



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Propuesta para la consolidación del sector logístico en el marco de un mercado digital

Nelson David Navarro Díaz

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería
Departamento de ingeniería de Sistemas e Industrial
Bogotá, Colombia
2020

Propuesta para la consolidación del sector logístico en el marco de un mercado digital

Nelson David Navarro Díaz

Tesis o trabajo de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Ingeniería Industrial

Director (a):

Ing. Msc. Juan Pablo Castellón Torres

Línea de Investigación:

Logística

Grupo de Investigación:

Sociedad Economía y Productividad. Sepro

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial

Bogotá, Colombia

2020

A Daniel Santiago y Lizeth Daniela, luchen por sus sueños; que yo lucho por el mío, que es hacer un mundo mejor para ustedes.

A mis padres Nelson y Damaris, mis hermanos Carmen Lizeth y Luis Fernando, y mi novia Ángela. Soy porque somos.

Agradecimientos

Agradecerle primero a Dios, por sus infinitas bondades y poner en mi camino grandes oportunidades, retos y personas que me acompañan en este camino que es la vida.

A mi familia: Mis padres, Nelson y Damaris, por su amor incondicional, su ejemplo de vida y apoyarme en cada proyecto que emprendo; a mi novia, Ángela, por su amor, compañía, paciencia y llenarme de ánimos para seguir adelante cuando no doy más; a mis hermanos, Luis Fernando y Carmen Lizeth, por su amor y confianza; a mis sobrinos Daniel Santiago y Lizeth Daniela, por enseñarme a luchar por mis sueños porque siempre habrá alguien que me preguntará si me gusta lo que hago; a mis abuelas, Toribia y Clara, por su amor y oraciones; y a todos los demás por ser un apoyo incondicional.

Al profesor Juan Pablo Castellón Torres, mi director y amigo, por creer incondicionalmente en mí y enseñarme que en este camino que a veces es complicado siempre hay espacio para una risa.

A los miembros del grupo de investigación Sociedad Economía y Productividad, SEPRO, Andrés H, Rafael S, Rafael A, Kassandra, Juan Pablo L, Santiago, Carolina, Natali, Laura, Cathe, Marcela, Catalina M, Catalina G, Frank, Henry, Lucy, Angie y los demás compañeros del grupo por abrirme un espacio para desarrollar este trabajo, haciendo más ameno este proceso y brindando su retroalimentación para el desarrollo de este documento. A los profesores Jair Rocha y Wilson Adarme por su guía.

Al profesor Carlos Osorio, por su guía constante y las conversaciones sobre el arte y la vida.

A Luis M. García, Omar Ramos y Luis Chávez por su aporte al desarrollo de este trabajo.

A mis amigos, Jhon Junieles, Daniela Becerra, Luis Gómez, Juan Correa, Angela Jiménez, Guillermo Esguerra, Jesús Jiménez, Yarelmis Coronado, Sammy Manjarrez, Erick Duncan, Valery Pacheco, Iván Bernal, Kevin Franco, Luis Ochoa y los que faltaron, por su apoyo incondicional durante este proceso.

Al proyecto Intermodalidapp Inteligente, financiado por la convocatoria conjunta entre la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad de Cundinamarca en el cual desarrollé esta tesis.

Resumen

Esta tesis propone una herramienta para el diseño de estrategias que permitan la madurez de operadores logísticos en la prestación de servicios de transporte en el contexto del mercado digital en Colombia, basado en los requerimientos identificados del consumidor y las capacidades de los actores involucrados en la cadena de suministro. Para este desarrollo se realizó una investigación en dos fases: una investigación descriptiva en la que por medio de información primaria y secundaria se caracterizaron las operaciones logísticas en este entorno y se establecieron los requerimientos necesarios para satisfacer las necesidades identificadas, y una segunda fase de investigación propositiva en la que se desarrolló un modelo de evaluación para las operaciones de e-commerce en la que se mide el estado actual de las operaciones y se compara con el estado ideal según este contexto. A partir de los hallazgos, se propuso un modelo de operación para los prestadores de servicios logísticos en Colombia. La propuesta metodológica se implementó en un caso aplicado en el que a través de una simulación se midieron los impactos en indicadores clave, con la obtención de reducciones en el tiempo de entrega en 58.3% del tiempo promedio de entrega inicial, y la reducción del costo de entrega del 23.9%.

Palabras clave: Comercio electrónico, Estrategias, transporte, colaboración, evaluación

Abstract

This thesis proposes a tool for designing of strategies to improve the process in the transportation service delivery in the context of Colombian digital market, based on the requirements identified by the costumer and the capacities of the involved actors in the supply chain. For this development a research has been made with two phases: a descriptive research which using primary and secondary information were characterized the logistic operations in this environment and the necessary requirements were stablished to satisfy the necessities identified, and a second phase of purposeful research which an evaluation model were developed for the e-commerce operations where the current state of the operations are measured and

those are compared with the ideal state according to this context. Based on these findings, an operation model has been proposed for the logistic service delivery in Colombia. The methodological proposal has been implemented in a case applied which through a simulation were measured the impact on key indicators, with the obtention of delivery-time reduction in 58.3% compared with the initial average delivery-time, and the reduction of the delivery-cost of 23.9%.

Keywords: E-commerce, Strategies, delivery, collaboration, evaluation

Esta tesis de maestría se sustentó el 26 de 01 de 2021 a las 10:00 am,
y fue evaluada por los siguientes jurados:

Iván Darío Cárdenas Barbosa (Msc - Ph.D(c) .)
Afiliación: Universidad De Antwerpen

Juan Carlos Torres Pardo (Msc - Ph.D.)
Afiliación: Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá

Contenido

Pág.

Resumen	VII
Lista de figuras	XIII
Lista de tablas	XVI
Introducción	17
OBJETIVOS	26
1 Revisión del estado del arte.	27
1.1 Logística para e-commerce (inicios)	29
1.2 Modelos de decisión.	31
1.3 Logística y calidad de servicio.	32
1.4 Distribución de última milla.	33
1.5 Discusión del estado del arte.	35
2 Metodología	37
3 Implicaciones del mercado digital en Colombia	42
4 Requerimientos para los servicios Logísticos en el marco de un mercado digital	45
4.1 Identificación de requerimientos.	46
4.2 Evaluación de Requerimientos	51
4.2.1 Evaluación de tiempo de entrega.....	52
4.2.2 Evaluación de la colaboración.	53
4.2.3 Evaluación Nivel Implementación de tecnologías de la información para logística	58
4.3 Implicaciones de las operaciones E-Commerce para una pequeña empresa.....	62
4.3.1 Entregas realizadas por la empresa.....	63
4.3.2 Entregas Tercerizadas	63
4.3.3 Tipos de clientes	65
4.4 Implicaciones de las operaciones de E-commerce para una gran empresa.....	66
4.4.1 Evaluación de la operación actual de las empresas priorizadas	67

4.5	Diagrama para la evaluación y comparación de servicios logísticos en e-commerce.....	68
5	Evaluación de la oferta de los prestadores de servicio logístico.....	72
6	Diseño de la Estrategia.	75
6.1	Elementos generales de la estrategia.....	76
6.2	Fortalecimiento de la Colaboración.....	79
6.3	Diseño de la Arquitectura de software	79
6.3.1	Descripción del software.	79
6.3.2	Requisitos Funcionales (RF).....	80
6.3.3	Requisitos no funcionales (RNF).....	81
6.3.4	Estilo y/o patrones de arquitectura.....	81
6.3.5	Plataforma: La plataforma a utilizar es Docker.....	84
6.3.6	Diseño Arquitectónico.	84
6.3.7	Validación de la arquitectura por medio del proyecto Intermodalidapp	88
6.4	Fases de Implementación.....	95
6.4.1	Preparación.....	96
6.4.2	Prueba Piloto.....	97
6.4.3	Corrección de Errores.....	97
6.4.4	Puesta en Marcha.....	97
6.5	Implementación de la estrategia en un caso particular	97
6.5.1	Resultados de la simulación.....	100
7	Discusión de resultados.	102
7.1.1	Limitaciones y supuestos.	103
7.1.2	Futuras investigaciones.	104
8	. Conclusiones	104
A.	Anexo: Construcción del corpus de información para el estado del arte. 106	
	Fase I. Construcción de la ecuación de búsqueda.	106
	Fase II: Identificación, búsqueda y captación de información.....	108
	Fase III: Organización, depuración y análisis de información.....	111
	Análisis para Web of science	111
	Análisis para Scopus.....	113
	Análisis con VosViewer	115
	Fase IV : Procesos de comunicación y toma de decisiones.....	117
B.	Anexo B: Código para el procesamiento de lenguaje natural en Matlab 118	
C.	Anexo C: Ventas de una semana para la microempresa.....	123
D.	Anexo D: Preguntas para el taller de Logística para e-commerce usadas en esta tesis.....	124

E. Anexo E: Consideraciones para la simulación	125
Bibliografía	131

Lista de figuras

Ilustración 1. Transacciones digitales, comparativo 2013-2019. Fuente: (BlackSip, 2019)	20
Ilustración 2. Fases del e-commerce . Fuente: Adaptada de Marco de Estadísticas del Comercio Electrónico en Colombia, 2018	20
Ilustración 3. Árbol de problemas e-commerce en Colombia Fuente:(DNP, 2020)	23
Ilustración 4. Beneficios de las transacciones E-commerce , Fuente: Adaptado de (<i>Medición de Indicadores de consumo del Observatorio eCommerce</i> , 2019).	24
Ilustración 5. Problemas en la logística de e-commerce . Fuente(<i>Medición de Indicadores de consumo del Observatorio eCommerce</i> , 2019)	25
Ilustración 6. Metodología de búsqueda bibliográfica Fuente. Elaboración propia	28
Ilustración 7. Análisis de los resúmenes: Fuente Elaboración propia en Matlab toolbox. Text Analytics	29
Ilustración 8. Tipología de redes de distribución de última milla Fuente: Adaptado de (Lim & Winkenbach, 2019)	34
Ilustración 9. Marco para la investigación: la interconexión de cosmovisiones, diseño y métodos de investigación. Fuente: Adaptado de (Creswell, 2014).....	37
Ilustración 10. Metodología de la investigación. Fuente: Elaboración propia	38
Ilustración 11. Metodología para la caracterización del e-commerce en Colombia.	39
Ilustración 12. Metodología para identificación del sistema logístico. Fuente: Elaboración propia.	40
Ilustración 13. Metodología caracterización de servicios. Fuente: Elaboración Propia.....	41
Ilustración 14. Internautas en América latina. Fuente: (BlackSip, 2019)	42
Ilustración 15. Nivel de penetración del internet en América latina. Fuente:(BlackSip, 2019).....	43
Ilustración 16. Participación del e-commerce en el PIB Fuente:(Euromonitor, 2019)	44
Ilustración 17. Perfil del comprador 100% online Fuente:(<i>Medición de Indicadores de consumo del Observatorio eCommerce</i> , 2019).....	44

Ilustración 18. Problemas en la logística de e-commerce. Fuente:(<i>Medición de Indicadores de consumo del Observatorio eCommerce</i> , 2019).	45
Ilustración 19. Evaluación de las operaciones Criticas en E-commerce . Fuente: Procolombia	47
Ilustración 20. Percepción del transporte para e-commerce . Fuente: Procolombia	47
Ilustración 21. Requisitos para la estrategia. Fuente: Elaboración Propia en Matlab	48
Ilustración 22. <i>Etapas del proyecto Intermodalidapp Inteligente</i> . Fuente: <i>Elaboración propia</i>	50
Ilustración 23. Costo mínimo para lograr una capacidad de respuesta. Adaptado de (Chopra & Meindl, 2013)	53
Ilustración 24. Entregas especiales. Fuente. Elaboración propia.....	63
Ilustración 25. Entrega tercerizada con entrega en oficina. Fuente. Elaboración propia	64
Ilustración 26. Entrega tercerizada recolección. Fuente elaboración propia	65
Ilustración 27. Logística de entrega, gran empresa, Fuente: Elaboración propia.	66
Ilustración 28. Diagrama de evaluación de requerimientos para e-commerce . Fuente: Elaboración propia.	70
Ilustración 29. Evaluación de operaciones caracterizadas. Fuente: Elaboración propia	71
Ilustración 30. Diagrama de evaluación para prestadores de servicio: Fuente: Elaboración propia	74
Ilustración 31. Modelo de relaciones en la estrategia propuesta. Fuente: Elaboración propia	77
Ilustración 32. Vista de descomposición de la arquitectura. Fuente: Elaboración propia	85
Ilustración 33. Vista de capas-Arquitectura Fuente: Elaboración propia	86
Ilustración 34. Vista de componentes y conectores: Fuente: Elaboración propia	87
Ilustración 35. Vista de Despliegue. Fuente: Elaboración propia.	87
Ilustración 36. Vista de componentes. Fuente: Grupo Sepro- Proyecto Intermodalidapp	89
Ilustración 37. Vista de capas. Fuente: Grupo de Sepro- Proyecto Intermodalidapp	90
Ilustración 38. Vista de componentes. Fuente: Grupo sepro- Proyecto Intermodalidapp	91
Ilustración 39. Vista de despliegue: Fuente Grupo Sepro- Proyecto Intermodalidapp	91
Ilustración 40. Diagrama entidad-relación servicio Usuario: Fuente Grupo Sepro- Intermodalidapp inteligente	92

Ilustración 41. Diagrama entidad relación microservicio Servicios. Fuente: Grupo Sepro-Proyecto Intermodalidapp.....	92
Ilustración 42. Diagrama entidad relación del servicio Alternativa. Fuente: Grupo Sepro-Proyecto Intermodalidapp.....	93
Ilustración 43. Vista inicio de sesión intermodalidapp: Fuente: Grupo Sepro-Proyecto Intermodalidapp.	93
Ilustración 44. Vista de registro. Fuente: Grupo Sepro - Proyecto Intermodalidapp	94
Ilustración 45. Vista de servicios. Fuente: Grupo Sepro- Proyecto Intermodalidapp	94
Ilustración 46. Fases de implementación. Fuente: Elaboración propia.	96
Ilustración 47. Estrategia crowlogistc. Fuente: Elaboración propia basado en (Aguirre-Ramirez et al., 2019)	98
Ilustración 48. Proceso de interacción. Fuente: (Aguirre-Ramirez et al., 2019)....	99
Ilustración 49. Resultados de la simulación Fuente:(Aguirre-Ramirez et al., 2019)	100
Ilustración 50. Evaluación comparativa entre la operación y la operación propuesta Fuente: Elaboración propia.	101
Ilustración 51. Relación entre temas, Fuente. Elaboración propia en VosViewer	109
Ilustración 52. Análisis para corpus de Scopus. Fuente: Elaboración propia con Vosviewer.....	116
Ilustración 53. Análisis para corpus de Web of science. Fuente: Elaboración propia con Vosviewer	117
Ilustración 54. Ajuste visual de la variable <i>tiempo entre pedidos</i> a la distribución exponencial. Fuente : (Aguirre-Ramírez et al., 2019).....	127
Ilustración 55. Gráfica de la distribución empírica resultante del análisis estadístico. Fuente: (Aguirre-Ramírez et al., 2019).....	127
Ilustración 56. Histograma de la variable aleatoria del peso de un pedido Fuente: (Aguirre-Ramírez et al., 2019).....	129

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1. Relaciones de los mercados digitales Fuente: Adaptado de (Meier & Stormer, 2009).	17
Tabla 2.Comparación de condiciones para logística en retail tradicional vs Ecommerce Fuente: Elaboración propia	36
Tabla 4. Equivalencia entre Requerimientos y parámetros	51
Tabla 5. Niveles de Colaboración decisional. Basado en(Gonzalez-Feliu & Salanova, 2012)	54
Tabla 6 Tecnologías de la información para la logística. Fuente: Basado en (Lagorio et al., 2019)	58
Tabla 7. Escala de evaluación LTI.	60
Tabla 3. Costos de envío dentro de Bogotá Fuente. MercadoLibre.com	64
Tabla 8. Evaluación de las prácticas actuales en las empresas. Fuente: Elaboración propia	67
Tabla 9. Tabla símbolos prácticas de las empresas, Fuente: Elaboración propia	70
Tabla 10. Evaluación de servicios de transporte ofrecidos por empresas en Bogotá. Fuente: Elaboración propia.	73
Tabla 11. Revisión de los patrones arquitectura de microservicios. Fuente: Adaptado de (Taibi, Lenarduzzi, & Pahl, n.d.).....	82
Tabla 12. Comparación entre las empresas escogidas y la estrategia planteada.	101
Tabla 13. grupos de palabras para construcción de la ecuación de búsqueda..	106
Tabla 14. Búsqueda de palabras en Google académico.....	106
Tabla 15. Resultados de la ecuación de búsqueda en bases de datos	107
Tabla 16. Tarifas para el transporte. Fuente:(Aguirre-Ramirez et al., 2019)	126
Tabla 17. Retenciones aplicadas a los colaboradores de la plataforma para la simulación Fuente:(Aguirre-Ramírez et al., 2019).....	126
Tabla 18. Distribución empírica de la variable tiempo entre pedidos Fuente:(Aguirre-Ramirez et al., 2019).....	128
Tabla 19.Distribución empírica de la variable aleatoria asociada al peso de cada pedido Fuente: (Aguirre-Ramírez et al., 2019).....	129

Introducción

El incremento en la utilización de herramientas tecnológicas en las dinámicas de mercado ha generado nuevas formas de relaciones comerciales que se encuentran enmarcadas en el concepto de mercados digital o e-business. Según (Meier & Stormer, 2009) son todas las relaciones que se representan en los negocios soportados en redes privadas o públicas, incluido internet para realizar sus operaciones; estas relaciones tienen tres tipos de actores principalmente; empresas (Bussines), organizaciones gubernamentales (Administration) y personas naturales (customer). Estos actores cumplen el papel de proveedores y consumidores, como se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Relaciones de los mercados digitales Fuente: Adaptado de (Meier & Stormer, 2009).

		Consumidor/ Persona natural (Customer)	Empresa (Business)	Organizaciones Gubernamentales (Administration)
Proveedor del servicio	Consumidor/ Persona natural (Customer)	<p>Consumidor a Consumidor(C2C): Son aquellas en las que una persona natural ofrece un producto o servicio a otra por medio de internet; por ejemplo: anuncios clasificados en una página personal.</p>	<p>Consumidor a Empresas(C2B): son aquellas relaciones en la que el ciudadano ofrece sus servicios a una empresa por medio de plataformas electrónicas; por ejemplo página con perfil de habilidades profesionales</p>	<p>Ciudadano a Gobierno (C2A): En esta relación los ciudadanos brindan información al gobierno mediante el uso de redes; por ejemplo: Evaluación de proyectos públicos</p>

	Empresa (Business)	Empresa a Consumidor (B2C): Son aquellas en que una empresa ofrece sus productos y servicios a sus clientes por medio de la utilización de plataformas electrónicas, por ejemplo: productos y servicios en una tienda virtual.	Empresas a Empresas (B2B): Son aquellas en que una empresa le ofrece a otra productos y servicios e intercambian información por medio de redes; por ejemplo órdenes a los proveedores.	Empresa a Gobierno (B2A): En este tipo de relaciones las empresas ofrecen servicios a través de redes o para soporte de estas; por ejemplo servicios electrónicos para la administración pública.
	Organizaciones Gubernamentales (Administration)	Gobierno a ciudadano (A2C): Son aquellas relaciones en la que el gobierno ofrece a sus ciudadanos el acceso a los diferentes servicios estatales por medio de internet, por ejemplo: la posibilidad de elecciones electrónicas.	Gobierno a Empresas (A2B): Estas relaciones son aquellas en que el gobierno haciendo uso de redes ofrece información y normativas relativa a la operación de las empresas; por ejemplo: anuncios públicos o planes de gobierno	Gobierno a Gobierno (A2A): En este tipo de relaciones lo gobiernos comparten información o generan acuerdos entre sí por medio de la utilización de redes; por ejemplo: colaboración en comunidades virtuales

Nota: Las siglas corresponden a los nombres en inglés de las relaciones

Se espera que para el año de 2021 los mercados digitales a nivel mundial generen movimientos por USD 4.878.000.000.000 (Clement, 2019); Esto ha ocasionado que este medio de comercialización se encuentre en la agenda de desarrollo de múltiples gobiernos, como por ejemplo, el caso de la Unión Europea y su programa de mercado Único digital (European Commission, 2016) el cual abarca no solamente las transacciones, sino que se convierte en una agenda de desarrollo a nivel regional, que incluye temas de conectividad, seguridad, promoción de mercados e información compartida. Esta estrategia resulta ser importante en el plan de conexión comercial interna en Europa, lo que hace que se soporte en puntos esenciales como lo son el transporte, especialmente de carga, ya que estas dinámicas son las que soportan a los grandes agentes socioeconómicos (European Commission, 2018).

En el contexto latinoamericano actualmente se estima que uno de cada cuatro habitantes realiza operaciones de comercio electrónico (BlackSip, 2019), esto hace que Latinoamérica represente alrededor del 8.1% del mercado digital a nivel mundial. En Latinoamérica el mercado digital se encuentra liderado por Brasil; con 149.1 millones de internautas y Colombia es el cuarto país de la región con 34

millones de internautas, esto representan para el país oportunidades de crecimiento en el sector.

Entre todas las actividades que abarca este mercado vale la pena destacar el e-commerce, que según (Meng, 2010) es el conjunto de actividades económicas procesadas haciendo uso de herramientas electrónicas, especialmente internet, para realizar intercambio de mercancía con muy alta eficiencia y muy bajo costo; ya que según autores como (Murillo, 2001) estas requieren un soporte desde la logística; que según (Joong-Kun Cho, Ozment, & Sink, 2008) en este contexto la tercerización de estas actividades está relacionada con un mejor desempeño de la empresa.

