving the agency dilemma in supply networks by using industry 4.0 technologies», *International Journal of Communication Networks and Distributed Systems*, URL [10.1504/IJCND.2015.070976](https://doi.org/10.1504/IJCND.2015.070976).

MARTÍNEZ (2013), «Optimización de la logística de contenedores vacíos. Estudio de costes y beneficios por las navieras», *Informe Técnico 1*, Universidad de Cantabria, URL <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/4037/JesFAs+MartEDnez+MarEDn.pdf;jsessionid=56D791BBB3884A733138B993C6A58AC1?sequence=1>.

MARTÍNEZ (2017a), «Gestión logística en Pymes del sector de operadores de carga del Departamento del Atlántico», *Espacios*, URL <https://www.revistaespacios.com/a17v38n58/a17v38n58p13.pdf>.

MARTÍNEZ, J. (2017b), «Liderazgo transformacional como estrategia de adaptación en la gestión logística empresarial.», *Revista Desarrollo Gerencial*, págs. 140–157, URL <https://doi.org/10.17081/dege.9.2.2980>.

MECALUX (2017), «El almacén robotizado en la era de la logística 4.0», URL <https://www.mecalux.com.co/blog/almacen-robotizado>.

MEJÍA, A. (2016), «Planeación por escenarios: un caso de estudio en una empresa de consultoría logística en Colombia», *Universidad ICESI*, págs. 96–107, URL <https://doi.org/10.1016/j.estger.2015.12.004>.

MERA, C. (2019), «Retos y Desafíos de la Prospectiva en las Organizaciones del Futuro», UNAD, <file:///F:/DESCARGAS/Retos%20y%20Desafios%20de%20la%20Prospectiva%20en%20las%20Organizaciones%20del%20Futuro.pdf>.

MOKATE, K. M. (2001), «Eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad: ¿qué queremos decir?», *Inter-American Development Bank.*, URL <https://publications.iadb.org/es/publicacion/14536/eficacia-eficiencia-equidad-y-sostenibilidad-que-queremos-decir>.

- MONCAYO-MARTÍNEZ (2014), «Placing safety stock in logistic networks under guaranteed-service time inventory models: An application to the automotive industry», *Applied Research and Technology*, **12**, URL [http://dx.doi.org/10.1016/S1665-6423\(14\)71633-5](http://dx.doi.org/10.1016/S1665-6423(14)71633-5).
- MORA, A. (2019), «Indicadores de Gestión Logística», *Logística integral*, págs. 12–24.
- MORASH, E. (1996), «Strategic logistics capabilities for competitive advantage and firm success.», *Journal of Business Logistics*, URL [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)2158-1592](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)2158-1592).
- MORENO, C. (2019), «Logística, almacenaje y consumo, una mirada holística», *Gestión del Conocimiento*, **2**, págs. 57–63.
- NANCE., R. E. (1993), «A History of Discrete Event Simulation Programming Language», *Department of Computer Science, Virginia Polytechnic Institute and State University*.
- NEUMANN, J. V. (1992), «John Von Neumann y los orígenes de la computación moderna», *William Aspray-Gedisa*.
- OROZCO E., A. J. (2017), «Proyecto Pilito Corredor Logístico en Última Milla y Logística Urbana en Barranquilla y su Área Metropolitana.», *Barranquilla: informe general al Ministerio de Transporte*.
- OZMENT, J. (2008), «Logistics Capability, Logistics Outsourcing and Firm Performance in an E-commerce Market», *International Journal of Physical Distribution Logistics Management*, **38**, URL [10.1108/09600030810882825](https://doi.org/10.1108/09600030810882825).
- PHILIPPE-PIERRE (1998), «Global operations and logistics: text and cases.», **New York: John Wiley Sons**.
- PND (2018), «Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 Pacto por Colombia, pacto por la equidad», *Gobierno Nacional de Colombia*, pág. 178, URL <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Resumen-PND2018-2022-final.pdf>.

- PÉREZ (2017), «Sistemas de integración vertical y horizontal en el marco de industria 4.0: Evaluación y desarrollo», *UANL*, URL <http://eprints.uanl.mx/16246/>.
- REN, G. (2017), «Material control as a tool for cost management in manufacturing companies», *Management Science*, **3**, pág. 5.
- RENNUNG, F. (2016), «Service Provision in the Framework of Industry 4.0», *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, **221**, págs. 372–377, URL <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.127>.
- ROJAS, M. (2016), «Plan Integral de gestión Atlántico 2040», *Linca Publicidad*, pág. 141.
- ROUX, M. (2003), «Manual de logística para la gestión de almacenes.», **Barcelona: Gestión 2000**.
- RUSO, F. y A. COMI (2011), «Reminiscences about the origins of linear programming Measures for Sustainable Freight Transportation at Urban Scale: Expected Goals and Tested Results in Europe.», *Journal of Urban Planning and Development*, **2**, págs. 142–152, URL [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000052](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000052).
- SANCHEZ, O. (2018), «Guía para la construcción y análisis de indicadores», *Departamento Nacional de Planeación*, págs. 6–17.
- SCHUH, L. (2019), «Automation or intralogistik 4.0», *MMLOGISTIK*, <https://www.mm-logistik.vogel.de/mit-digitalisierung-und-automation-zur-intralogistik-40-a-593552>.
- SCHUHMAHER, J. (2018), «Development of a descriptive model for intralogistics as a foundation for an autonomous control method for intralogistics systems», *Procedia Manufacturing*, **23**, págs. 225–230, URL [10.1016/j.promfg.2018.04.021](https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.021).
- SERRANO, R. (2016), «El futuro del trabajo y la tecnología: Investigación prospectiva en el marco del proyecto Millenium», *Hermes: pentsamendu eta historia aldizkaria*, pág. 60–66.

- SMYKAY, E. W. (1961), «Physical Distribution Management: Logistics problems of the firm.», **New York: Macmillan.**
- SOLAR, L. E. (2015), «Mejorando la gestión de la logística de almacenamiento Inbud en CD», *Media Partner Logistec*, págs. <https://www.revistalogistec.com/index.php/equipamiento-y-tecnologia/almacenaje/item/2389-mejorando-la-gestion-de-la-logistica-de-almacenamiento-inbound-en-cd>.
- SUAREZ, R. (2002), «Gerencia de la cadena de abastecimiento», *Editorial ECOE*, págs. 43–66.
- SÁNCHEZ-JIMÉNEZ, J. E. (2002), «Marco conceptual de la cadena de suministro: un nuevo enfoque logístico.», **Publicación técnica 215. México. México: Secretaria de comunicaciones y transportes instituto mexicano del transporte.**, URL <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt215.pdf>.
- WELLS, P. (2016), «Sustainable business models and the automotive industry: A commentary», *IMB Management Review*, URL <https://doi.org/10.1016/j.iimb.2013.07.001>.
- WEYER, S. (2015), «Towards Industry 4.0-Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems», *IFAC-PapersOnLine*, URL <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.143>.
- WINSTON., W. L. (2005), «Investigación de operaciones aplicación y algoritmos», *Thomson*, págs. 1–273.
- WOLTER, M. I. (2015), «Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft», *Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen. IAB-Forschungsbericht*, **8**, págs. 1–69, URL <http://hdl.handle.net/10419/126512>.

---

YING JI, S. Q. (2016), «Bi-level multi-objective optimization model for last mile delivery using a discrete approach», **23**, URL <https://doi.org/10.1080/10236198.2016.1210607>.

ZAHRA, S. H. J. . D. P., S. A. (2006), «Entrepreneurship and Dynamic Capabilities: A Review, Model and Research Agenda. Journal of Management Studies», **43**.

# RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

---

Carlos Jose Regalao Noriega

Candidato para obtener el grado de  
Doctor en Ingeniería  
con especialidad en Ingeniería de Sistemas

Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Tesis:

EFICIENCIA ORGANIZACIONAL EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS  
TECNOLOGÍAS 4.0 EN LOS OPERADORES LOGÍSTICOS DEL  
DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

Nació el 11 de Marzo de 1989, en la ciudad de Caracas en Venezuela, hijo de Carlos Julio Regalao Hernández y Ludys Esther Noriega Sanchez, mayor de cuatro hermanos: Jeisy, Efraín y Jureisy. Inició su experiencia laboral a muy temprana edad al lado de sus padres, lo cual le infundó un profundo sentido de responsabilidad y de trabajo duro para construir lo que se sueña.

En 1998 viaja a Barranquilla - Colombia enviado por sus padres para estudiar el Bachillerato, consideraban que el cambio de gobierno no era conveniente para Venezuela por lo cual tomaron previsiones. Pasa parte de su adolescencia como es-

tudiante de preparatoria y realizando trabajos menores como apoyo en un centro de llamadas de la época; en 2014 egresa de la Universidad Simón Bolívar con título de Ingeniero Industrial. Durante el periodo de 2012 a 2015 trabaja en organizaciones como: Postobón, Triple A, Burger King y EPS.A. de Empresas Polar donde en esta última llega a ocupar el cargo de Director de Operaciones. Sin embargo, su formación investigativa lo lleva a regresar a la academia a finales de 2015 como Asistente Académico de la Facultad de Ingenierías de la Universidad Simón Bolívar e iniciar su Maestría en Ingeniería Industrial, obteniendo por su trabajo investigativo su membresía en el EAI.

En 2018 finaliza su Maestría, un semestre anterior inicia su formación Doctoral en la Universidad Autónoma de Nuevo León en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, con este importante paso en su formación académica logra ascender a Profesor con carga administrativa como Coordinador de Programa académico, funciones que continúa desempeñando durante el tiempo que se escriben estas palabras.