Por estas razones el desarrollo de esta tesis se considera el estudio de los requerimientos que este mercado tiene para los prestadores de servicios logísticos y el nivel de cumplimiento de estos, para que así los prestadores de servicio logístico puedan dar las soluciones adecuadas. Este análisis se realiza teniendo en cuenta el entorno colombiano en donde las transacciones hechas por medio de plataformas digitales han venido creciendo en los últimos años como se ve en la Ilustración 1, tanto en el monto de las transacciones y la cantidad de estas, siendo una de las principales estrategias diseñadas por los comerciantes para llegar a nuevos mercados. Y donde el (*Marco de Estadísticas del Comercio Electrónico en Colombia*, 2018) define una cadena de valor de cinco fases, las cuales se presentan en la Ilustración 2. Donde la logística, centro de esta investigación, es la cuarta etapa

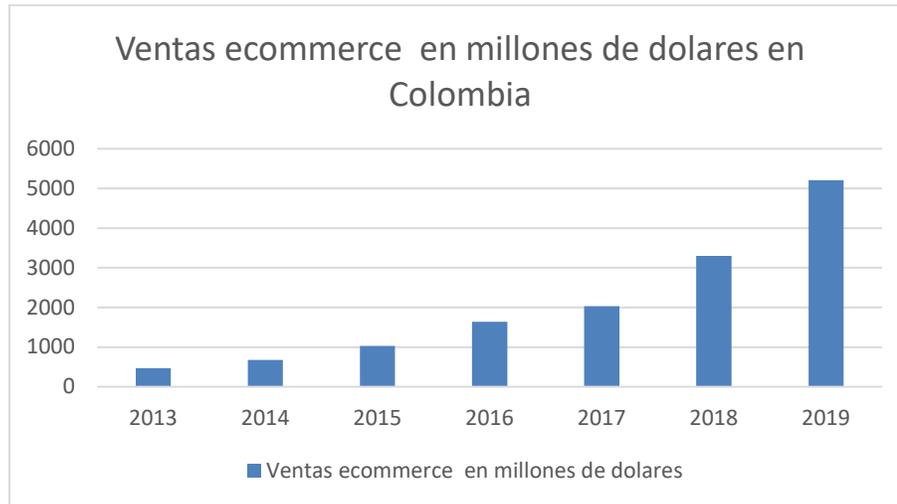


Ilustración 1. Transacciones digitales, comparativo 2013-2019. Fuente: (BlackSip, 2019)

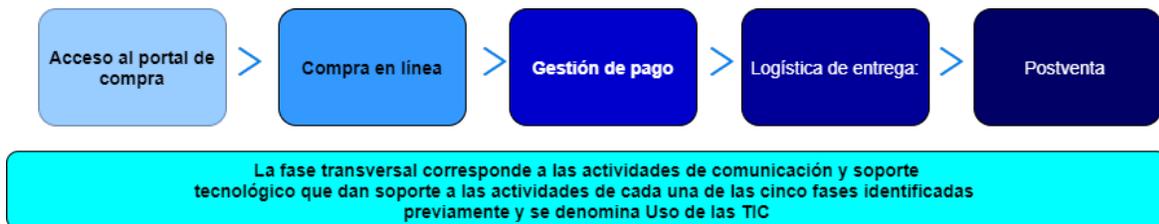


Ilustración 2. Fases del e-commerce . Fuente: Adaptada de Marco de Estadísticas del Comercio Electrónico en Colombia, 2018

La logística en este contexto trae consigo grandes retos como reducir los desplazamientos, ya que autores como (Taniguchi & Kakimoto, 2004), presentan que las operaciones logísticas que surgen del e-commerce generan desplazamientos de trayectos más largos y las relaciones directas entre el comerciante y el cliente. Además, generan a dinámicas dentro de las ciudades, que son definidas como Entregas Inmediatas, (Dablanc et al., 2017), en las cuales los consumidores esperan que estas entregas tengan un tiempo de entrega que se encuentre en un rango menor de dos horas. Esta expectativa genera efectos negativos en las áreas que se tiene una mayor densidad poblacional en las ciudades (Cárdenas, Beckers, & Vanelislander, 2017).

En un país como Colombia que tiene un puntaje 2.94 LPI (Logistic Performance index) del (Banco Mundial, 2018), en una evaluación que va de 1-5 considerando, 1 como la calificación más baja y 5 la más alta, la logística no se encuentra preparada para abordar nuevos retos como los que pueden significar el crecimiento del mercado digital, ya que con las operaciones que se encuentran actualmente el desempeño tiene una calificación baja y un incremento de los requerimientos no podrán ser satisfechos, como si lo pueden hacer los países líderes en logística como lo son Bélgica y Alemania; o de la región como Chile o Panamá. Ver Gráfico 1

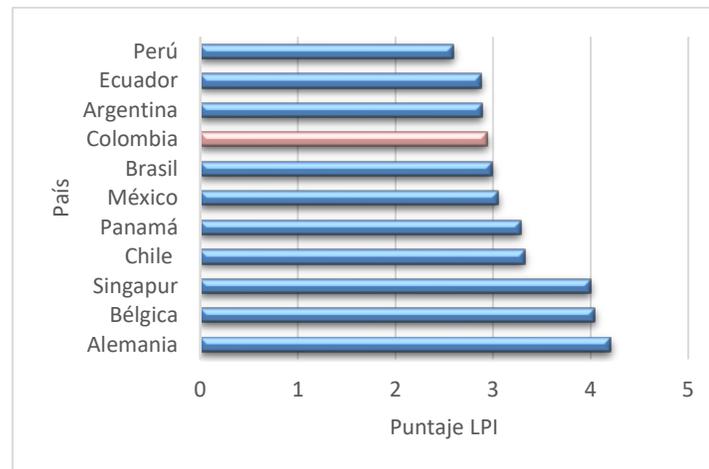


Gráfico 1. Puntaje LPI de Colombia comparado con otros países latinoamericanos y los primeros tres a nivel mundial, el cual mide y pondera los siguientes factores; aduanas, infraestructura, envíos internacionales, competitividad logística, trazabilidad y entregas a tiempo. Fuente (García Mora & Castrellón Torres, 2020)

Inicialmente se una etapa de investigación descriptiva, que tiene como finalidad conocer el estado de la práctica en Colombia, por medio de información primaria se caracterizan de las operaciones logísticas de una muestra por conveniencia de empresas que realicen operaciones comerciales en el mercado digital. Abordando de manera inicial entrevistas semiestructuradas las que se pueden obtener las generalidades del proceso, teniendo una realimentación constante con los actores, para la validación de los modelos realizados.

Posteriormente se busca conocer los requerimientos que tienen los actores del mercado digital, en términos de servicios logísticos; teniendo en cuenta información primaria y secundaria, tomando como base talleres realizados de manera conjunta con la entidad gubernamental Procolombia, para la caracterización de estos. De igual manera se caracterizan los servicios ofrecidos por los prestadores del servicio logístico, buscando así establecer la brecha que se encuentra entre necesidades y servicios ofertados.

A partir de la información obtenida en esta tesis se desarrolla una etapa propositiva en la cual se realiza el diseño de la estrategia que permita a los prestadores de servicios tener un soporte para la consolidación de sus operaciones para atender los requerimientos que se encuentran en el marco de un mercado digital.

Este desarrollo es presentado en este documento partiendo de un contexto del e-commerce en Colombia partiendo de lo general hasta llegar a lo particular por medio de la caracterización de dos empresas, con la finalidad de identificar las operaciones que estas realizan y su interacción con el sector logístico; seguidamente se identifican los requerimientos que los actores del e-commerce tienen para la logística siendo estos los parámetros de evaluación para los servicios, luego se evalúan los servicios con la información brindada por las empresas y la información que se encuentra pública de los servicios logísticos para confrontarlas, para finalmente presentar una estrategia para la mejora de estos servicios que se mide un impacto por medio la implementación por simulación para la operación de una de las dos empresas caracterizadas.

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El mercado digital en Colombia ha venido incrementando las operaciones de manera continua (*Medición de Indicadores de consumo del Observatorio eCommerce*, 2019) lo que representa una oportunidad de crecimiento económico. Sin embargo, el gobierno colombiano en su Política Nacional de Comercio electrónico (DNP, 2020). Identifica que: **A pesar del surgimiento de nuevos actores y tecnologías persisten bajos niveles en el uso y aprovechamiento del comercio electrónico.** Ver Ilustración 3.

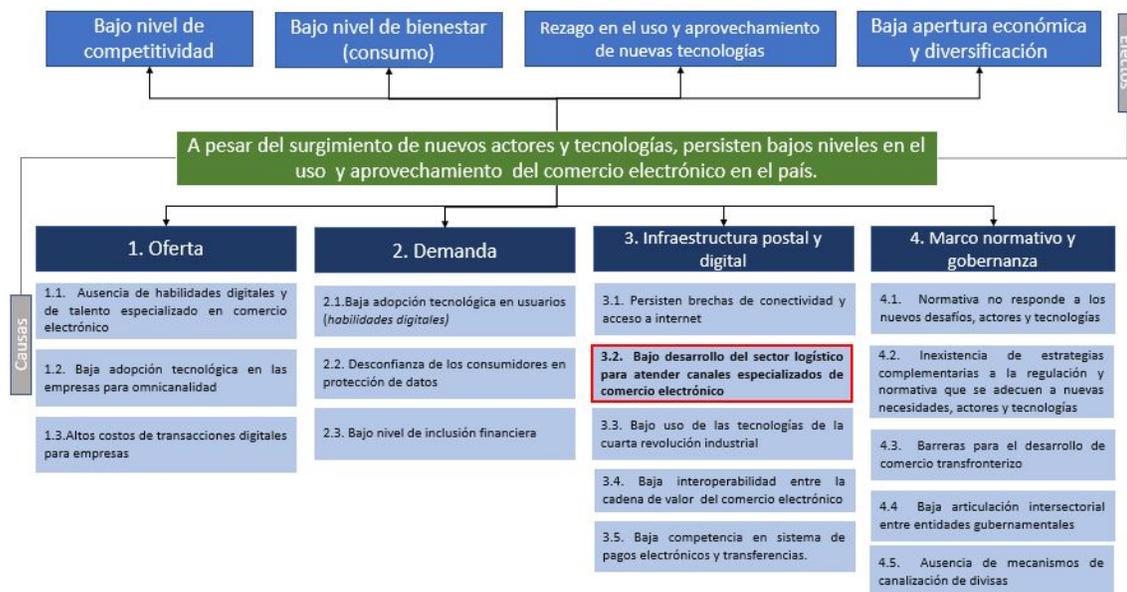


Ilustración 3. Árbol de problemas e-commerce en Colombia Fuente:(DNP, 2020)

En el árbol problemas presentado en Ilustración 3 se encuentran múltiples causas por las cuales se tiene un bajo nivel de acceso y aprovechamiento del mercado digital, que se clasifican en cuatro grupos: oferta, demanda, infraestructura postal y marco normativo y gobernanza. En donde los grupos de oferta y demanda se caracterizan principalmente por una baja adopción tecnológica que se ve reflejada en costos altos en las operaciones y poco desarrollo de habilidades en el contexto;

el grupo de marco normativo y gobernanza abarca principalmente temas legales que no se consideran en esta investigación y finalmente para el grupo 3, se encuentran las causas de la infraestructura postal y digital; en donde la causa 3.2 *Bajo desarrollo del sector logístico para atender canales especializados de comercio electrónico* es seleccionada como la causa a estudiar en esta tesis ya que abarca las causas 3.3, 3.4, 3.5 de este mismo grupo, ya que un desarrollo especializado para atender este canal debe superarlas para su correcto funcionamiento, y la causa 3.1 corresponde más a un tema gubernamental que desde el alcance de esta tesis no puede ser cubierto.

La causa 3.2 es seleccionada porque el 75% de los usuarios consideran que la **comodidad / No es necesario desplazarse** es el beneficio que los atrae más hacia el uso de e-commerce (*Medición de Indicadores de consumo del Observatorio eCommerce, 2019*). Este beneficio se puede ligar directamente a la logística, ya que el proceso de despacho de mercancía es una actividad propia de esta área de estudio y un bajo desarrollo de esta puede influenciar en la calidad del servicio brindado a los consumidores y se puede hacer poco visible el beneficio que atrae más a los usuarios.

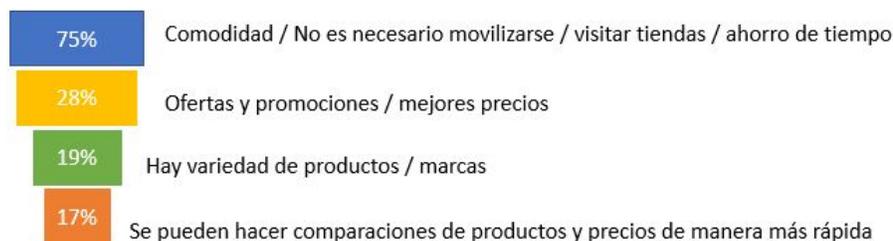


Ilustración 4. Beneficios de las transacciones E-commerce , Fuente: Adaptado de (*Medición de Indicadores de consumo del Observatorio eCommerce, 2019*).

Para el contexto colombiano según la (*Medición de Indicadores de consumo del Observatorio eCommerce, 2019*) el 14 % de los consumidores de ecommerce ha presentado inconvenientes con la logística, ver Ilustración 5, de los que en su mayoría han sido relacionados con los tiempos de entrega y que el producto recibido no corresponde al solicitado, que pueden incrementarse, a medida que crece este mercado ya que según autores como (Zákorová, 2017), al crecer las transacciones para de e-commerce se incrementan el número de paquetes enviados.

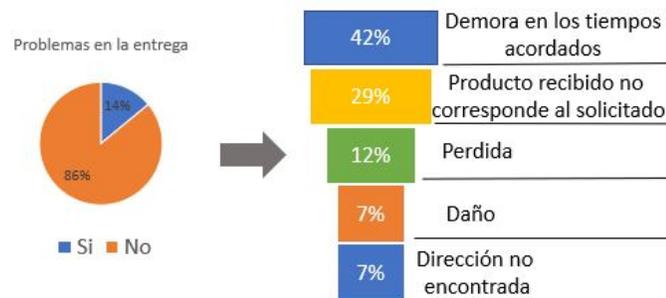


Ilustración 5. Problemas en la logística de e-commerce . Fuente(*Medición de Indicadores de consumo del Observatorio eCommerce, 2019*)

Adicionalmente las operaciones logísticas se hacen más complejas, ya que los consumidores requieren para este mercado la implementación de prácticas como las entregas inmediatas, que según (Dablanc et al., 2017) es la entrega de mercancía en tiempos menores a dos horas y por costos bajos o gratis para el consumidor. Teniendo en cuenta que en la causa 3.2 del árbol de problemas presentado por (DNP, 2020) que fue seleccionada nos dice que el desarrollo de servicios de logística para e-commerce es bajo, no se podrá satisfacer las necesidades más complejas que se pueden presentar.

Lo anterior nos muestra que se hace necesario desarrollar servicios de logísticas que se encuentren preparados para abordar las complejidades que se pueden presentar en este mercado. Para autores como (Yu, Wang, Zhong, & Huang, 2016) &(Yu, Wang, Zhong, & Huang, 2017), para desarrollar una logística para e-commerce, es necesario tener en cuenta aspectos como tecnología, modelos e implementación; que en cada región tendrán características particulares. Esto conlleva a la necesidad de identificar los requerimientos que se tienen para Colombia, ya que así se podrán desarrollar las estrategias que funcionen en este país, para a partir de esto se desarrolle la pregunta de investigación: **¿Qué estrategia permite la consolidación del sector logístico en el contexto de un mercado digital en Colombia?**

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una estrategia que permita la consolidación del sector logístico en el contexto de un mercado digital, teniendo en cuenta los requerimientos establecidos por las dinámicas comerciales como tiempo de entrega y ventanas de tiempo para recepción de pedidos, así como la satisfacción de la demanda generada por este mercado.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar las implicaciones de un mercado digital, por medio de metodologías existentes para describir las dinámicas comerciales que se encuentran definidas desde los enfoques teóricos y el estado de la práctica en Colombia.

Caracterizar los requerimientos del mercado digital al sector logístico por medio de recolección de información primaria a los usuarios de servicios logísticos para la realización de operaciones comerciales en el marco del mercado digital.

Caracterizar los servicios ofrecidos por el sector logístico colombiano a partir de los portafolios de servicio para establecer la brecha existente entre los servicios ofertados y los requerimientos de los usuarios del mercado digital.

Proponer una estrategia que permita al sector logístico colombiano cumplir con las demandas generadas por las dinámicas del mercado digital, que sirva como soporte para que los prestadores de servicios logísticos establezcan los planes de acción para suplir estas necesidades.

1 Revisión del estado del arte.

A partir de la problemática identificada se realiza una búsqueda adaptando la metodología presentada por (Castellanos Domínguez, Fúquene Montañez, & Ramírez Martínez, 2011) para identificar las tendencias que se encuentran alrededor de la logística en un contexto de mercado digital (E-commerce) y la logística, esto con el fin de determinar los principales grupos temáticos y encontrar los vacíos que se encuentran en la literatura para realizar aportes en esta medida. Se usa esta metodología que inicialmente se centra en la búsqueda de tendencias para que la estrategia que se desarrolle pueda estar enmarcada en estas tendencias y poder tener una vigencia de aplicación a largo plazo. Esta propuesta se desarrolla en cinco secciones, la primera que muestra el inicio de las investigaciones donde se presenta la logística para e-commerce, seguido de tres etapas en donde se agrupan los artículos por tendencias que abordan, sea metodológica o temática y al final se cierra con sección de discusión de los temas encontrados.

Para esto se toma inicialmente esta metodología y se adapta para hacer el desarrollo en cuatro fases que se desarrollan en detalle en el anexo A y que simplifica gráficamente en la Ilustración 6 en donde se presentan las fases y las herramientas utilizadas en cada una de estas, con los respectivos resultados parciales.

Esta metodología se desarrolla de la siguiente manera: Fase I: Construcción de la ecuación de búsqueda, en la que por medio del test de adherencia se construye la primera versión de la ecuación de búsqueda y se obtienen 1308 artículos; en la Fase II: Identificación, búsqueda y captación de información se procesa el corpus de información encontrado con la utilización de la herramienta VOSViewer, de tal manera que se encuentran relaciones entre los temas abordados y se fortalece la ecuación de búsqueda, teniendo como resultado 126 artículos, que son procesados en la Fase III con el uso de herramientas y filtrados por medio de una lectura de primer nivel, en donde se encuentran cuatro grupos de artículos, con un primer grupo donde se definen los inicios del tema, un segundo grupo donde se abordan los problemas en e-commerce por medio de modelos de decisión, un tercer grupo donde se muestra la relación entre logística y calidad de servicio en ecommerce y

un cuarto grupo donde se estudia la distribución de última milla. Para finalizar con la Fase IV de comunicación que se presenta a continuación.

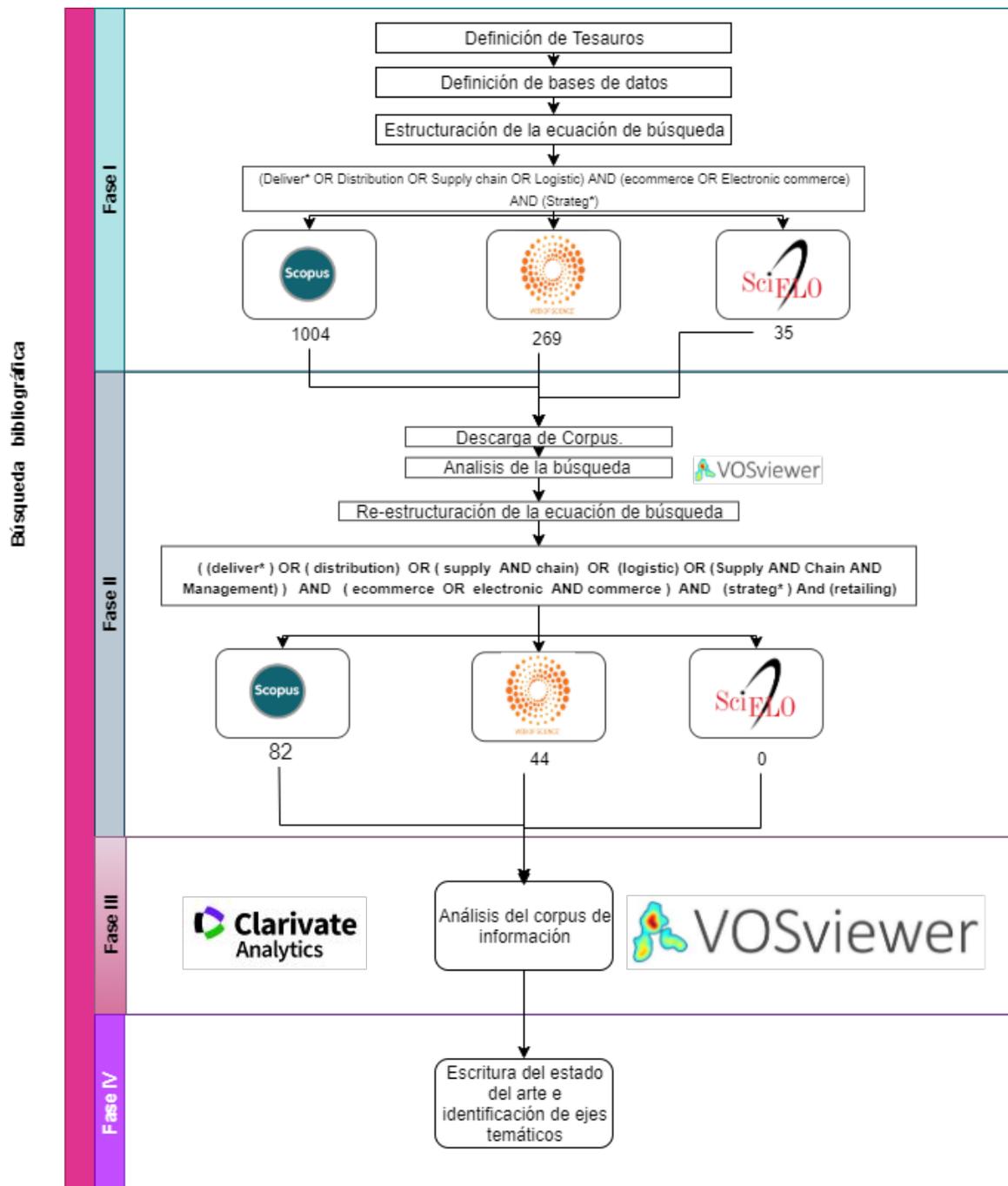


Ilustración 6. Metodología de búsqueda bibliográfica Fuente. Elaboración propia

retail, en diferentes lugares geográficos, particularmente enfocándose en Estados Unidos y Japón. Para esto hace un análisis del génesis de este en cada uno de estos países en los cuales se tienen dinámicas comerciales B2C diferentes, lo que influenció un desarrollo inicial diferente, teniendo en Estado Unidos el nacimiento de este mercado con la creación de Amazon lo cual generó una fuerte competencia con la tienda de libros Barnes and Noble's, mientras que en Japón surgió como un complemento para las tiendas tradicionales, lo cual generó diferentes dinámicas para cada uno de estos mercados, estableciendo así nuevas estructuras para distribución de mercancía como forma de acercamiento al cliente. Lo que hizo que en Estados Unidos se considerara el e-commerce como el acceso a productos exclusivos por este medio para propietarios de computadores y tarjetas de crédito, mientras que en Japón se comportara más como un sistema de acercamiento al cliente.

Este mismo año (Croom, 2001) buscó analizar desde un enfoque teórico, cómo las relaciones B2B, pueden cambiar con el crecimiento del e-commerce y establecer cómo deben reconfigurarse las relaciones teniendo en cuenta el uso de las herramientas que soportan al comercio electrónico, partiendo de la hipótesis de que el uso de e-commerce modifica las estructuras de las cadenas de suministro. La metodología que utiliza para la realización de esta investigación es comparar los costos que se generan en la relación de actores sin la utilización de las herramientas de e-commerce y con la utilización de este. Obteniendo como resultado que se tienen menores costos con el uso de estas herramientas, además de que se puede facilitar la interacción entre proveedores y clientes lo que podría eliminar eslabones en la cadena de suministro.

(Anderson, Chatterjee, & Lakshmanan, 2003) buscan estudiar el cambio que se puede generar en la distribución espacial dentro de las ciudades, teniendo como premisa que se cambian las relaciones directas entre las personas por la interacción por medio de internet. Para esto primero se analiza el flujo de la carga para cada uno de los casos. A partir de esto encuentran que el crecimiento del e-commerce puede generar cambios en la organización espacial y en los requisitos transporte; puesto que no se hace necesario concentrar la población en zonas comerciales, ya que las entregas se hacen directamente a cada vivienda, lo que con lleva a una descentralización de las ciudades.

(Wagner, Fillis, & Johansson, 2003) estudiaron las relaciones que se tienen del manejo de cadenas de suministro para pequeñas y medianas empresas (Pymes) en Escocia en el e-commerce, por medio de un estudio exploratorio, por medio de

recolección de información primaria por medio de entrevistas. Obteniendo como resultado: que en las Pyme escocesa no se utilizaban estrategias de administración de la cadena de suministro. Entre los factores que influenciaban identificaron tres grupos principalmente: Macro-factores que indicaban que en ese momento era necesario hacer una reestructuración total de la cultura empresarial y de la infraestructura logística; Factores de la industria y el sector donde se mostraba la dificultad que encontraban las pymes para hacer el cambio con sus proveedores en la forma en que se relacionaban y Factores administrativos que correspondían principalmente a la falta de capacitación en herramientas de este tipo para los gerentes de estas empresas.

Estos artículos muestran que el e-commerce desde sus inicios se identificó como un conjunto de operaciones con una alta capacidad de transformación, que pasa desde las relaciones con los clientes, hasta un tema de organización dentro de las ciudades. Haciendo que se haga necesario estudiar el efecto que este tiene con la administración de la cadena de suministro en empresas de todos los tamaños.

A partir de esta temporalidad se encuentran muchos artículos que estudian la relación del e-commerce y logística, por lo que se presentan de manera agrupada por tendencias de estudios en las siguientes secciones.

1.2 Modelos de decisión.

Entre los artículos se encuentran algunos que abordan este tema a partir de modelos que permiten tomar diferentes decisiones, en el e-commerce, abordando diferentes subtemas de investigación, pero proponiendo un modelo de este tipo para el desarrollo de este.

(Randall, Netessine, & Rudi, 2006) presenta que para el retail en e-commerce se tienen dos extremos para los servicios logísticos que son tercerizar capacidades logísticas y una inversión para el desarrollo de capacidades propias, por esto propone un modelo que permite que las empresas puedan hacer una inversión en términos logísticos que se encuentre en la mitad de este espectro. Para esto propuso el desarrollo de un modelo empírico para la toma de decisiones en la inversión para mejora de capacidades del manejo de la cadena de suministro, que se basó en la experiencia de un grupo de empresas que migraron hacia los diferentes modelos e identificaron las variables que usaron estas para la toma de decisiones, que son: variedad en los productos, incertidumbre de la demanda y relación de volumen/ peso de los productos, les dieron un factor de influencia en la inversión. Con esto se consiguió propone una herramienta para que las empresas que la utilicen puedan determinar que inversiones a hacer en términos logísticos, como manejo de inventarios y distribución.

En este grupo también se encuentra la investigación presentada por (Yang, Liao, Shi, & Gao, 2014) en la que se busca mejorar el manejo de inventarios para una empresa con múltiples centros que conforman una red de distribución entre los cuales se busca hacer un traspaso de inventarios, para satisfacer una demanda con incertidumbre. Para esto hacen una caracterización de las operaciones actuales y se establecen las reglas para el manejo de inventario. Lo que permitió obtener una heurística que permite hacer el traspaso del inventario entre los centros de distribución para poder cubrir la demanda de los clientes buscando que sea atendida por el centro de distribución que se encuentra más cercano.

(Dutta, Mishra, Khandelwal, & Katthawala, 2020) utilizan este tipo de abordajes para el diseño de un modelo multiobjetivo para la optimización de un sistema sostenible de logística inversa, partiendo de que estos productos recolectados pueden tener como destino la incineración, los vertederos o centros de reciclaje. Inicialmente identifican los recursos que hay en la red para el procesamiento de estos productos, y establecen como objetivos: minimizar los costos de la red, minimizar el impacto ambiental y aumentar la responsabilidad social de la red. Y obtuvieron como resultado una mejora en los procesos de logística inversa al aplicarlo al e-commerce de prendas de vestir en algodón.

En este grupo de artículos se encuentra que los modelos de decisión en este contexto son aplicados para la mejora de una parte específica de la operación, basada en las capacidades que se han desarrollado, lo que muestra la necesidad de un desarrollo que permita tomar decisiones para el desarrollo de capacidades y no solo lograr una mejora de lo que existe.

1.3 Logística y calidad de servicio.

La calidad de servicio por ser uno de los factores que garantizan la permanencia de los clientes a una empresa ha sido abordada desde múltiples artículos en los cuales se muestra cómo la logística de la entrega resulta ser un factor determinante para tener una mejor calidad de servicio frente a los clientes especialmente en los procesos de e-commerce.

En esta medida (Aksen & Altinkemer, 2008) buscan mejorar los tiempos de entrega para las compras realizadas por medio de e-commerce para productos perecederos, ya que este factor resulta ser determinante en la evaluación de la calidad de servicio, proponiendo una heurística que permite analizar las compras por internet, para posteriormente utilizar esta información para determinar la

instalación de tiendas o almacenes para hacer más cortas las rutas de entrega y reducir los tiempos de entrega

Posteriormente se encuentra el artículo presentado por (Micu, Aivaz, & Capatina, 2013), el cual busca encontrar la influencia que tiene la calidad de los servicios de logística sobre la percepción de la calidad del servicio. Para esto realiza una exploración empírica a partir de la información recolectada a cien (100) consumidores de e-commerce. Antes de hacer este análisis definen la Calidad de servicios logístico con sigla LSQ (por su nombre en inglés Logistic Service Quality) en dos dimensiones, la dimensión operacional que se refiere a si la empresa cuenta con las capacidades para suplir los requerimientos establecidos por los consumidores y la Dimensión Relacional la cual se entiende como la capacidad para entender las necesidades de los clientes y así poder responder de manera proactiva ante las necesidades que estos tienen. Teniendo definidas estas dimensiones realizaron un estudio en el que se midió el impacto que generaba la logística en el nivel de servicio general de la empresa, y llegaron a la conclusión que en contexto como el comercio electrónico los aspectos mejor valorados por los consumidores es representar su eficiencia logística por medio de la adaptación a cambios que se presentan en las operaciones según las condiciones que se encuentran con cada uno de los clientes.

Lo que para este grupo define que la logística impacta en el nivel de calidad del servicio percibido por el cliente, ya que esta puede impactar en factores como el tiempo de entrega y la calidad con la que se reciben los productos.

1.4 Distribución de última milla.

La distribución de última milla, definida por (Punakivi, Yrjölä, & Holmström, 2001) como el servicio de entrega en la casa al consumidor, es uno de los retos más importantes para el sector logístico en el e-commerce, lo que ha generado una evolución de diferentes configuraciones para la realización de este tipo de operaciones.

Este desarrollo ha traído múltiples configuraciones que no todo el tiempo son las más óptimas, lo que hace que (Lim & Winkenbach, 2019) busque establecer un estándar de configuraciones para la logística de última milla que permita a las empresas tener un soporte para el desarrollo de sus estrategias. Para esto inicialmente analizan las diferentes configuraciones que se tienen para la

distribución de última milla para empresas que son de presencia únicamente virtual y con presencia híbrida tales como Ocado, Tesco, Amazon UK, Alliance Boots, y Argos (U.K.); Amazon, Adidas, y Walmart (U.S.); B2W Digital (Brasil); Flipkart y Snapdeal (India); y Jingdong, Yihaodian, y Suning Commerce Group (China). Haciendo una caracterización inicial de las tipologías de Redes de distribución de última milla, presentándola en la Ilustración 8. A partir de la cual se hace un análisis de cada una de las cadenas estudiadas.

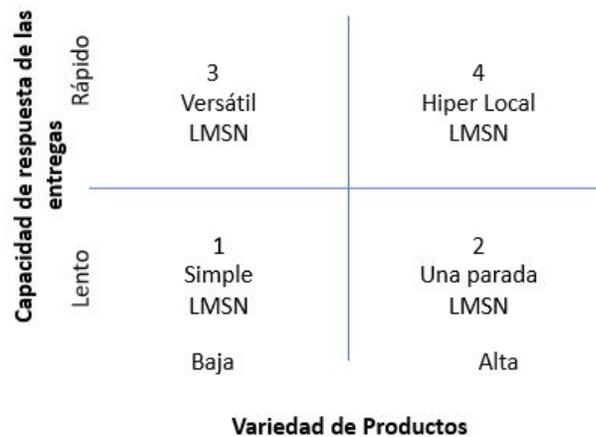


Ilustración 8. Tipología de redes de distribución de última milla Fuente: Adaptado de (Lim & Winkenbach, 2019)

Para la tipología Simple LMSN se encuentra un envío lento con poca diversidad de productos, la cual es utilizada principalmente para productos muy específicos en el mercado. Para la tipología Una parada LMSN se encuentra una alta variedad de productos, esta estrategia está enfocada para negocios que tienden a tener inventarios compartidos con algunos socios, caracterizada principalmente por la flexibilidad de sus operaciones. Versatil LSMN, se caracterizan por tener poca variedad de productos y una respuesta rápida, la especialidad de estas cadenas de suministro son entregas de poco volumen, la estrategia principal que tienen para tener inventarios pequeños es la relación fuerte de colaboración con sus proveedores. Para las cadenas de suministro de tipo Hyperlocales LMSN, tienen una alta variedad de productos y una respuesta muy rápida, lo cual es conseguido a través de una red de distribución descentralizada.

Con esa misma búsqueda de hacer más efectiva la distribución de última milla, han surgido metodologías como la recolección por parte del cliente del paquete en un

punto establecido, el cual ha generado múltiples beneficios, pero que en muchos casos no consigue una aceptación de los clientes, es por esto que (Zhou et al., 2020) buscan encontrar las razones que pueden inferir en los diferentes usuarios para tomar este servicio. Esta investigación fue realizada a través de la recolección de información por medio de cuestionarios, los cuales fueron validados por expertos en el área de estudio. Obteniendo como resultado que la decisión de tomarlo está determinada por factores como la percepción de riesgo, percepción de satisfacción.

Estableciendo como línea de investigación el desarrollo de las entregas dentro de las ciudades para el contexto del e-commerce, buscando de esta manera que se puedan desarrollar estrategias adecuadas para cumplir las necesidades del mercado.

1.5 Discusión del estado del arte.

En esta revisión encontramos que los autores como (Micu et al., 2013) encuentran una influencia fuerte de la logística en la percepción en la calidad del servicio para el e-commerce, haciendo que estas actividades tomen una mayor importancia para los comerciantes. Además de que los consumidores que se encuentran en este contexto tienen mayores requerimientos que pueden ser enmarcados en conceptos como Entregas inmediatas, el cual se define como la entrega de productos en tiempos inferiores a dos horas teniendo una conexión con el cliente por medio de aplicaciones para smartphones, teniendo como soporte conceptos como la logística en economía colaborativa. (Dablanc et al., 2017). Que lleva a la necesidad de que los prestadores de servicio logístico desarrollen servicios para satisfacer este nicho de mercado.

Autores como (Vakulenko, Shams, Hellström, & Hjort, 2019) establecen que para poder satisfacer estas necesidades en la logística se hace necesario considerar no sólo las mejoras en tecnologías sino que debería estudiarse la innovación en la forma en que se presta el servicio y analizar su combinación con la tecnología. Y que otros como (Iwan, Kijewska, & Lemke, 2016), en la búsqueda de un mejoramiento de las actividades logística, plantean que para la distribución de última milla, debe hacerse considerando alternativas diferentes a la distribución tradicional como casilleros de mercancía.

Adicionalmente (Cárdenas, Beckers, & Vanelslender, 2017) estudiaron el impacto que genera el cumplir estos requerimientos en Bélgica, llegando a la conclusión de que cumplir estos requerimientos genera un incremento de los kilómetros que

deben ser recorridos por los vehículos, y se ve reflejado en efectos negativos sobre el entorno, sugiriendo que se deben desarrollar estrategias que vayan encaminadas a la reducción de kilómetros recorridos por los vehículos

A partir de estos planteamientos se presenta la Tabla 2 , de la que se puede concluir que las condiciones para la logística para ecommerce es más compleja y se hace necesario desarrollar estrategias para cumplir los requerimientos particulares de este contexto.

Tabla 2.Comparación de condiciones para logística en retail tradicional vs Ecommerce Fuente: Elaboración propia

Condiciones para la logística para retail tradicional	Condiciones para e-commerce
Entregas a puntos de venta específico	Entregas al cliente final
Frecuencias de abastecimiento que pueden ir de días a meses	Entregas en menos de dos horas.
Las operaciones logísticas no incluyen directamente el consumidor final	Las operaciones logísticas incluyen directamente al consumidor final.
Puntos de entrega fijos	Puntos de entrega dinámicos
Menos kilómetros recorridos por los vehículos	Más kilómetros recorridos por los vehículos

2 Metodología.

Partiendo de la necesidad del diseño de una estrategia, que cumpla las condiciones específicas del e-commerce en Colombia, el desarrollo de esta tesis se da en el marco de investigación de la Ilustración 9, por medio de una metodología de multifase mixta, en esta según (Creswell, 2014); impera cuando se realizan diseño de estrategias donde se debe tener en cuenta el conocimiento del entorno con el fin de hacer una planeación a largo plazo de su implementación. Abordando una cosmovisión filosófica pragmática, puesto que se busca entender el problema y llevar a cabo acciones, sin tener en cuenta los eventos históricos.



Ilustración 9. Marco para la investigación: la interconexión de cosmovisiones, diseño y métodos de investigación. Fuente: Adaptado de (Creswell, 2014)

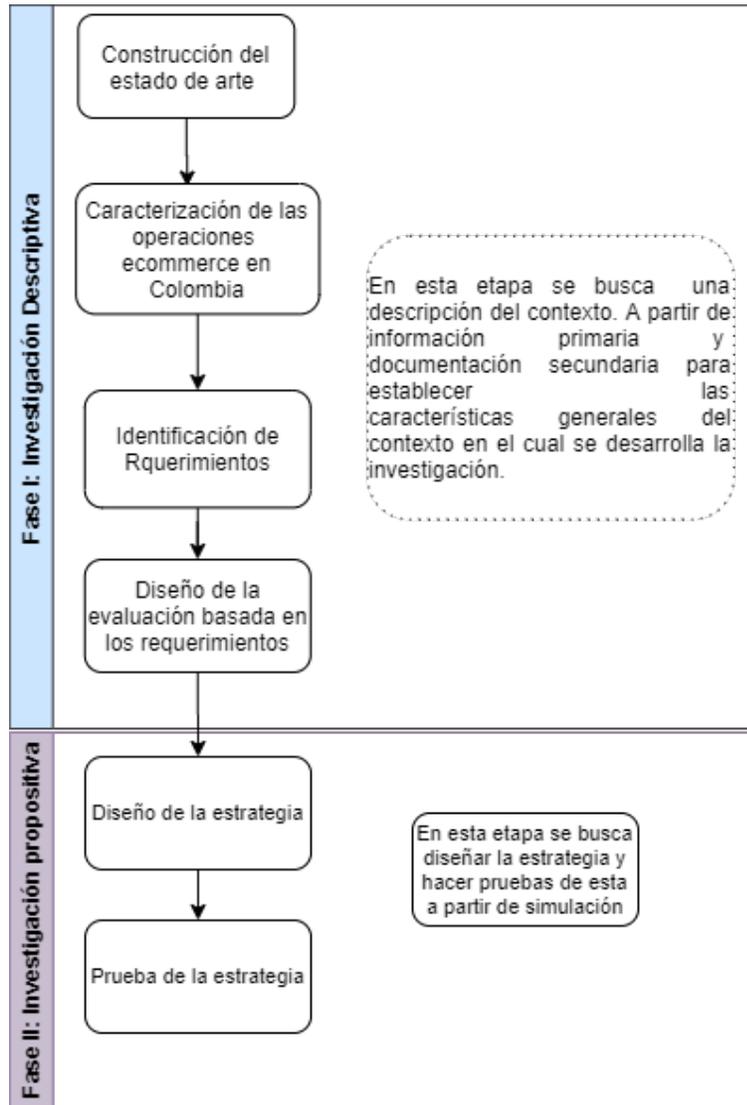


Ilustración 10. Metodología de la investigación. Fuente: Elaboración propia

El desarrollo de esta investigación se desarrolla en dos etapas, Investigación descriptiva y diseño de la estrategia. Estas etapas se realizan de manera secuencial como se muestra la Ilustración 10. La investigación descriptiva según (Roberto Hernández Sampieri, Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio, & de la Luz Casas Pérez, 1991) está definida como la investigación en la cual se busca conocer cómo es y cómo se manifiesta el objeto de investigación; es por esta razón que en esta fase realiza una caracterización del estado del arte que permita conocer que es el e-commerce y la relación que tiene con la logística, permitiendo así conocer

las características generales y unas etapas de caracterización de las operaciones en Colombia para establecer cuáles son las manifestaciones que presenta el mismo en el entorno Colombiano. Para posteriormente proponer una estrategia que resuelva las particularidades encontradas en este entorno.

Para la caracterización del e-commerce en Colombia en esta investigación se realiza pasando de lo general a lo particular. Inicialmente se describen las implicaciones y la naturaleza que tiene el e-commerce en Colombia siguiendo las etapas que se encuentran a continuación.



Ilustración 11. Metodología para la caracterización del e-commerce en Colombia.

Para la descripción general del e-commerce en Colombia, se realiza por medio del uso de fuentes secundarias, teniendo como principal referente al observatorio de e-commerce, entidad que es la fuente oficial que caracteriza y monitorea el ecosistema del comercio electrónico en Colombia, conformada por entidades públicas y privadas (“¿Qué es? - Observatorio eCommerce Colombia,” n.d.). A partir del cual se tomaron alguno de sus estudios en los cuales se presenta la naturaleza del e-commerce, teniendo en cuenta dinámicas durante toda la cadena de valor que se encuentra para este.

Al tener un conocimiento del contexto general se hace necesario identificar las particularidades de las operaciones, en donde la información ofrecida por los generadores de carga toma gran importancia, ya que se puede relacionar a las operaciones específicas de las empresas con los requerimientos que posteriormente se identifican de manera general y así mismo enfocar la estrategia a un caso puntual que no busca generalizar, pero que sirve como referencia de los impactos que se pueden generar.

Para esta caracterización particular se toma una muestra por conveniencia de empresas del sector textil el cual se tiene como el sector que registra mayor número de ventas por medio de e-commerce, con las que se venía trabajando en el *Proyecto Intermodalidadapp Inteligente: Sistema para la toma de decisiones en el transporte intermodal*. puesto que estas mostraron interés en colaborar con este proyecto y además la información que se recoge en ambos desarrollos se complementa.

Esta caracterización de las operaciones logísticas que realizan estas empresas se realiza por medio de recolección de información primaria por medio de entrevistas semi estructuradas. Siguiendo el protocolo presentado en la Ilustración 12.

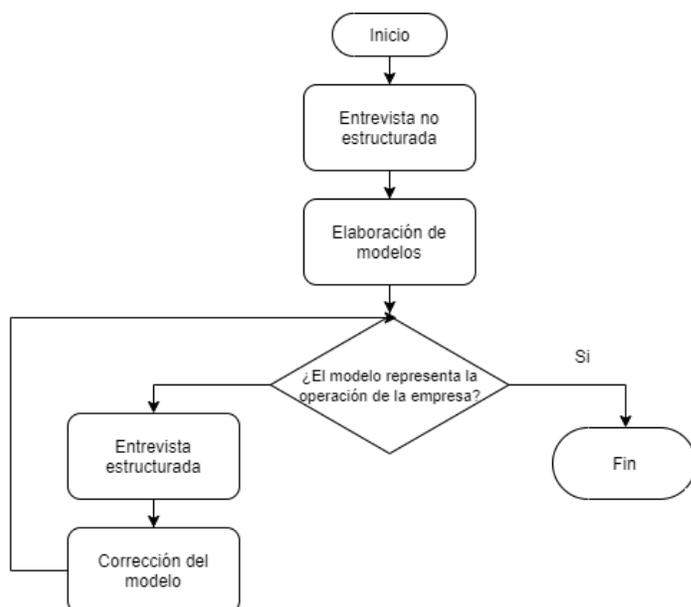


Ilustración 12. Metodología para identificación del sistema logístico. Fuente: Elaboración propia.

Teniendo el conocimiento de las particularidades que se presentan en el desarrollo de las operaciones logísticas para estas empresas se procede a identificar los requerimientos que se deben tener en cuenta para el diseño de la estrategia, para lo cual se toma como base el taller realizado de manera conjunta con Procolombia con la participación de 120 actores del e-commerce, en este se abordaron generalidades del e-commerce, de cual se toman los datos necesarios y se toma el procesamiento previo realizado por esta entidad y es complementado con un análisis particular de los ítems que corresponden a logística. Posterior a la identificación de los requerimientos se procedió a diseñar una evaluación que

permitiera establecer el nivel de desarrollo que tiene cada operación con respecto a estos requerimientos y hacer una comparativa de estos con respecto al estado ideal.

Al tener los requerimientos que se tienen para el sector logístico se hace necesario determinar qué estrategias se han venido implementando, por lo que se hace una caracterización del catálogo de productos de los prestadores de servicios de entrega, se realiza la consulta por medio de fuentes secundarias como lo son los catálogos que se encuentran publicados en las páginas web de estas empresas. Siguiendo los pasos presentados en la Ilustración 13.

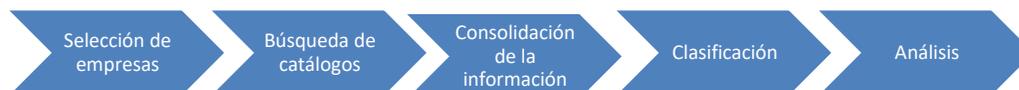


Ilustración 13. Metodología caracterización de servicios. Fuente: Elaboración Propia.

Teniendo la investigación descriptiva se procede a desarrollar la etapa propositiva en el cual se establece inicialmente un paradigma para el desarrollo de la estrategia, a partir del cual se desarrolla de manera particular una estrategia para uno de los casos estudiados para luego evaluar los resultados de la implementación por medio de simulación basada en agentes, en la que se aplica la estrategia propuesta a las operaciones de las empresas caracterizadas para así evaluar el impacto que se puede generar.

3 Implicaciones del mercado digital en Colombia.

En la primera de esta investigación que corresponde a la etapa descriptiva, iniciamos con determinar las implicaciones que el mercado digital ha tenido en Colombia, país que se posiciona como el cuarto país en América latina con más internautas con una penetración del internet 68.2% (BlackSip, 2019), ver Ilustración 14 y la Ilustración 15. Nivel de penetración del internet en América latina. Fuente:(BlackSip, 2019) Ilustración 15, y la Este atributo le permite ser uno de los países con mayor potencial para el e-commerce en la región, teniendo que el 82% de estos usuarios ingresan a internet todos los días de la semana (*Medición de Indicadores de consumo del Observatorio eCommerce*, 2019) abriendo una oportunidad para el desarrollo de la economía.

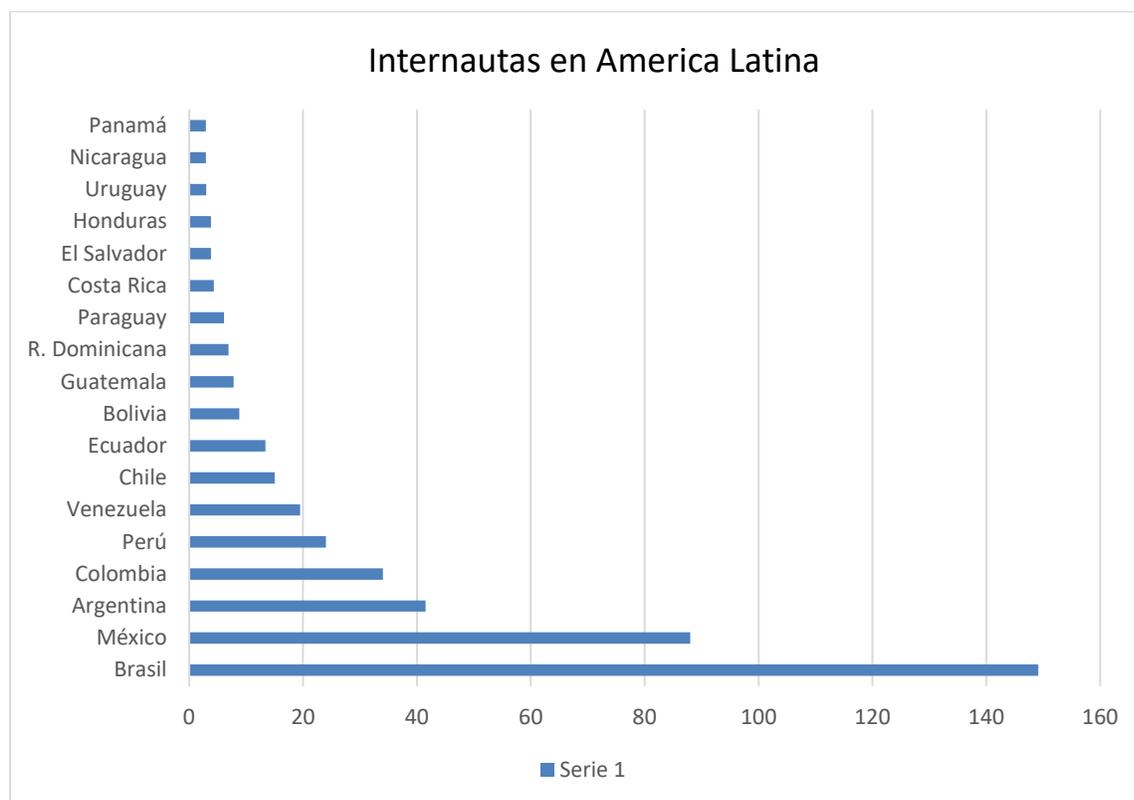


Ilustración 14. Internautas en América latina. Fuente: (BlackSip, 2019)

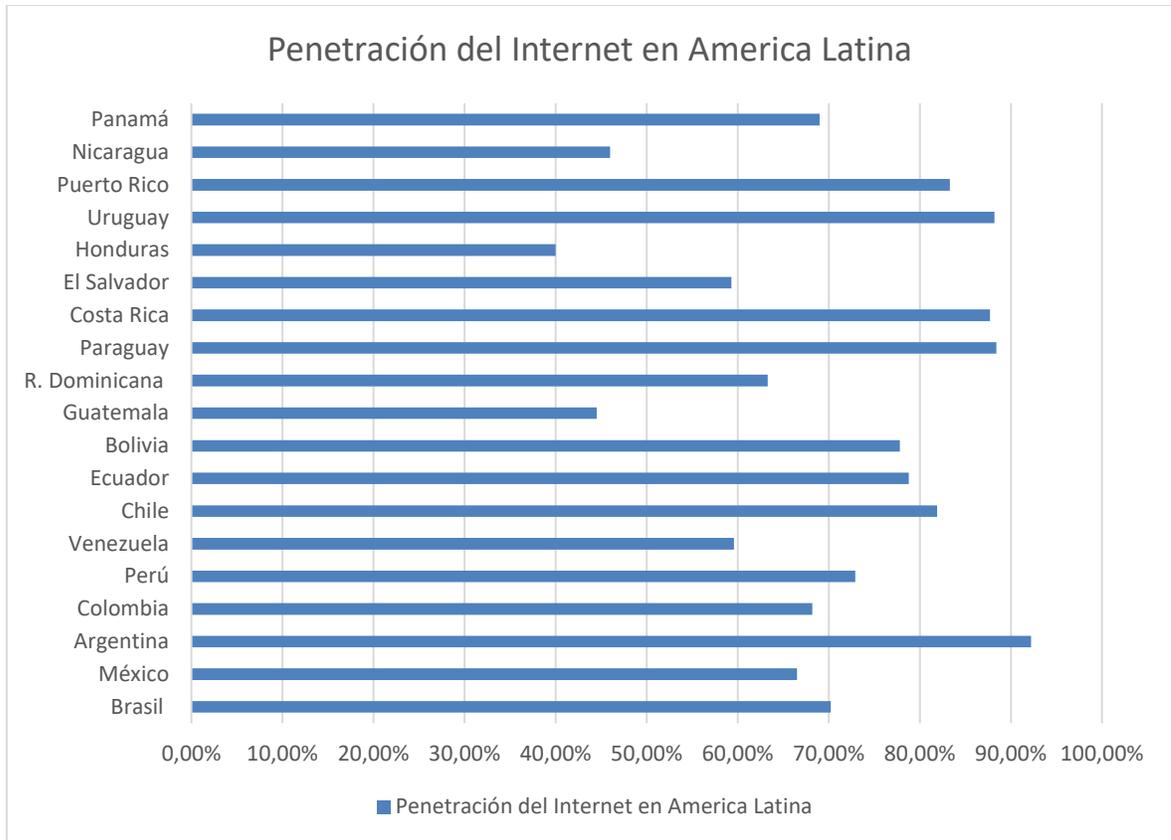


Ilustración 15. Nivel de penetración del internet en América latina.
Fuente:(BlackSip, 2019)

Para el 2017 se tuvo que de las transacciones realizadas en el mercado digital el 70% correspondieron a recaudos y el 30% a ventas. (“Medición de la Economía Digital en Colombia | Datos Abiertos Colombia,” 2017). Estas transacciones según (Euromonitor, 2019) para el 2018, representó el 8.5% del PIB, siguiendo con un crecimiento respecto a los años anteriores. Ver Ilustración 16.

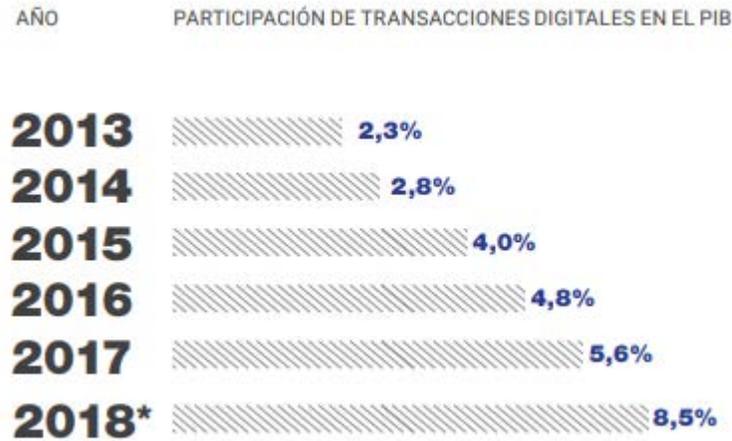


Ilustración 16. Participación del e-commerce en el PIB Fuente:(Euromonitor, 2019)

Esta creciente importancia económica hizo que (ASOBANCARIA, 2019) planteara para el e-commerce en Colombia como retos principales, un aumento de la información y la seguridad de las transacciones; Promoción del e-commerce por medio de smartphones; fortalecimiento de políticas públicas y la promoción de las transacciones totalmente digitales. El abordar estos retos harán incrementar las transacciones 100% digitales, en las que el perfil del comprador que realiza toda la transacción en línea, tiene como principales categorías de compra Turismo 37%, Moda 37% y tecnología. Ver Ilustración 17

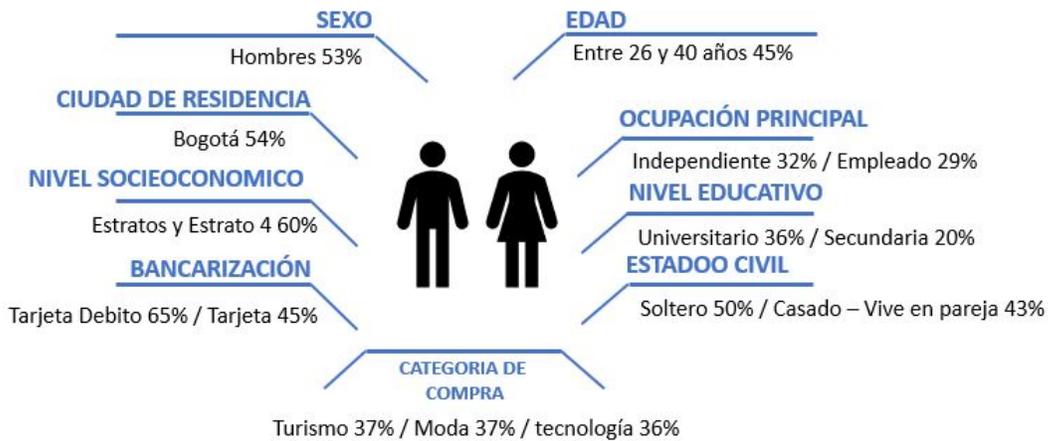


Ilustración 17. Perfil del comprador 100% online Fuente:(Medición de Indicadores de consumo del Observatorio eCommerce, 2019)

A partir de esto se puede ver que para dos de las tres categorías de compras más importantes se hace necesario el envío de mercancía, lo cual hace que la logística tenga un papel importante, ya que en estos envíos el 14% presenta algún problema (*Medición de Indicadores de consumo del Observatorio eCommerce, 2019*), siendo los principales: demora en los tiempos acordados y el producto recibido no es el acordados; que principalmente se registran en el sector de moda.

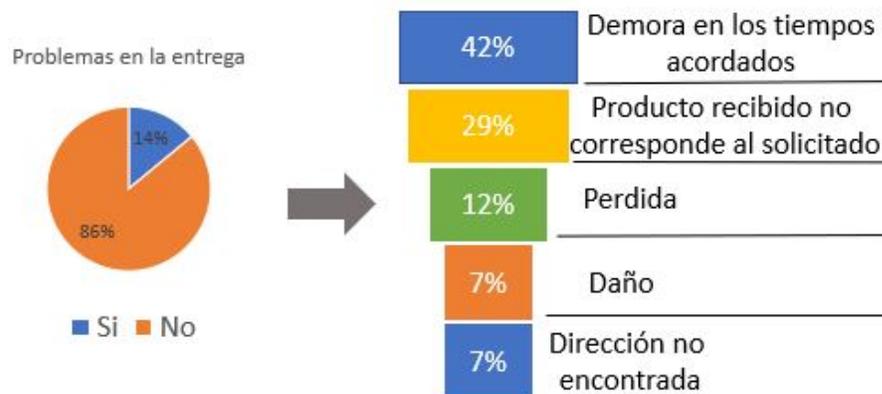


Ilustración 18. Problemas en la logística de e-commerce. Fuente: (*Medición de Indicadores de consumo del Observatorio eCommerce, 2019*).

4 Requerimientos para los servicios Logísticos en el marco de un mercado digital.

A partir de las implicaciones encontradas en el capítulo anterior, se encontraron diferentes problemas que se encuentran en el sector, específicamente para la logística lo que conlleva a la necesidad de identificar los requerimientos que se tienen. Para esta etapa se realizó un trabajo de manera colaborativa con Procolombia, trabajo que consistió en el diseño y aplicación de manera conjunta de un taller para la recolección de información de diferentes actores del e-commerce.

Muestreo

Para el desarrollo del taller se realizó un muestreo no probabilístico por juicio de expertos. Esta metodología se escoge teniendo en cuenta la naturaleza cualitativa de los requerimientos y la necesidad de un grupo experto en el tema, que resulta ser de difícil convocatoria, ya que se requería tener reunidos actores del e-commerce vinculados a la logística como lo son: Generadores de carga, prestadores de servicio logístico y compradores.

Con este muestreo no se busca una generalización estadística, sino una percepción de los requerimientos críticos que se encuentran en la logística de e-commerce en Colombia, teniendo en cuenta la percepción de expertos en el tema. Los cuales a partir de su experiencia pueden brindar información para identificar cualitativamente los factores críticos durante el desarrollo de operaciones de logística en e-commerce.

Para poder contar con la participación de este panel experto se realizó la convocatoria por medio del evento Expologística, en el cual se reúnen los diferentes actores de logística a nivel nacional. Para la edición del 2019, en la que se realizó el taller, se contó con la participación de 3700 visitantes profesionales y 120 empresas como patrocinadoras o ponentes.

Inicialmente se hizo la llamada a los involucrados en e-commerce, definiendo el nombre el taller como “Ecommerce transfronterizo”, lo que hizo que solo los interesados en esta temática, que se encontraban en este evento, que por su naturaleza convoca únicamente a personal experto. Reuniendo en este taller a 120 expertos.

4.1 Identificación de requerimientos.

Como resultado de esta convocatoria se consiguió la participación de ciento veinte (120) actores del e-commerce, estos desarrollan diferentes roles en su compañía como pueden ser los de vendedores, prestadores de servicios logísticos y compradores, a los cuales se les aplicaron las preguntas que se encuentran en el Anexo D Teniendo así una percepción del e-commerce de manera general, pero enfocándose en la operación logística.

Por medio del taller se encuentra que las operaciones más críticas que se encuentran los participantes durante la realización de operaciones e-commerce,

Ver Ilustración 24, son las que se encuentran relacionadas a la logística como lo son transporte y Distribución de última milla ocupando los dos primeros lugares.

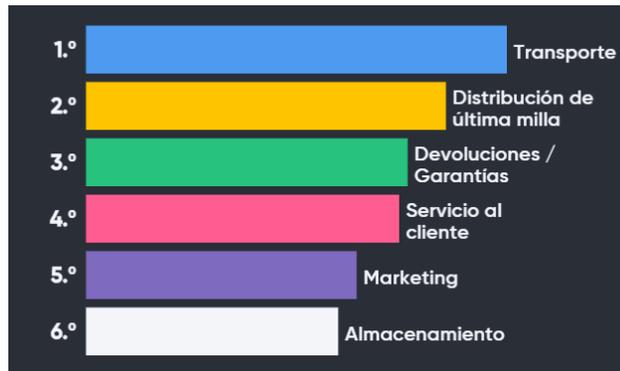


Ilustración 19. Evaluación de las operaciones Críticas en E-commerce . Fuente: Procolombia

A partir de esto se busca analizar los puntos críticos que se tienen para estos procesos, recopilando este resultado en la Ilustración 25, En la cual se puede apreciar que los usuarios en general perciben que los costos son muy elevados y los servicios no cumplen las expectativas. Con esto se busca analizar cuáles son los requerimientos que estos tienen para las estrategias que pueden solucionar estos problemas.



Ilustración 20. Percepción del transporte para e-commerce . Fuente: Procolombia

A partir de esto se realiza la recolección de propuestas de manera libre de las estrategias que estos creen que son necesarias para la mejora de los servicios logísticos, los cuales son procesados por medio de inteligencia artificial para el procesamiento de texto natural obteniendo como resultado la Ilustración 21.



Ilustración 21. Requisitos para la estrategia. Fuente: Elaboración Propia en Matlab

A partir de las estrategias propuestas por estos se pueden identificar que las palabras que se encuentran cerca suelen encontrarse en las mismas frases, por lo cual para sacar estos requerimientos se toman inicialmente las palabras que se encuentran de mayor tamaño y las relaciones que pueden encontrarse según la lectura hecha.

- Tecnología
- Infraestructura.
- Alianzas.
- Reducción de Tiempos.
- Reducción de Costos.
- Confianza con operadores.
- Confianza con competidores.

A partir de esto encontramos que la palabra infraestructura suele encontrarse relacionada con vías, y al estar esta tesis enfocada en logística y no en aspectos de construcción de vías este requerimiento no se tiene en cuenta, sin embargo, para otros estudios puede resultar de gran importancia tener en cuenta este factor. A partir de esto tenemos que los requerimientos establecidos para la estrategia son:

- Tecnología

- Alianzas.
- Reducción de Tiempos.
- Reducción de Costos.
- Confianza con operadores.
- Confianza con competidores.

Ahora encontramos que los dos últimos ítems más que ser requerimientos de las estrategias son drivers que soportan, el requerimiento de alianzas, lo cual hace evidente que las alianzas a las que se refieren deben ir de manera vertical, con los prestadores de servicio y con los compradores, y también tener alianzas horizontales entre tiendas. Teniendo así que los requerimientos que se encuentran son:

- Tecnología
- Alianzas verticales y horizontales.
- Reducción de Tiempos.
- Reducción de Costos.

Después de tener el contexto general se hace necesario hacer un estudio de las particularidades que se pueden presentar en las empresas, ya que con esta información no se conocen los modelos de operación que se dan en el contexto colombiano, ni las particularidades que lo generan. Además, que el conocimiento de estas operaciones permitirá evaluar el impacto que se puede generar al aplicar la estrategia y esta se podrá diseñar a través del conocimiento específico del contexto. Para obtener esta información se realiza la caracterización de dos empresas del sector textil, que es uno de los que tienen mayores ventas para Colombia.

Para la elección de estas empresas se seleccionaron empresas por conveniencia con las que se venía trabajando en el proyecto de *investigación Intermodalidapp Inteligente: Sistema para la toma de decisiones en el transporte intermodal*. Ya que con estas se había llevado a cabo un acercamiento que permitió hacer una mejor caracterización.

El proyecto *intermodalidapp inteligente: Sistema para la toma de decisiones del transporte intermodal en Cundinamarca*, Es un proyecto que fue desarrollado de manera conjunta entre la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad de Cundinamarca, con la participación de dos docentes, dos estudiantes de maestría. Dos estudiantes de pregrado de la Universidad de Cundinamarca, dos estudiantes

de pregrado de la Universidad Nacional de Colombia y un estudiante de intercambio de Francia. En el que se hizo el diseño y desarrollo de una plataforma de software para tomar decisiones en la selección de medios de transporte intermodal. Esto con la finalidad de aportar desde la academia al proceso de reactivación del transporte intermodal en Colombia. El cual como principal componente ha tenido la reactivación del transporte férreo entre el centro del país y la costa caribe. Lo que conllevó al trabajo conjunto de las universidades miembros de este proyecto con la Agencia Nacional de infraestructura, como ente estatal, Ibines férreos, como operador del transporte férreo y empresas generadoras de carga de múltiples sectores.

Para el desarrollo de este proyecto se tuvieron cinco etapas *Ilustración 19*, en las que se pasó de una parte realizada de manera independiente para luego ser trabajado de manera conjunta con los actores del transporte intermodal, que a su vez incluyeron actores del e-commerce. Esta metodología permitió realizar una serie de validaciones y trabajo conjunto que permitió apoyar el desarrollo de la tesis, ya que al tener los actores vinculados a este proyecto se recopiló información válida para ambas investigaciones o específica y se tuvo una validación de los resultados y propuestas, que permitió realizar ajustes necesarios a las propuestas planteadas.



Ilustración 22. Etapas del proyecto Intermodalidapp Inteligente. Fuente: Elaboración propia

Para este caso se analizaron de manera particular a una pequeña empresa y una gran empresa, que realizan operaciones de e-commerce y que durante el acercamiento para el desarrollo del proyecto presentaron una disposición para analizarlo y generar un cambio en sus operaciones si este pudiera significar una mejora. De tal manera que se pueda determinar las implicaciones generadas para cada una de ellas, según las condiciones propias de la operación y la importancia que le dan cada uno.

4.2 Evaluación de Requerimientos

Los requerimientos identificados según el criterio de los expertos son: Tecnología, Alianzas verticales y horizontales, Reducción de Tiempos y Reducción de Costos. Estos requerimientos pueden ser analizados como parámetros que definen las operaciones logísticas; pero en este caso se hace necesario analizar el mercado digital como una cadena de suministros, que es definido por (Chopra & Meindl, 2013) como un sistema en el que están involucrados, directa o indirectamente, para satisfacer una solicitud de un cliente. El análisis en esta dirección permite decir que se debe tener como objetivo de la cadena de suministros generar el mayor valor posible de manera general y no de manera individual.

Desde este enfoque los requerimientos encontrados en la sección anterior pueden adaptarse a ser representados como parámetros de la siguiente manera:

Tabla 3. Equivalencia entre Requerimientos y parámetros

Requerimiento	Equivalencia como Parámetro
Reducción de tiempos	Tiempo de entrega
Reducción de Costos	Costos
Alianzas verticales y horizontales	Colaboración
Tecnología	Nivel Implementación de tecnologías de la información para logística.

Ahora de estos parámetros se encuentra que el parámetro de costos es dependiente de los otros parámetros. Por lo cual en su evaluación se estima y se analizan los efectos de los otros parámetros sobre este. A continuación, se presenta la evaluación de cada uno de los parámetros y su efecto sobre el costo de la operación.

4.2.1 Evaluación de tiempo de entrega.

La evaluación de tiempos en este caso particular se hace la medición en horas, teniendo en cuenta la naturaleza de las operaciones y limitándolas a operaciones dentro de una misma ciudad, teniendo y soportándonos en el concepto de *instant delivery* o entregas inmediatas, las cuales están definidas por (Dablanc et al., 2017). Como un servicio de entrega por demanda en tiempo igual o menor a dos horas. En este caso se definen los siguientes niveles de tiempos de repuesta: Rápido (entre cero y dos horas); Medio (entre dos y veinticuatro horas) Y Lento (mayor a veinticuatro horas).

Relación del tiempo de entrega con el parámetro de costos.

Este concepto de tiempo de entrega, va ligado directamente con el concepto de capacidad de respuesta de la cadena de suministros (Responsiveness en inglés), la cual según (Chopra & Meindl, 2013) es la habilidad de cumplir con: Una respuesta a un amplio rango de demanda, tiempos de entrega cortos, operar diversidad de productos, tener una gran variedad de productos, gran capacidad de innovación y manejar una gran incertidumbre de la demanda. De estos elementos solamente la capacidad de tener tiempos de entrega cortos es el que está relacionado con los prestadores de servicio logístico, por eso tomamos la relación existente entre capacidad de respuesta de la cadena de suministro con costo, como la relación que existe entre tiempo de entrega y costos, considerando que tiempos de entrega más cortos equivalentes a una mayor capacidad de respuesta.

Para explicar esto Chopra presenta la Ilustración 27 en la cual se muestra cual es el menor costo posible que se debe tener para poder tener una capacidad de respuesta. Además, se aprecia que a mayor capacidad de respuesta los costos se hacen más altos. Lo que nos lleva a que a menor tiempo de entrega los costos son mayores.

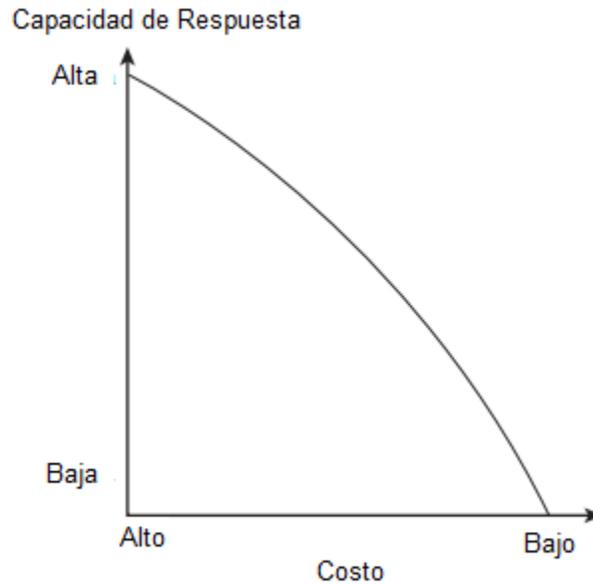


Ilustración 23. Costo mínimo para lograr una capacidad de respuesta. Adaptado de (Chopra & Meindl, 2013)

4.2.2 Evaluación de la colaboración.

Para la evaluación de las alianzas se toma como referente para la evaluación el artículo propuesto por (Gonzalez-Feliu & Salanova, 2012) en el cual se busca hacer una definición de la topología de los diferentes tipos de colaboración que se pueden encontrar en el transporte de carga. En esta búsqueda de la definición estos autores proponen tres tipos de colaboración:

- Colaboración transaccional. Por ejemplo, coordinación y estandarización de prácticas administrativas y técnicas de intercambio.
- Colaboración informacional. Por ejemplo, el intercambio mutuo de información como pronósticos, niveles de stock y fechas de entregas. Es importante anotar que la confidencialidad puede evitar esta colaboración.
- Colaboración decisional, o colaboración en las diferentes perspectivas de la logística y planeación del transporte.

Para este caso solamente se considerarán las colaboraciones decisionales, ya que estas son las que tocan el centro de esta investigación que va enfocado en el transporte. Este tipo particular de colaboración tiene tres niveles que son:

- Planeación de la Operación: En este nivel de planeación está relacionado con las operaciones diarias que pueden ser coordinadas o compartidas como el transporte de carga o cross docking.
- Planeación táctica: Este nivel de planeación es un nivel de colaboración a mediano plazo que abarca muchas decisiones tácticas como lo son ventas, pronósticos, entregas, inventarios, administración de la producción y control de calidad.
- Planeación Estratégica: Es el nivel más alto de colaboración y está vinculada a una planeación a un largo plazo, que involucra decisiones de planeación como lo son: diseño redes, localización, finanzas y planeación de la producción.

Estos niveles de colaboración se pueden llegar a implementar de manera vertical entre el generador de carga y la empresa transportadora, de manera conjunta entre dos generadores de carga y un prestador de servicio (pequeño grupo); o una comunidad. Lo que hace que al involucrar más actores esta colaboración se hace más compleja, pero a su vez puede ofrecer mayores beneficios. De esta manera se puede pasar a establecer los niveles de colaboración tiene tres grandes niveles y nueve subniveles. Como se presenta en la Tabla 5.

Tabla 4. Niveles de Colaboración decisional. Basado en(Gonzalez-Feliu & Salanova, 2012)

Nivel de Colaboración	Subniveles	Definición
Planeación Operacional : En este nivel de planeación está relacionado con las operaciones diarias que pueden ser coordinadas	Vertical	Es la colaboración entre un generador y un prestador de servicios logísticos para la realización de una operación

o compartidas como el transporte de carga o cross docking.	Pequeño grupo	Es la colaboración entre un pequeño grupo de empresas y un prestador de servicio para una operación particular.
	Comunidad	Es la colaboración entre un conjunto de prestadores de servicio y generadores de carga para la realización de una operación particular.
Planeación Táctica: Este nivel de planeación es un nivel de colaboración a mediano plazo que abarca muchas decisiones tácticas como lo son ventas, pronósticos, entregas, inventarios, administración de la producción y control de calidad.	Vertical	Es la colaboración entre un generador de carga y un prestador de servicios logístico para planear las operaciones, para esta planeación de operaciones a mediano plazo se comparten información, para la toma de decisiones.
	Pequeño grupo	Es la colaboración entre un pequeño grupo de empresas para planear las operaciones, para esta planeación de operaciones a mediano plazo se comparten información, para la toma de decisiones.

	Comunidad	Es la colaboración entre un conjunto de prestadores de servicio y generadores de carga para planear las operaciones, para esta planeación de operaciones a mediano plazo se comparten información, para la toma de decisiones.
Planeación Estratégica: Es el nivel más alto de colaboración y está vinculada a una planeación a un largo plazo, que involucra decisiones de planeación como lo son: diseño redes, localización, finanzas y planeación de la producción.	Vertical	Es la colaboración entre un generador de carga y un prestador de servicio logísticos a largo plazo en donde se comparte información a varios niveles para tomar decisiones en el diseño de la operación a largo plazo, incluyendo desarrollo de infraestructura.
	Pequeño grupo	Es la colaboración entre un pequeño grupo de empresas a largo plazo en donde se comparte información a varios niveles para tomar

		decisiones en el diseño de la operación a largo plazo, incluyendo desarrollo de infraestructura.
	Comunidad	Es la colaboración entre un conjunto de prestadores de servicio y generadores de carga para a largo plazo en donde se comparte información a varios niveles para tomar decisiones en el diseño de la operación a largo plazo, incluyendo desarrollo de infraestructura

Relación de la colaboración con el parámetro de Costos.

Para evaluar la relación de la colaboración con costos, se hace necesario, inicialmente estudiar la colaboración vertical entre con el parámetro de costos se toma el análisis presentado por (McLaren, Head, & Yuan, 2002), en el cual dice que mientras se implementa la colaboración entre los actores se puede encontrar una disminución de los costos totales en la operación, ya que se mejora la gestión de los recursos y se pueden dividir entre los actores la inversión necesaria para la operación, haciendo una inversión conjunta, mas no una doble inversión.

Al analizar las colaboraciones a nivel horizontal, se encuentra que (Vanovermeire, Sörensen, Breedam, Vannieuwenhuysse, & Verstrepen, 2013) muestran que se logra reducir los costos fijos para cada una de las empresas participantes en un esquema colaborativo horizontal, ya que estos se dividen entre ellos. Por lo que para la clasificación presentada se generaría una mayor disminución de costos a mayor nivel de colaboración.

4.2.3 Evaluación Nivel Implementación de tecnologías de la información para logística

Para la evaluación del nivel de incorporación de tecnologías, se toma como referencia el artículo presentado por (Lagorio, Zenezini, Mangano, & Pinto, 2019) en donde se presenta una revisión de la tecnología en el transporte de mercancías, revisando casos presentados en el estado del arte y casos de aplicación de lo que se conoce como Tecnologías de la información para logística (LIT), sigla de su nombre en inglés *Logistics Information Technology*. En el cual se busca hacer un mapeo de las LTI que se están implementando actualmente.

En esta búsqueda el autor encuentra una serie de LTI que se encuentran a través de casos de aplicación o propuestas, que para facilitar su entendimiento se consignan en la Tabla 6

Tabla 5 Tecnologías de la información para la logística. Fuente: Basado en (Lagorio et al., 2019)

Tecnología	Descripción
Intercambio Electrónico de datos (EDI) <i>Data Electronic Interchange</i>	Es el uso de software para el intercambio de información a través de la organización y puede ser definida de empresa a empresa para procesos repetitivos que abarcan directamente información de un computador a otro sin interferencia humana de acuerdo a formatos y reglas predefinidas (Hazen

	& Byrd, 2012) por ejemplo el acceso a las páginas web.
Identificador de Radio Frecuencia (RFID) <i>Radio-Frequency Identification</i>	Radio Frequency Identification (RFID) es un sistema que usa radio frecuencia para identificar, localizar o hacer trazabilidad de personas, animales o cosas. (<i>AN680 SYSTEM HANDSHAKE</i> , 1998). El cual tiene la capacidad para registrar y manejar información. (de Azambuja, Jung, ten Caten, & Hessel, 2010) . Por ejemplo, etiquetas inteligentes para control de inventarios.
Internet de las Cosas (IoT) <i>Internet of Things</i>	Es una red abierta y comprensible de objetos inteligentes que tienen la capacidad de auto- organizarse, compartir información, y datos reaccionando y actuando según la situación del entorno.(Madakam, Ramaswamy, & Tripathi, 2015). Por ejemplo el intercambio simultaneo de información de inventarios y trazabilidad de productos.
Big data.	Es un término que describe el análisis a altas velocidades de grandes volúmenes de información que requiere avanzadas técnicas y tecnologías para habilitar la captura, almacenamiento, distribución y análisis de esta (Agarwal et al., 2012). EL cual en logística se está implementando para modelar y analizar, el transporte urbano y los sistemas de distribución por medio de los datos obtenidos de celulares, gps, celulares y datos transaccionales de la operación (Mehmood, Meriton, Graham, Hennelly, & Kumar, 2017). Por ejemplo el estudio de tendencias de consumo por medio de la información recolectada en las operaciones.

De esta información se tiene que el uso de tecnología en la logística más que ser incorporaciones independientes, son aplicaciones que van desde el más simple a

la más compleja, en donde un nivel superior hace uso de la tecnología de los niveles anteriores.

En donde en estos niveles se definen de manera general en una familia tecnológica que cumple una funcionalidad, que puede llegar a ser cubierta por otra familia o sistema similar, por lo que en esta tesis se opta por plantear una escala numérica que presenta esas funcionalidades para estos cuatro grupos identificados, y agregando un nivel 1, en donde se encuentran LTI por debajo de los niveles presentados anteriores que pueden ser utilizadas en algunos casos en Colombia, especialmente en las operaciones de las microempresas. Dando como resultado una escala que va de 1 a 5, la cual se presenta en la Tabla 7.

Tabla 6. Escala de evaluación LTI.

Nivel	Características	Indicador
1	Intercambio de información sólo con interferencia humana, usando canales de comunicación electrónica, por ejemplo: Operaciones coordinadas por llamadas o sistemas de mensajes de texto	La coordinación de la operación se hace totalmente por interacción directa con personal de la empresa.
2	Intercambio Electrónico de datos (EDI). Se realiza intercambio de la información de la información utilizando estructuras de datos de manera organizada, de manera automática para algunas acciones particulares.	Alguna información se comparte de manera automática sin interacción humana.
3	Se realiza intercambio de información de manera automatizada, utilizando códigos o sistemas de identificación, que guardan la información, por ejemplo, Identificador de Radio Frecuencia (RFID) o sistemas similares. En este nivel no se toman decisiones con la información que se comparte.	Se recolecta información durante todo el proceso, es compartida a los diferentes actores. El intercambio de información es lento.
4	En este nivel se integran sensores, sistemas de	Se comparte información como ubicación en tiempo

	identificación, que configuran lo conocido como Internet de las Cosas (IoT) <i>Internet of Things</i> , en donde los sistemas comparten información y sobre el cual se toman decisiones a través de esta información algunas de manera automática y otras con ayuda humana, pero que son sobre factores a corto plazo.	real, se permiten hacer cambios en la operación. El intercambio de información es rápido.
5	En este nivel los datos recolectados a través de la operación por medio de las diferentes familias de LTI son procesadas para analizar el comportamiento de la cadena para tomar decisiones a largo plazo, en este grupo se encuentra abarcado por el concepto de Big data y Data Analytics	Se toman decisiones a largo plazo con la información recolectada, se tiene monitoreo en tiempo real de la operación.

Relación del Nivel Implementación de tecnologías de la información para logística con el parámetro de costos.

Según (McLaren et al., 2002) un mayor nivel de implementación tecnológica genera unos costos de operación más altos, ya que se hace necesario realizar una inversión para la implementación de la misma. Según (Gunasekaran, Subramanian, & Papadopoulos, 2017) esta inversión a su vez genera una mayor eficiencia en las operaciones logísticas y una mayor capacidad de respuesta, por lo que para (Karia, 2018) se hace necesaria esta inversión para tener ventajas en la prestación de servicios logísticos.

Relación del Nivel Implementación de tecnologías de la información para logística con el parámetro de colaboración.

(McLaren et al., 2002), presenta una investigación que muestra que la colaboración en la cadena de suministro ha permitido obtener más beneficios en la colaboración con respecto a niveles más bajos de implementación. Posteriormente (Fawcett, Wallin, Allred, Fawcett, & Magnan, 2011), la implementación de tecnología es un precursor fuerte de la colaboración en la cadena de suministro.

Esta relación es estudiada más a fondo por (Li, 2012) en el cual se estudia los efectos de la implementación de la tecnología para compartir información en la colaboración en China, encontrando que la implementación de la tecnología facilita la colaboración operacional que incluye el compartir información como inventarios y pronósticos, sin embargo no se encuentra un efecto significativo en la colaboración en la planeación de una operación. Además, la implementación de tecnología que está enfocada en identificar tendencias en ventas y en estudiar la experticia de la empresa para generar nuevos mercados tiene efecto positivo en una colaboración que abarca planeación de operaciones conjuntas, compartir información y pronósticos colaborativos.

Estos niveles de colaboración se pueden relacionar con la escala establecida anteriormente, así como los niveles de implementación tecnológica que generan un efecto significativamente positivo en estos de esta manera:

- Nivel operacional: No encuentra un impacto significativamente positivo con la implementación de tecnología.
- Nivel táctico: Se encuentra un impacto positivo con la tecnología para compartir la información, que se puede vincular a aquellos que van desde un Nivel 3, en donde se tienen sistemas que comparten información automáticamente.
- Colaboración planeación estratégica. Se encuentra un impacto positivo con la tecnología que se encarga de procesar la información, que está relacionada con el Nivel 5 de implementación en la escala propuesta.

4.3 Implicaciones de las operaciones E-Commerce para una pequeña empresa

La pequeña empresa caracterizada, es una empresa que se dedica a la producción de pijamas y babuchas basadas en dibujos animados, personajes creados por artistas colombianos y personalizados, que son vendidos principalmente por ecommerce y en un segundo plano ventas realizadas en eventos para promoción de emprendimientos como lo son ferias.

Para las ventas realizadas por medio de ecommerce las entregas se encuentran agrupadas en dos grupos: las tercerizadas y las realizadas directamente por la empresa.

4.3.1 Entregas realizadas por la empresa.

- **Entregas especiales.**

Las entregas especiales son aquellas en las cuales el cliente solicita una entrega con condiciones especiales, generalmente se realizan con la disposición exclusiva de un vehículo, para realizar la entrega. Este servicio solamente se implementa dentro de Bogotá. El cual se ilustra en la Ilustración 24. Entregas especiales. Fuente. Elaboración propia.



Ilustración 24. Entregas especiales. Fuente. Elaboración propia.

- **Condiciones.**

1. Ventanas de tiempo en la recepción del pedido menor a 30 minutos.
2. Embalaje realizado por la empresa.
3. Costo del envío para la empresa dentro de Bogotá COP 20000
4. Solo se realiza en pedidos especiales.
5. Tiempo de entrega de 2 horas máximo.
6. Capacidad de entrega máximo 4 envíos diarios no simultáneos.

4.3.2 Entregas Tercerizadas

Las entregas tercerizadas son aquellas en que la empresa delega a un prestador de servicio logísticos.

- **Entrega en oficina.**

Para la entrega en oficinas se hace necesario llevar el paquete a una oficina la cual se encarga de asignar su envío según condiciones internas, desde la empresa no se tiene conocimiento al detalle de cómo opera. Esta operación se hace necesario al realizar la comercialización por medio de plataformas de comercialización. Ver Ilustración 25.

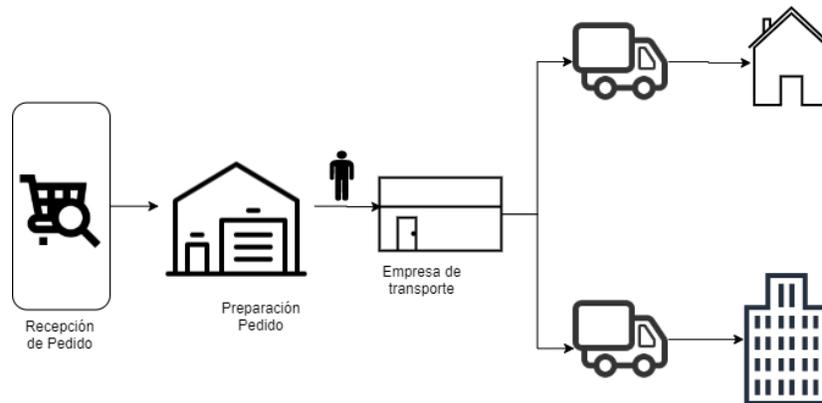


Ilustración 25. Entrega tercerizada con entrega en oficina. Fuente. Elaboración propia

Condiciones

- Tiempo de entrega 48 horas.
- Costos, ver Tabla 3

Tabla 7. Costos de envío dentro de Bogotá Fuente. MercadoLibre.com

Peso*	Costo de envío dentro de la ciudad en COP
Hasta 3 Kg	\$8.300
De 3 a 5 Kg	\$8.700
De 5 a 10 Kg	\$14.000
De 10 a 20 Kg	\$22.000
De 20 a 30 Kg	\$32.000
De 30 a 40 Kg	\$34.000
De 40 a 50 Kg	\$49.000
Más de 50 Kg	\$54.000

- **Recolección en la oficina con entrega exprés**

Este tipo de entrega se contrata con otro tipo de empresas las cuales se encargan de hacer envíos dentro de las ciudades. Realizando entregas dentro de la ciudad. Ver Ilustración 26.

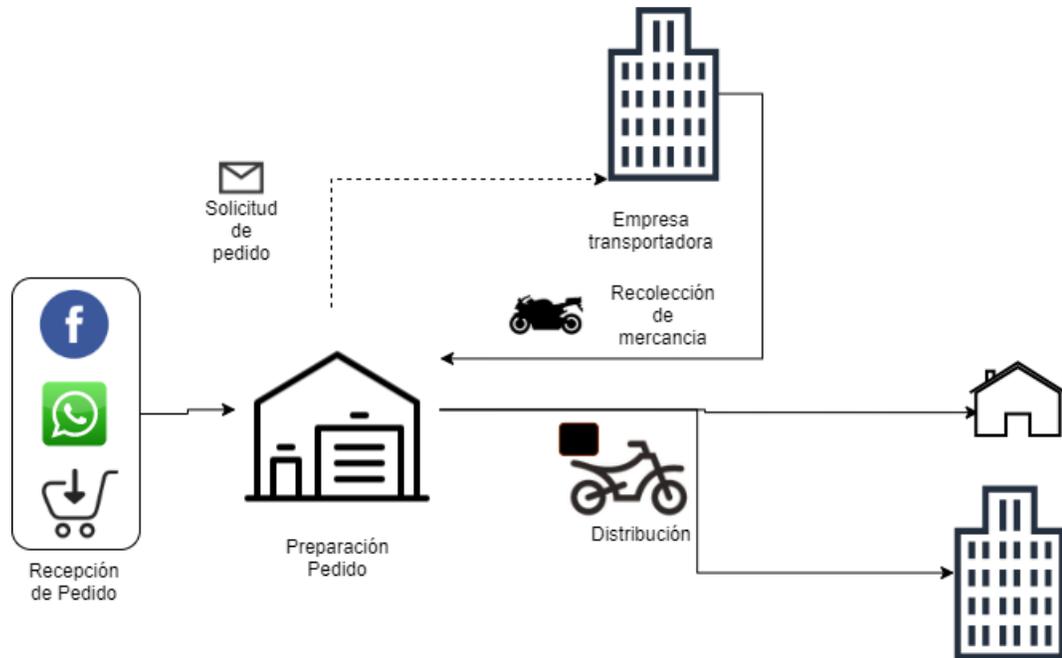


Ilustración 26. Entrega tercerizada recolección. Fuente elaboración propia

Condiciones

- Tiempo de entrega 24 horas.
- Costo de envío 15000, dentro de Bogotá.
- No tiene cobertura en la totalidad de la ciudad.

4.3.3 Tipos de clientes

Teniendo en cuenta el Anexo C, donde se encuentran las ventas de esta empresa para una semana, se identifican dos tipos de clientes que manejan diferentes volúmenes de orden y que suelen encontrarse en diferentes zonas de la ciudad.

- **Cliente minorista.** El cliente minorista es aquel que sus volúmenes de compra son unitarios y se encuentran ubicados en zonas residenciales, en lugares de entrega como casas, apartamentos u oficinas.
- **Cientes mayoristas.** Estos clientes compran un gran volumen de mercancía y se encuentran ubicados principalmente en centros comerciales, siendo tiendas que posteriormente realizan la venta del producto a clientes minoristas.

4.4 Implicaciones de las operaciones de E-commerce para una gran empresa.

La gran empresa caracterizada, es una empresa textil de origen colombiano con presencia en 35 países con más de 600 puntos de venta, conocida principalmente por la producción de maletas y vestimenta deportiva. Su principal canal de comercialización son tiendas exclusivas de la marca, teniendo en Bogotá y los municipios cercanos un total de 38 puntos de venta.

Esta empresa a iniciado operaciones de comercio electrónico como búsqueda de expansión de las operaciones. Lo cual hace que esta realice estas operaciones de manera paralela a las que ya venía realizando. Actualmente tiene un solo mecanismo de entrega para e-commerce; en el cual se reciben las compras por medio de la página web de la empresa, se preparan los pedidos en uno de los centros de distribución, al cual un tercero va a recoger los paquetes, para hacer la entrega de todos. Ilustración 27.

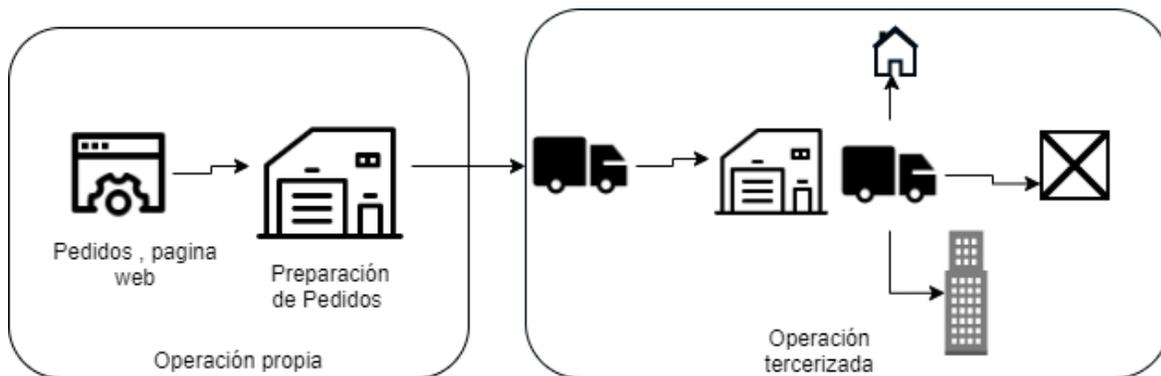


Ilustración 27. Logística de entrega, gran empresa, Fuente: Elaboración propia

La incorporación del e-commerce ha representado un canal en constante crecimiento y que les permite acercarse a posibles clientes. El principal inconveniente es el tiempo para hacer las entregas, ya que las soluciones ofrecidas por el prestador de servicios no son especializadas para un canal de comercialización como este.

4.4.1 Evaluación de la operación actual de las empresas priorizadas

Teniendo esta escala de evaluación, se realiza la evolución de las estrategias que son implementadas por las empresas priorizadas con operación E-commerce, en este caso del sector textil. Esta evaluación se realiza teniendo en cuenta la información que se recolectó para cada una de las estrategias. En donde para nivel de incorporación en todas las entregas tercerizadas manifestaron que podían seguir el envío, siguiendo en qué etapa se encontraba y no en tiempo real, y para la operación de entregas especiales de la pequeña empresa al ser coordinada por medio de mensajes de texto, se le da una puntuación de 1. En las entrevistas realizadas manifestaron no tener alianzas, los costos se presentan en la tabla, y el tiempo dan un estimado a partir de la experiencia.

Tabla 8. Evaluación de las prácticas actuales en las empresas. Fuente: Elaboración propia

Práctica	Nivel de incorporación Tecnológica	Alianzas (Vertical (v), Horizontal (AH) y Mixtas (M))	Costos (COP)	Tiempo de entrega
Entregas especiales. (Pequeña empresa)	1	Planeación de operación (v)	20000	0.5 - 2
Entrega tercerizada entrega con recolección en la oficina (servicio express) (Pequeña empresa)	3	Planeación de operación (v)	15000	3
Entrega tercerizada entrega con entrega en oficina del prestador de servicio (Pequeña empresa)	3	Planeación de operación (v)	8700	48
Proceso de entrega gran	3	Planeación de operación (v)	8300	48

empresa con recolección. (Gran empresa)				
---	--	--	--	--

De manera general, se puede ver que, en las prácticas presentadas por las empresas caracterizadas se cumplen las relaciones establecidas para costos, especialmente en la relación del tiempo de entrega. En donde vemos que las prácticas que permiten que los pedidos se han entregado en un tiempo más corto, tienen costos mucho más elevados, pero este análisis se hace más confuso al tener en cuenta las otras variables que también influyen.

4.5 Diagrama para la evaluación y comparación de servicios logísticos en e-commerce

A partir del sistema de evaluación propuesto en la sección anterior, se encuentra que de los cuatro requerimientos tres son independientes: Tiempo de entrega, Colaboración y Nivel Implementación de tecnologías de la información para logística; y el parámetro de costos es dependiente de lo que ocurre con los demás, de esta manera, se propone un diagrama que permite hacer un análisis de lo que ocurre con estas variables en el contexto de la logística para e-commerce.

Para la realización de este diagrama, se tienen las siguientes consideraciones analizadas más a fondo en la sección anterior.

- Menores tiempo de entrega generan costos más altos, teniendo como referente el planteamiento hecho por (Chopra & Meindl, 2013) en donde dice que una mayor capacidad de respuesta necesita costos más altos.
- Mayor nivel de incorporación tecnológica produce costos más altos, según (McLaren et al., 2002), y a su vez generan una mayor capacidad de respuesta y eficiencia en la cadena de suministros (Gunasekaran et al., 2017)
- Mayores niveles de colaboración generan una disminución de los costos de operación, para la colaboración vertical se toma el planteamiento de (McLaren et al., 2002), en el cual dice que mientras se implementa la colaboración entre los actores se puede encontrar una disminución de los costos totales en la operación, para las colaboraciones a nivel horizontal, se toma el planteamiento de (Vanovermeire et al., 2013) muestran que se logra reducir los costos fijos

para cada una de las empresas participantes en un esquema colaborativo horizontal, ya que los costos se dividen.

- En este contexto se buscan entregas más rápidas y económicas, teniendo en cuenta la definición de entregas inmediatas definidas por (Dablanc et al., 2017), como entregas que se deben realizar en menos de dos horas y con costo muy bajo para el consumidor y que se hacen comunes en ecommerce.
- Los diferentes tipos de colaboración consiguen un impacto significativamente positivo, con la implementación de diferentes niveles de tecnología de la siguiente manera: Operacional: ningún nivel de implementación LTI tiene impacto en este; Táctico: Desde un nivel 3 de implementación de tecnológica consigue impactos positivos; Planeación estratégica, consigue impacto positivo significativo solo para el nivel 5. El cual es discutido en la sección 4.2.3, basado en el artículo presentado por (Li, 2012).

A partir de estas consideraciones se presenta la Ilustración 27, en la que se grafican de manera simultánea los parámetros: Colaboración, Tiempo de entrega, Niveles de incorporación LTI, la relación de estos tres con el parámetro de costos y el efecto positivo que puede generar el uso de diferentes niveles de tecnología en la colaboración.

Este diagrama representa en las filas los tiempos de entrega y los niveles de incorporación tecnológica, teniendo en la parte superior aquellos que generan mayor costo. Y en las columnas se representa los niveles de colaboración en donde hacia la derecha se encuentran representados aquellos que generan mayor disminución de costos.

A partir de esto se generan tres regiones, en donde en color verde se encuentran representadas esas operaciones que tienen los tiempos de entrega rápido con los menores costos posibles para estos. En color azul se encuentran representadas aquellas operaciones en donde la relación de velocidad y costos se encuentra en un punto intermedio y se representan en color amarillo aquellas en las que los precios son los más elevados o las velocidades son las más bajas.

Para simbolizar que el nivel de tecnología impacta de manera significativa a la estrategia de colaboración que conforma una casilla se ubica en esta el signo más (+). Que simboliza que se pueden obtener mayores beneficios por el nivel de implementación de LTI para esa casilla.

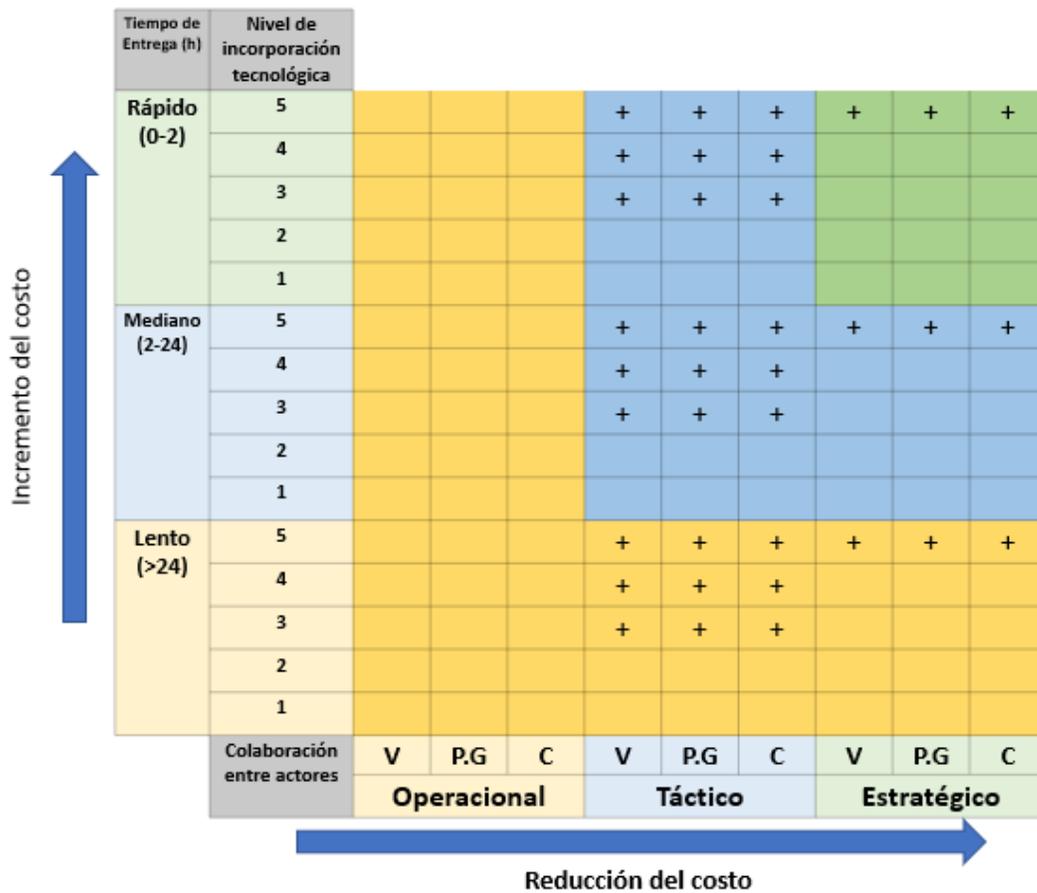


Ilustración 28. Diagrama de evaluación de requerimientos para e-commerce .
Fuente: Elaboración propia.

Teniendo este diagrama ubicamos la evaluación de las prácticas para las empresas evaluadas representándolas en este con los símbolos presentados en la Tabla 9 y presentado en la Ilustración 29.

Tabla 9. Tabla símbolos prácticas de las empresas, Fuente: Elaboración propia

Práctica	Símbolo
Entregas especiales. (Pequeña empresa)	▲
Entrega tercerizada con recolección en la oficina del generador de carga (servicio exprés) (Pequeña empresa)	■
Entrega con entrega en la oficina del prestador de servicio. (Pequeña empresa)	●

Entrega gran empresa con recolección (Gran empresa)	
--	---

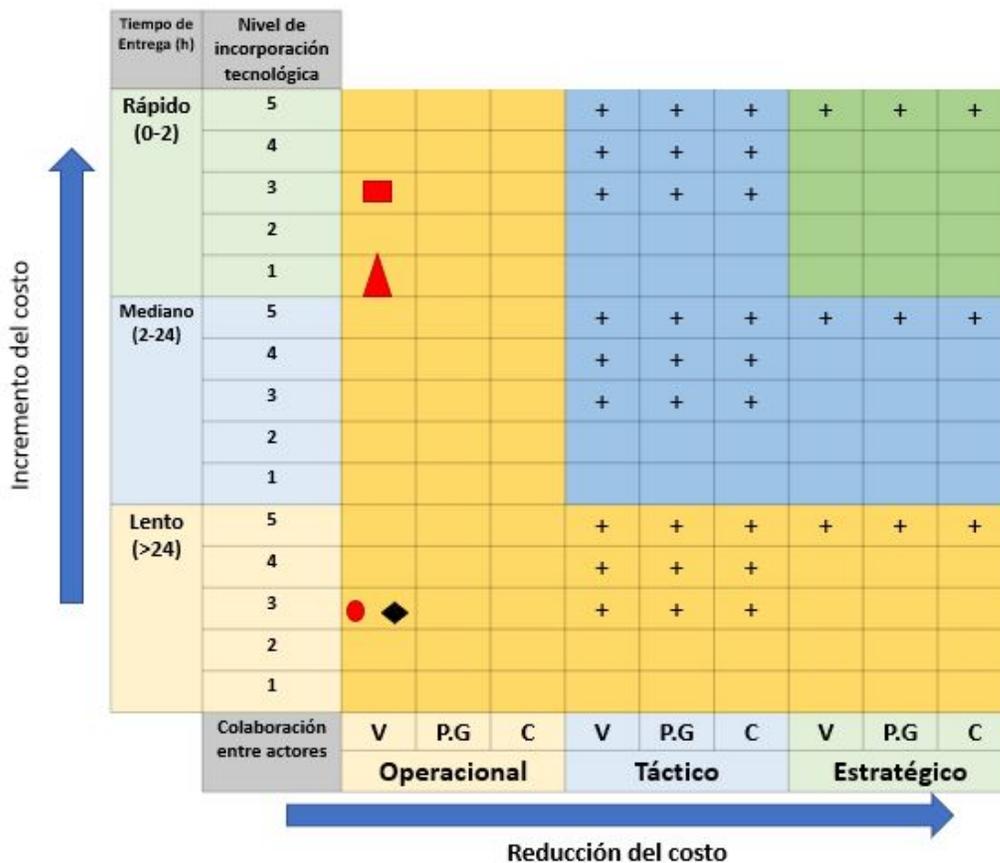


Ilustración 29. Evaluación de operaciones caracterizadas. Fuente: Elaboración propia

Al representar la evaluación en el diagrama de requerimientos se aprecia que las operaciones que realizan las empresas caracterizadas se encuentran en la zona donde la relación costos- tiempo de entregas es la peor. Lo cual nos llevaría a establecer que los generadores de carga buscan que los prestadores de servicios implementen estrategias que ubiquen las operaciones en una de las zonas donde esta relación sea mejor. Además, se puede apreciar que las opciones que se tienen actualmente son muy bajas velocidades con los costos más altos posibles para estas o una velocidad alta en la zona de los costos más altos en el esquema.

5 Evaluación de la oferta de los prestadores de servicio logístico.

Con el resultado de la evaluación obtenida en el capítulo anterior, en el cual se hizo la evaluación de las operaciones a partir de la información brindada por los generadores de carga y los requerimientos que se identificó por medio de la realización del taller, se busca ahora corroborar el estado actual de los servicios teniendo en cuenta la información que ofrecen los prestadores de servicio a través de sus plataformas. Para lo que se usan los mismos parámetros de evaluación.

El sector logístico colombiano, según el informe de competitividad para la infraestructura, transporte y logística del (CONSEJO PRIVADO DE COMPETITIVIDAD, 2020), tiene una calificación de 2.9 de 5 en el índice de desempeño logístico (Banco Mundial, 2018), lo que lo ubica por debajo del promedio de la OCDE (3.65). Puntuación que se ve reflejada en costos de logística que es alrededor del 13.5% del precio de venta de los productos dentro del país y tiempos de cargue y descargue de 3.6 y 3.8 horas respectivamente, según la encuesta nacional logística presentada por (DNP et al., 2018).

Teniendo en cuenta que muchos de estos aspectos no son del interés de esta tesis, aunque afectan las operaciones, se toman como factores secundarios, lo que con lleva a hacer una evaluación teniendo en cuenta únicamente las empresas de mensajería, las cuales soportan principalmente las operaciones del e-commerce en Colombia, lo que ha hecho que revistas informativas del sector, cataloguen al e-commerce como un promotor del uso de las empresas de mensajería ver (“Cifras del sector de correo y mensajería en Colombia,” 2018).

Para esto se tomaron cinco empresas de mensajería, que según el informe presentado por la revista Dinero, se encuentran entre las empresas más importantes de Colombia y una empresa catalogada como un negocio exitoso, aunque no se encuentre entre las más grandes. En la evaluación no se presenta el nombre de estas, ya que no se cuenta con la autorización para hacerlo.

En las consideraciones iniciales se toman únicamente las operaciones dentro de Bogotá y toda la información se obtuvo de los catálogos de servicio que se encontraron en internet. De estos catálogos solo se evaluaron los de mensajería dentro de la ciudad y los especializados para e-commerce que presentan algunos de estos operadores logísticos.

Para la evaluación de costos se tomó como referencia un paquete de 1 kg, con dimensiones de 24cm de ancho, 36 cm de largo, 12 cm de alto; debido a que son las características de los paquetes enviados por la microempresa caracterizada permitiendo así conseguir información para la evaluación que se presenta en la Tabla 10 y la Ilustración 30.

Tabla 10. Evaluación de servicios de transporte ofrecidos por empresas en Bogotá. Fuente: Elaboración propia.

Empresa: Símbolo de la empresa en el diagrama	Práctica/ Servicio-	Nivel de incorporación LTI	Alianzas (Vertical (v), Horizontal (AH) y Mixtas (M)	Costos (COP)	Tiempo (horas)
Empresa 1: 	Transporte de Mercancías:	3	No existe	9600	24
	Logística Inversa	3	Operacional (V)	9600	24
	Logística Para Cobro - Pago Contra Entrega	3	Operacional (V)	12000	24
Empresa 2: 	Servicio de mensajería expresa:	3	No existe	5000	48
	Servicio entrega mismo día	3	No existe	14300	8
	Servicio de entrega al día siguiente en la mañana.	3	No existe	9600	24
Empresa 3: 	Paquetería y Mensajería Estándar	3	No existe	6100	24
Empresa 4: 	Entrega urbana expresa	4	Operacional (V)	16300	2

De la evaluación presentada en la propia. Tabla y la Ilustración 30. Se puede determinar que todas las operaciones caracterizadas se encuentran en la zona en donde la relación velocidad – costo es peor, teniendo los costos más altos para operaciones en los diferentes rangos de tiempos de entrega.

En el margen de tiempo de entrega lento se hay dos servicios, que son los más baratos en comparación con los demás. En el margen de tiempo de entrega medio están concentrados la mayoría de los servicios con cinco servicios, teniendo en cuenta que tres de ellos están en el borde a ser considerados lentos en nuestra escala. Y en el rango de tiempo de entrega rápido solamente hay un servicio.

6 Diseño de la Estrategia.

Para el diseño de la estrategia se retoman los resultados obtenidos para los requerimientos que se identificaron en el capítulo 1 y que se evaluaron para cada una de las estrategias usadas por las empresas caracterizada y de los prestadores de servicio logísticos seleccionados en el capítulo 1. En los que se llega a la conclusión de que actualmente las operaciones de logística de entrega se encuentran en el peor escenario para e-commerce; ya que los costos son muy altos y pocas alternativas logran estar en el rango de tiempo de entrega rápido. Teniendo además que los que se encuentran en el rango de tiempo de entrega de mediana velocidad están más cercanos a la clasificación de lento en este contexto.

Para cada uno de los casos se pueden aplicar diferentes estrategias que permitan mejorar las condiciones para operar en el mercado digital. Algunas de estas estrategias pueden generar desplazamientos verticales en la evaluación a la mejora de tiempos, con un aumento de costos, otras permitirán el desplazamiento de manera horizontal hacia mejora de la colaboración y por ende reducción de costos y finalmente algunas que permitirán las mejoras en ambas direcciones. En este capítulo vamos a plantear una estrategia que permita principalmente la mejora en la colaboración ya que todas las operaciones evaluadas se encuentran ubicadas en el escenario que genera menos beneficios.

6.1 Elementos generales de la estrategia

Para proponer esta estrategia inicialmente se considera el concepto de economía compartida, el cual es definido por (Haese Michael, 2015) como la actividad económica de las plataformas digitales que facilitan las transacciones donde los usuarios ofrecen el acceso temporal a un servicio, conocimiento u objetos. Ya que aquí en esta definición tenemos que las plataformas digitales son las que facilitan la colaboración entre los diferentes actores. En este caso se considera que los operarios de la logística o aliados temporales se convierten en esos oferentes de servicios que se hace necesario asociar con las necesidades de los generadores de carga.

Para este modelo de operación se toma al prestador de servicio como una entidad que gestiona y administra los servicios de logística de transporte, por medio de la utilización de recursos propios o de aliados, para suplir las necesidades de logística de transporte de un generador de carga. La cual hace uso de una plataforma para la orquestación de las operaciones con los generadores de carga y los Operarios/Aliados. Además de contar con una relación mediada por alianzas y contratos con los generadores de carga y los operarios/aliados. Esto permite que la empresa prestadora de servicio logístico sea la que se encargue de mediar las relaciones para llegar a los diferentes niveles de colaboración con las empresas.

En la Ilustración 31, se presenta el modelo de operación en donde las líneas punteadas representan el intercambio de información que puede ser contratos o solicitudes y la línea continua representa un flujo físico de trabajo como lo es el soporte de la plataforma brindado por el prestador de servicio o la materialización de un servicio logístico. Aquí se aprecia que la plataforma cumple con el papel de mediador entre actores que son coordinado por la empresa prestadora de servicios logísticos con contratos.

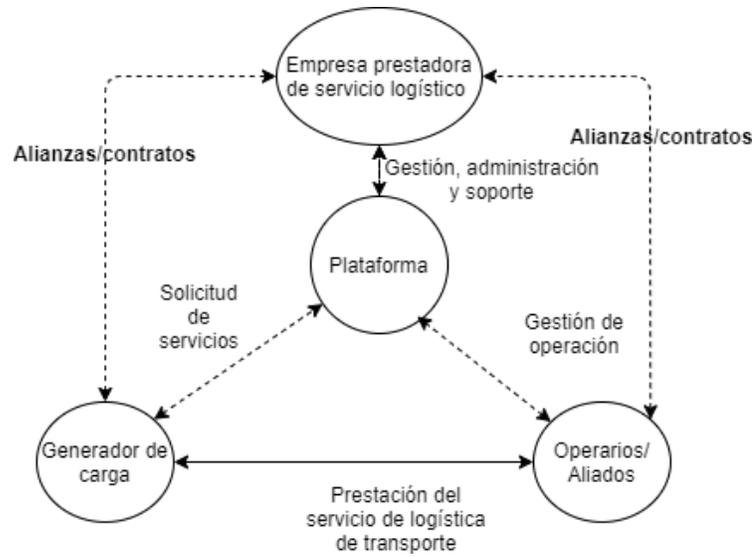
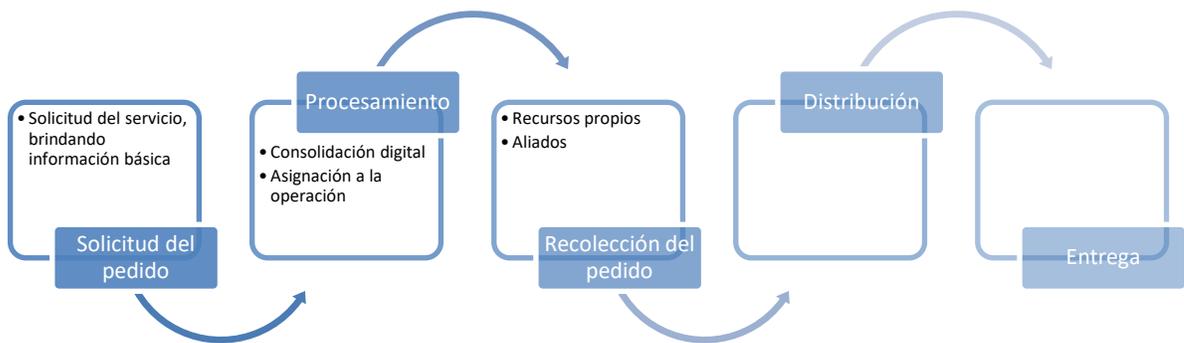


Ilustración 31. Modelo de relaciones en la estrategia propuesta. Fuente: Elaboración propia

A partir de esto se sugiere un modelo de servicio de logística de transporte realizado dentro de una misma ciudad, que es solicitado por el generador de carga a través de la plataforma, la cual puede contar con una conexión directa al sistema de ventas de la empresa en el caso de contar con una alianza. Para luego ser procesado y gestionado por la empresa prestadora de servicios, quien la asigna a un operario o aliado, que realiza el transporte hasta su punto de destino. Esta operación para este caso se realiza siguiendo las siguientes etapas: Solicitud del servicio, Procesamiento, Recolección, distribución, entrega.



Solicitud del servicio: En esta etapa se hace la solicitud de un servicio de logística de transporte. Inicialmente se tiene un formulario en el cuál debe ser consignada la siguiente información:

- Nombre del Generador de carga.
- Dirección de recolección.
- Número de teléfono de remitente:
- Ventana de tiempo de recolección.
- Nombre del destinatario.
- Dirección del destinatario.
- Número de teléfono del destinatario.
- Dimensiones del paquete: Largo (cm), ancho (cm), alto(cm).

Al tener esta información del paquete se genera una identificación para esta solicitud.

Procesamiento: Esta etapa es realizada de manera digital en la plataforma. En donde por medio de inteligencia artificial se haga el procesamiento de cada una de las solicitudes la cual se realiza en dos subetapas:

- **Consolidación digital:** En esta etapa se agrupan los pedidos teniendo en cuenta elementos como punto de origen, destino y ventanas de tiempo.
- **Asignación de operación:** Teniendo en cuenta las características de la consolidación lograda se asigna un operador de ruta para la realización de la operación, teniendo en cuenta la capacidad necesaria para la realización de la operación y las ventanas de tiempo.

Recolección del pedido: Este proceso está comprendido desde la asignación del pedido y la confirmación de recibimiento de este. Para esta etapa el vehículo asignado a una ruta realiza el desplazamiento hasta los puntos de origen. Al llegar es identificado por medio de códigos por el generador de carga, recibe el paquete. Lo rotula con la identificación y se relaciona el paquete con la ubicación de este.

Distribución: El proceso de distribución se realiza siguiendo las rutas asignadas por la plataforma. Compartiendo de manera permanente la ubicación del vehículo, para poder establecer una ventana de entrega del paquete. Además de generar

notificaciones al acercarse al lugar de llegada para que el receptor se encuentre disponible.

Entrega: Es el momento en el cual el destinatario recibe su paquete en el lugar de destino. Este confirma que se ha recibido y se desvincula el paquete al vehículo.

6.2 Fortalecimiento de la Colaboración.

Para el fortalecimiento de las alianzas la empresas prestadora de servicios debe trabajar de la mano con los generadores de carga, en la búsqueda de acuerdos que permitan compartir información a diferentes niveles por medio de un API (sigla del inglés Application Programming interface, que según (3Scale, 2011) es la interfaz de conexión a un software que envuelve una comunicación a distancia entre redes). Esto para poder facilitar la comunicación entre los sistemas, facilitando los protocolos de comunicación y así tener un flujo más rápido de información.

6.3 Diseño de la Arquitectura de software

Teniendo en cuenta que este modelo de operación propuesto tiene como eje central la plataforma, que permite la integración de los diferentes actores, durante todas las etapas de la operación, se sugiere un diseño de arquitectura para la plataforma que puede ser ajustado a las necesidades, por medio del fortalecimiento de cada uno de los módulos, ya que cada uno de estos estará diseñado de tal manera que cumpla cada uno de los requerimientos específicos del contexto en el cual se desarrolla la plataforma.

Buscando proponer este modelo base, se considerarán requerimientos funcionales y no funcionales que se identifican como comunes para este tipo de aplicaciones, teniendo en cuenta el contexto colombiano y el desarrollo que se ha llevado por medio del proyecto Intermodalidadapp Inteligente con el cual se trabajó con las empresas caracterizadas en esta tesis y otras vinculadas al contexto del e-commerce.

6.3.1 Descripción del software.

Este software tiene como propósito el procesamiento de solicitudes de servicio mensajería en el contexto de e-commerce, para hacer el procesamiento y asignación a las operaciones administradas por la empresa prestadora de servicios logísticos. Teniendo como módulos principales: Solicitudes, procesamiento/ Consolidación, Procesamiento / manejo de recursos y trazabilidad.

6.3.2 Requisitos Funcionales (RF).

Para la identificación de los requisitos funcionales se tomaron cada uno de los módulos, identificando que se requieren en cada uno de estos, para poder conseguir que en su conjunto puedan conseguir el objetivo del software.

Solicitudes de servicio

- El sistema permitirá a los generadores de carga hacer solicitudes de servicio de mensajería.
- El sistema permitirá conexión de los sistemas de procesamiento de pedidos de los generadores de carga en caso de existir alianzas.
- El sistema permitirá hacer cotizaciones de servicios de mensajería.

Procesamiento/ Consolidación

- El sistema agrupará las solicitudes de servicio teniendo como criterios: lugar de origen, lugar de destino, volumen, peso, hora de la solicitud, tiempo máximo de procesamiento.
- El sistema generará las rutas a partir de la consolidación realizada, dando como salida, ruta a seguir por el vehículo, capacidad necesaria, tiempo estimado del recorrido e identificación de los paquetes.

Procesamiento / Manejo de recursos

- El sistema asignará las rutas a los vehículos que cumplan con las condiciones necesarias, dando prioridad en la asignación a los recursos que se encuentren más cerca del punto de origen.
- El sistema notificará al generador de carga con los datos del vehículo que hará la recolección del pedido.

Trazabilidad

- El sistema notificará la etapa en la que se encuentra el proceso del transporte de mensajería.
- El sistema compartirá la ubicación en tiempo real del paquete.

6.3.3 Requisitos no funcionales (RNF)

Disponibilidad: Es necesario que los componentes de la aplicación se encuentren disponibles en un 95% del tiempo para atender las solicitudes.

Expansión: La aplicación debe tener la posibilidad de crecer en funcionales de manera rápida, dadas las condiciones del entorno de aplicación, lo que conllevaría a la necesidad de incluir nuevos módulos.

Elasticidad: Se necesita que la aplicación pueda responder de manera rápida a cambios en la concurrencia de los usuarios, ya que se encuentra en un entorno de crecimiento constante del número de usuarios.

Lenguajes

- **Solicitudes de servicio:** El lenguaje/framework a utilizar en este microservicio es NodeJS (Express), con una base de datos relacional MySQL.
- **Procesamiento/ Consolidación:** El lenguaje/framework a utilizar en este microservicio es NodeJS (Express), con una base de datos relacional MySQL
- **Procesamiento / Manejo de recursos** El lenguaje/framework a utilizar en este microservicio es NodeJS (Express), con una base de datos relacional MySQL
- **Trazabilidad:** El lenguaje/framework a utilizar en este microservicio es NodeJS (Express), con una base de datos relacional MySQL
- **Front End:** El lenguaje/framework utilizado para la implementación del FrontEnd es React (con MaterialUI) y react-router-dom, para la versión web/ para la versión Android flutter.
- **API Gateway** El lenguaje/framework utilizado para la implementación del API Gateway es NodeJS.
- **Servidor LDAP:** El lenguaje/framework utilizado para la implementación del servidor LDAP es YAML/Docker (archivo docker-compose.yml).

6.3.4 Estilo y/o patrones de arquitectura

Como estilo general para la arquitectura se considera un patrón basado en microservicio, ya que autores como (Viennot, Lécuyer, Bell, Geambasu, & Nieh, 2015), consideran que para bases de datos heterogéneas esta arquitectura resulta conveniente. Ahora para la selección específica de los patrones a utilizar en detalle para el desarrollo se tuvo en cuenta las ventajas y desventajas que cada una de

estas puede llegar a tener como es presentado en la Tabla 11. En donde para cada uno de los patrones seleccionados para cada componente se subraya en verde.

Para la selección del patrón de orquestación se tuvo como principal requerimiento la posibilidad de expansión de la aplicación, debido a que nuevas funcionalidades pueden surgir desde la implementación de esta, por lo que el patrón de Api Gateway es el que mejor se adapta a esta necesidad, ya que permite añadir nuevos módulos y ser compatibles con los desarrollados en versiones anteriores. Condiciones que nos llevan a tomar como patrón para el despliegue un patrón de despliegue de todos los servicios en un host.

Para el manejo de bases de datos se toma como patrón BD por servicio, teniendo en cuenta la seguridad necesaria dentro de la aplicación y los beneficios de escalabilidad que esta nos presenta, además de reducir así los conflictos que se podrían generar al hacer la vinculación de nuevos servicios.

Tabla 11. Revisión de los patrones arquitectura de microservicios. Fuente: Adaptado de (Taibi, Lenarduzzi, & Pahl, n.d.)

	Patrón	Ventajas	Desventajas
Orquestación y coordinación	General	<ul style="list-style-type: none"> -Fácil mantenimiento. -Se pueden usar múltiples lenguajes. -Flexibilidad. -Re-uso. -Aislamiento físico. -Auto reparación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta complejidad para desarrollo y pruebas. - Esfuerzo de implementación. -Problemas para conexión en red.
	Api Gateway	<ul style="list-style-type: none"> -Facilidad de expansión. -Arquitectura centrada en el mercado. -Retro compatible 	<ul style="list-style-type: none"> -Potencial cuello de botella. - Complejidad de desarrollo. -Dificultad en la escalabilidad.
	Registro de Servicio	<ul style="list-style-type: none"> -Fácil mantenimiento. - Software entendible. -Seguridad ante fallas. 	<ul style="list-style-type: none"> -El diseño de la interfaz debe ser fijo. - Complejidad para el registro de servicios.

			-Alta complejidad para sistemas distribuidos.
	Hibrido	-Facilidad de Migración. -Curva de aprendizaje de superación rápida.	-Problemas para la integración SOA/SEB.
Despliegue	Múltiples servicios en un host	-Escalabilidad. -Funcionamiento.	
	Un solo servicio por host	-Aislamiento de servicios.	
Estructura de bases de datos	BD por servicio	-Escalabilidad. -Desarrollo Independiente. -Mecanismos de seguridad.	-Los datos deben ser separados. - Pueden existir problemas de consistencia de datos.
	BD Clúster	-Escalabilidad. -Fácil Implementación.	-Incremento de la complejidad. -Riesgo de fallos.
	Servidor de BD compartido	-Fácil migración. -Consistencia de los datos.	-Carencia de independización de datos. -Escalabilidad.

- **Solicitudes de servicio:** Para la implementación del sistema se utilizará una versión parcial del patrón MVC (modelo vista-controlador), ya que no se desarrollará una interfaz para la aplicación, solo se aplica el modelo y el controlador de este patrón.
- **Procesamiento/ Consolidación:** Para la implementación del sistema se utilizará una versión parcial del patrón MVC (modelo vista-controlador), ya que no se desarrollará una interfaz para la aplicación, solo se aplica el modelo y el controlador de este patrón.
- **Procesamiento / Manejo de recursos:** Para la implementación del sistema se utilizará una versión parcial del patrón MVC (modelo vista-controlador), ya que no se desarrollará una interfaz para la aplicación, solo se aplica el modelo y el controlador de este patrón.

- **Trazabilidad:** Para la implementación del sistema se utilizará una versión parcial del patrón MVC (modelo vista-controlador), ya que no se desarrollará una interfaz para la aplicación, solo se aplica el modelo y el controlador de este patrón.

6.3.5 Plataforma: La plataforma a utilizar es Docker.

6.3.6 Diseño Arquitectónico.

Para el diseño arquitectónico se presentan las diferentes vistas, por las cuales se presenta la forma de conexión entre cada uno de los componentes, y la conformación de estos. Teniendo una arquitectura basada en microservicios en los que cada uno de los módulos tiene función particular y que se comunican entre ellos por medio de la ApiGetWay, la cual se encarga de gestionar cada una de las solicitudes que se hacen a cada uno de estos.

Vista de Descomposición.

La vista de descomposición presenta la aplicación y los diferentes servicios que la conforman. Dando una vista general de lo que se tiene. Aquí se muestra que la aplicación cuenta con los servicios de: servicios, consolidación, recursos y trazabilidad.

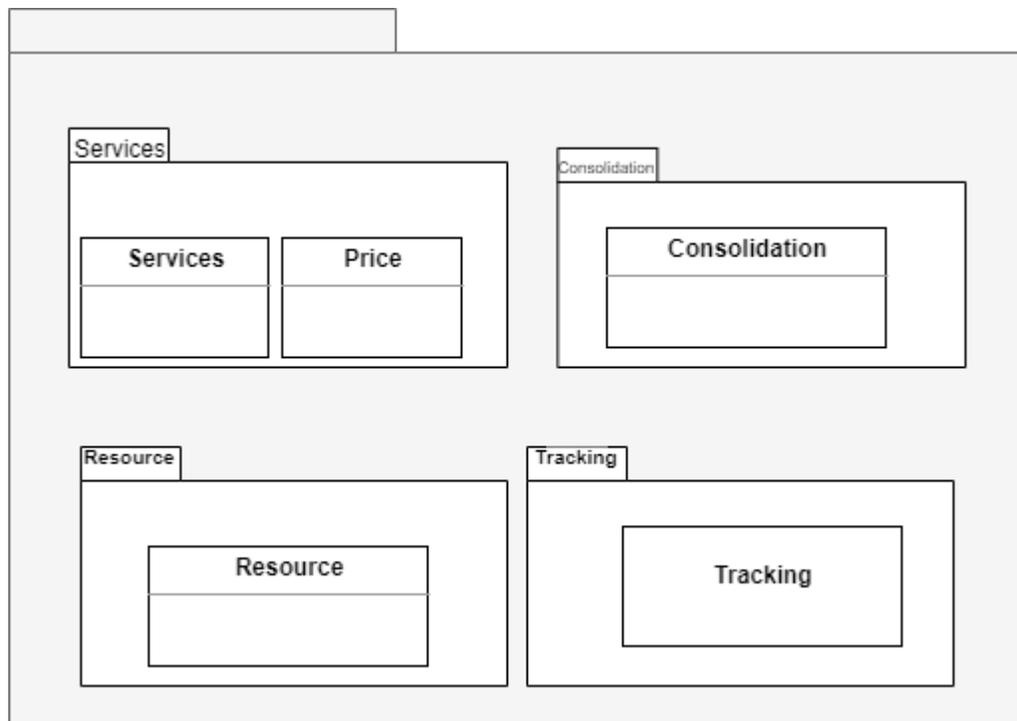


Ilustración 32. Vista de descomposición de la arquitectura. Fuente: Elaboración propia

Vista de Capas

La vista de capas permite apreciar las capas que cuenta la aplicación, en donde se tiene el front-end en la capa de presentación por medio de la que se interactúa con el usuario, La capa lógica que realiza los procesos y la capa de bases de datos que almacena la información.



Ilustración 33. Vista de capas-Arquitectura Fuente: Elaboración propia

Vista de componentes y conectores

En esta vista se presentan los componentes del software y la estructura de conexión, entre estos por medio del Api Getway.

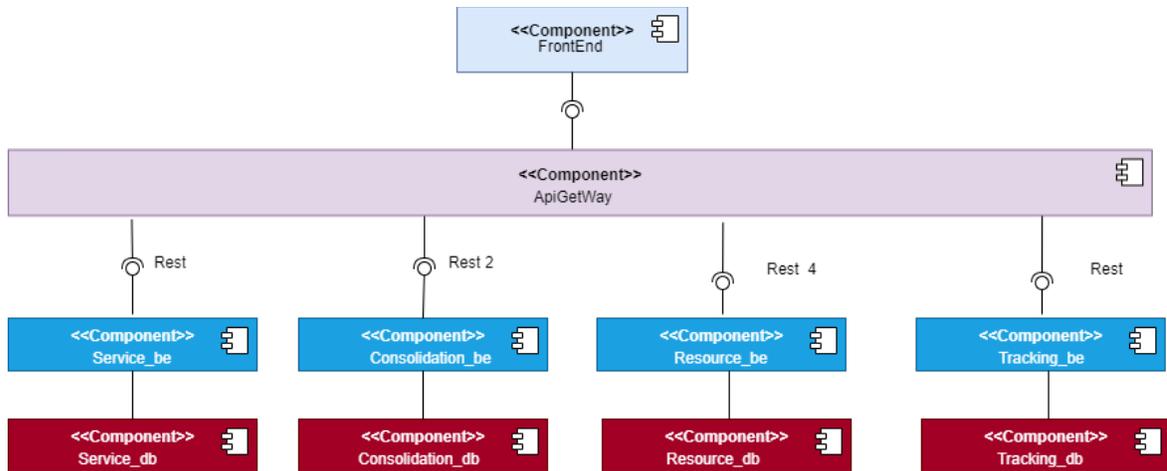


Ilustración 34. Vista de componentes y conectores: Fuente: Elaboración propia

Vista de Despliegue

En esta vista se hace la presentación del despliegue de uno de los componentes. Se muestra solo uno ya que de manera general para los demás se tendrá el mismo tipo de despliegue.

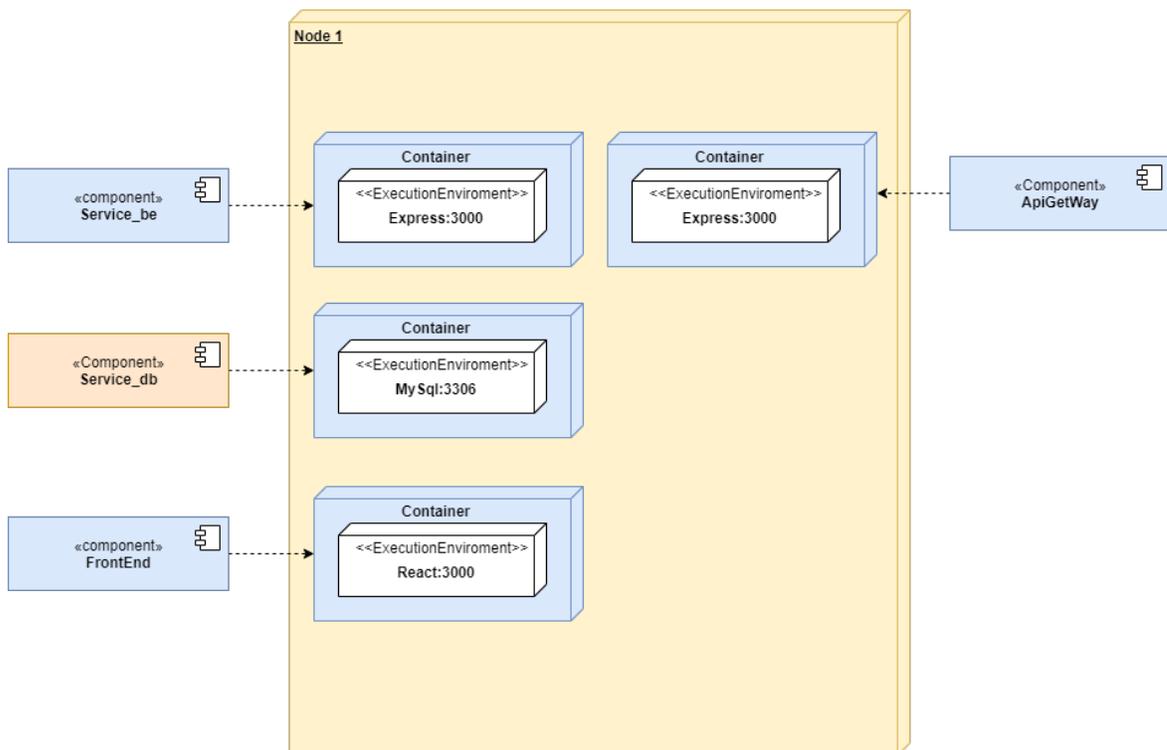


Ilustración 35. Vista de Despliegue. Fuente: Elaboración propia.

6.3.7 Validación de la arquitectura por medio del proyecto Intermodalidapp

Para la validación de este diseño de arquitectura se toma como referente el trabajo realizado en el marco del proyecto *Intermodalidapp Inteligente: Sistema para la toma decisiones del transporte intermodal de productos agroalimentarios de Cundinamarca*, con código Hermes 39904, dado que esta tesis fue enmarcada en el desarrollo de este proyecto, lo que llevó a que las condiciones de desarrollo y requerimientos que son condicionadas por el entorno y las empresas caracterizadas es el mismo para ambos desarrollos, lo que nos lleva a que los resultados que se obtuvieron en este entorno pueden aportar a la validación del modelo de arquitectura a pesar de que los objetivos generales de cada una de estas aplicaciones resulta ser diferente. Por lo cual el patrón propuesto en esta tesis fue el que se tomó como referente para el desarrollo de esta aplicación.

El objetivo de esta aplicación es facilitar los procesos de toma de decisión y contratación de transporte intermodal en el contexto colombiano. Para el caso en el que se validó se hizo el desarrollo teniendo en cuenta la operación del transporte férreo en Colombia, el cual se separó en etapas y servicios, tal como se hizo para el problema estudiado en esta tesis. Las etapas consideradas en este caso fueron: Inicio de sesión, Consulta de servicio, Toma del servicio y administración de los servicios. En donde cada una de estas se vio reflejada en un componente a ser orquestado por la Api Gateway y presentados por el componente de FrontEnd. Lo que llevo a obtener el diseño de arquitectura presentado en las siguientes vistas y diagramas de entidad relación que muestran el diseño de esta aplicación

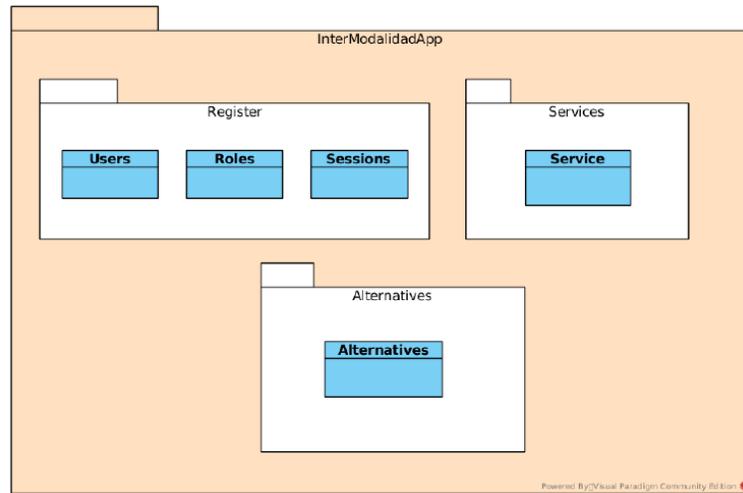


Ilustración 36. Vista de componentes. Fuente: Grupo Sepro- Proyecto Intermodalidapp

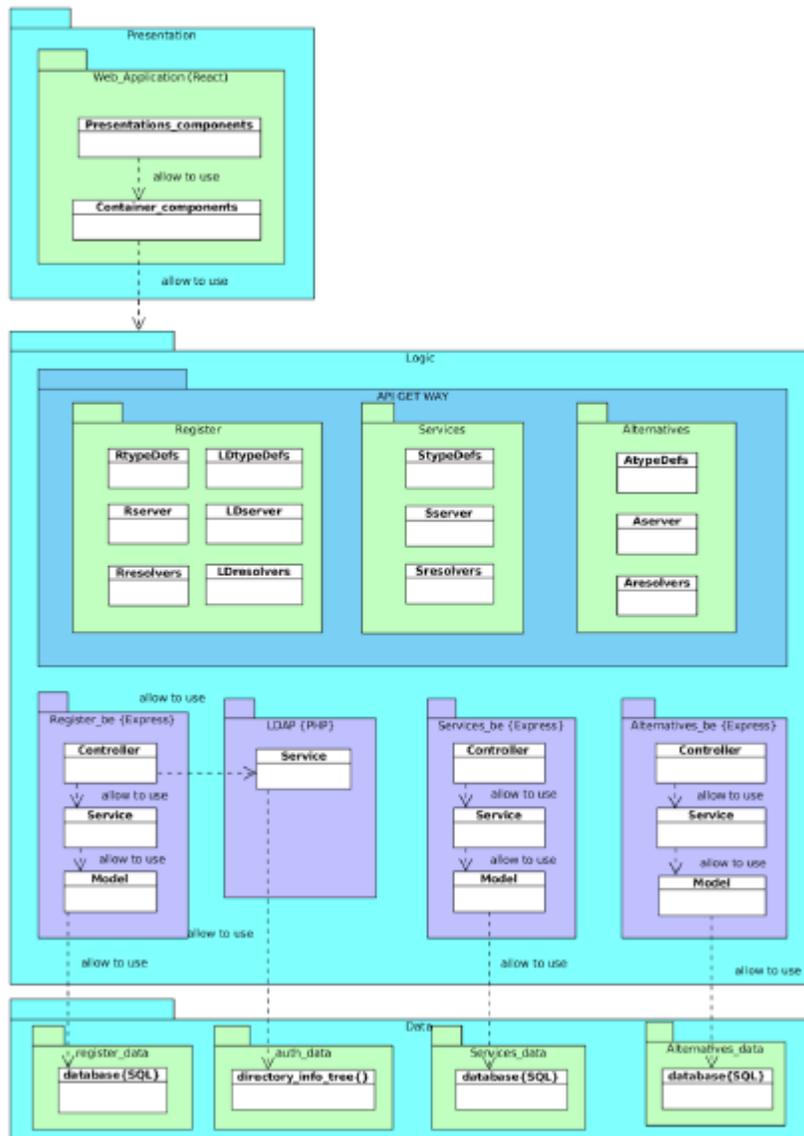


Ilustración 37. Vista de capas. Fuente: Grupo de Sepro- Proyecto Intermodalidapp

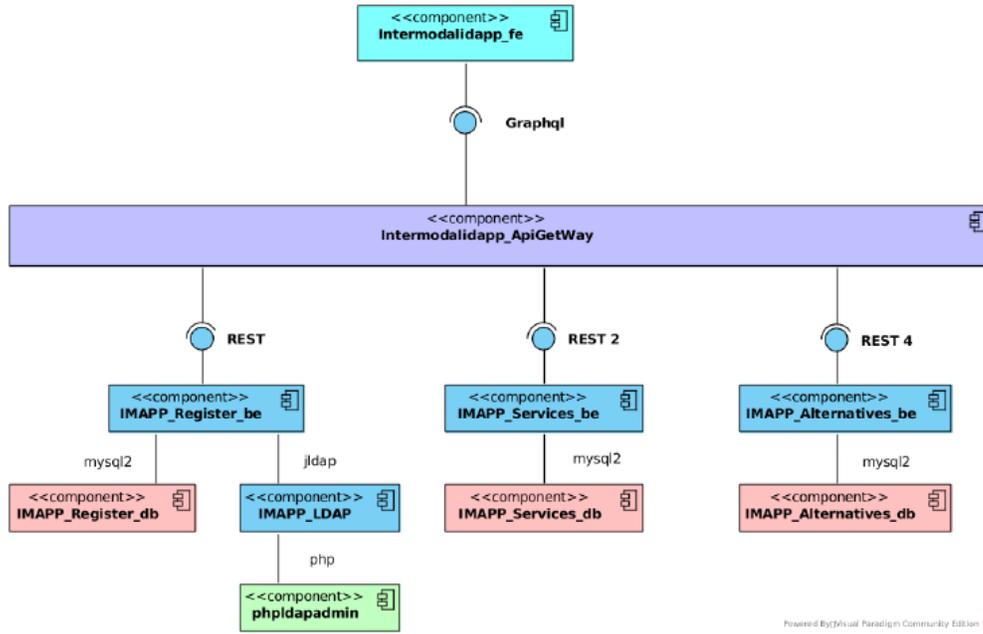


Ilustración 38. Vista de componentes. Fuente: Grupo sepro- Proyecto Intermodalidapp

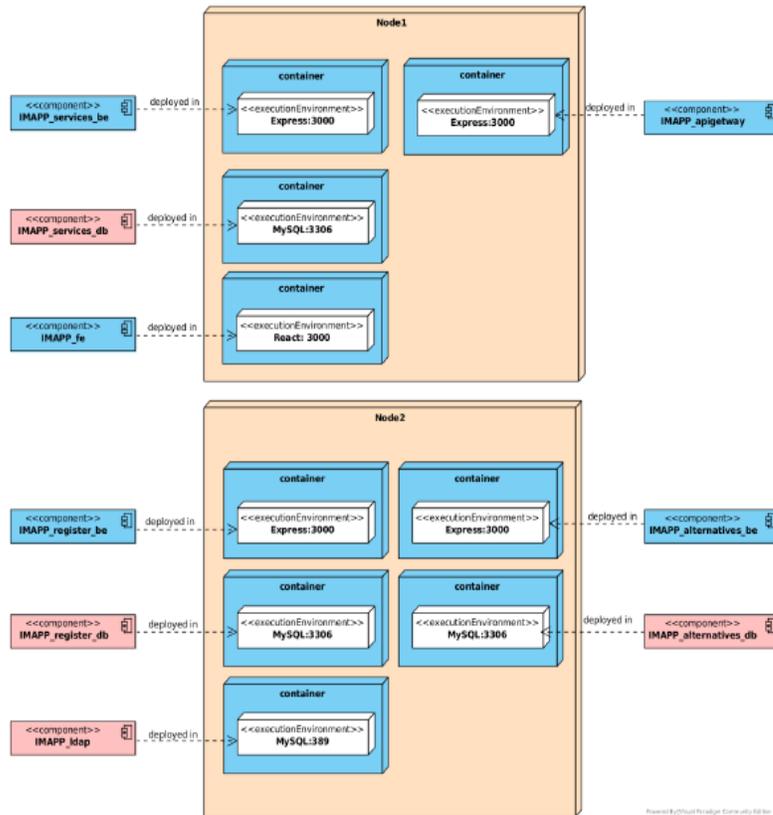


Ilustración 39. Vista de despliegue: Fuente Grupo Sepro- Proyecto Intermodalidapp

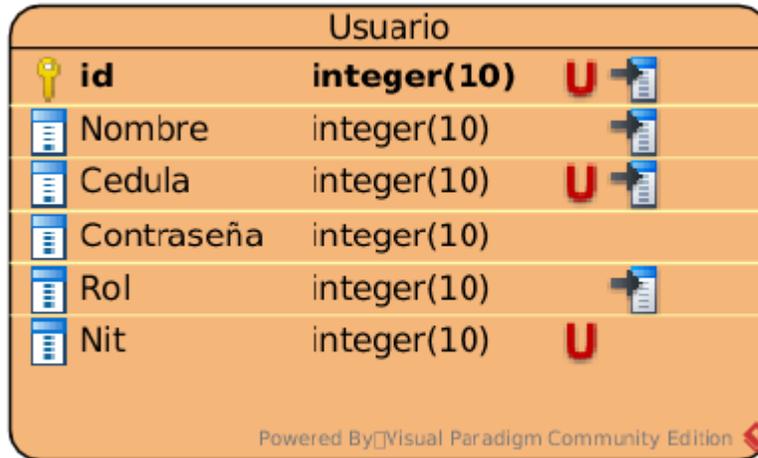


Ilustración 40. Diagrama entidad-relación servicio Usuario: Fuente Grupo Sepro-Intermodalidapp inteligente



Ilustración 41. Diagrama entidad relación microservicio Servicios. Fuente: Grupo Sepro-Proyecto Intermodalidapp



Ilustración 42. Diagrama entidad relación del servicio Alternativa. Fuente: Grupo Sepro-Proyecto Intermodalidapp.

A partir de este diseño se realizó el desarrollo de la aplicación, siguiendo los requerimientos y una validación previa con los diferentes actores con los cuales se trabajó en el proceso. Lo que nos llevó a obtener la aplicación presentada en las vistas que representan cada una de las funcionalidades la aplicación.

1. Inicio de sesión: Esta vista permite el inicio de sesión para cada uno de los usuarios.

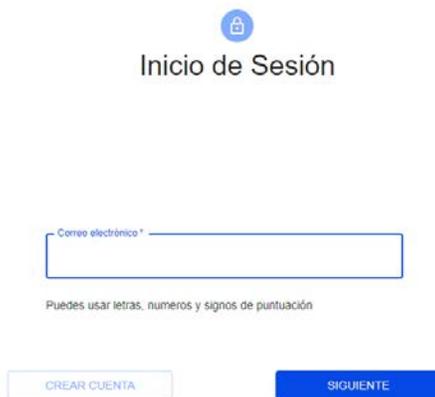
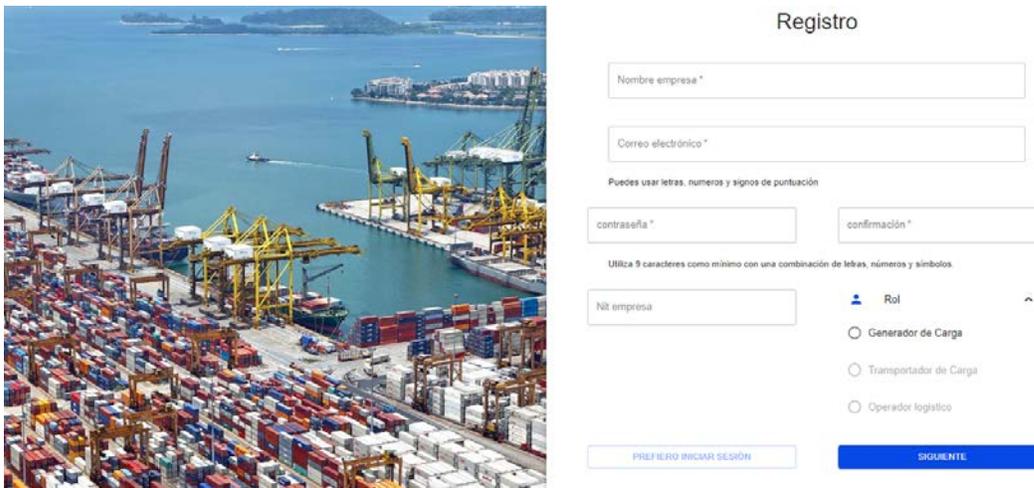


Ilustración 43. Vista inicio de sesión intermodalidapp: Fuente: Grupo Sepro-Proyecto Intermodalidapp.

2. Vista de registro: En esta vista se hace el registro de los usuarios a la plataforma.



Registro

Nombre empresa *

Correo electrónico *

Puedes usar letras, números y signos de puntuación

contraseña * confirmación *

Utiliza 9 caracteres como mínimo con una combinación de letras, números y símbolos

Nit empresa

Rol

- Generador de Carga
- Transportador de Carga
- Operador logístico

PREFERIR INICIAR SESIÓN SIGUIENTE

Ilustración 44. Vista de registro. Fuente: Grupo Sepro - Proyecto Intermodalidadapp

3. Vista de servicios: En esta vista se buscan y se agendan los servicios disponibles.

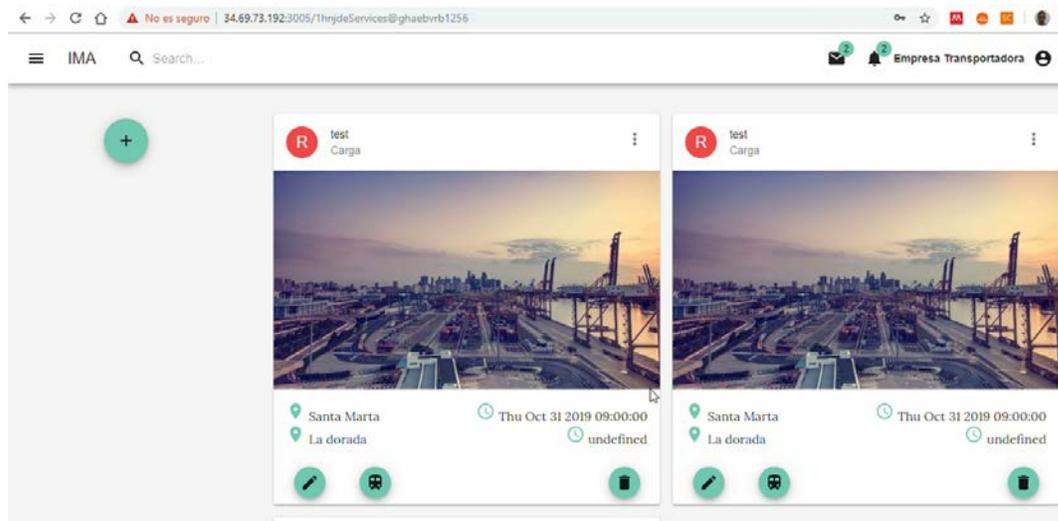
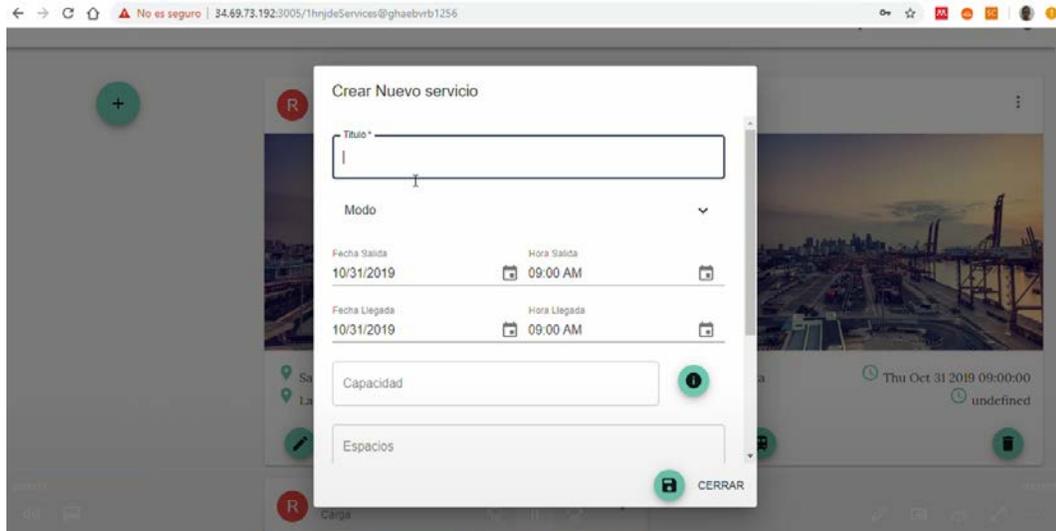


Ilustración 45. Vista de servicios. Fuente: Grupo Sepro- Proyecto Intermodalidadapp

4. Vista de Creación de servicios: Permite a los prestadores de servicio registrar los servicios que tiene disponible para transporte.



Al tener esta plataforma desplegada en el contexto académico se pudo hacer la transferencia a la Agencia Nacional de Infraestructura para ser incorporada en el sistema Aniscopio, para la presentación de las operaciones en el corredor férreo que va desde la Dorada, Caldas hasta Santa Marta, Magdalena y es operado por la empresa Ibines férreos. Lo que nos permitió validar así que este patrón de arquitectura puede ser implementado para diferentes empresas en un contexto similar, y que deja abierta la posibilidad de expansión, logrando así cumplir con los requerimientos no funcionales planteados inicialmente.

6.4 Fases de Implementación

A partir del diseño presentado se debe realizar la implementación de esta arquitectura, la cual requiere un trabajo de manera transversal en el desarrollo de alianzas y desarrollo de software. Para esta transformación se proponen las siguientes etapas: Preparación, prueba pilotos, corrección de errores/ Ajustes al modelo, puesta en marcha.

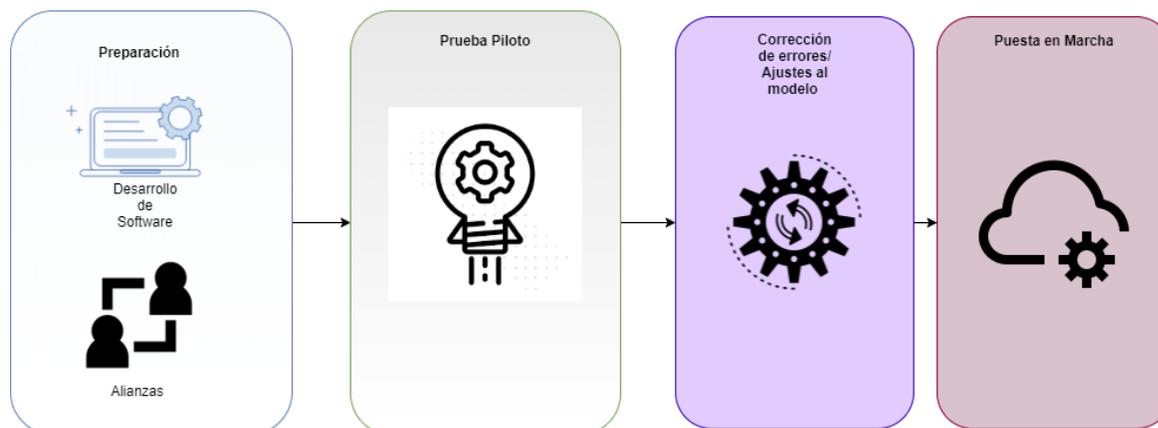


Ilustración 46. Fases de implementación. Fuente: Elaboración propia.

6.4.1 Preparación

Esta fase consta de dos macroprocesos importantes: Desarrollo de software y Alianzas. Los cuales contribuyen a la preparación de la aplicación y herramientas para la puesta en marcha.

6.4.1.1 Desarrollo de Software: Este macroproceso abarca el desarrollo del software que permite la conexión entre los diferentes actores que se encuentran vinculados al proceso, así como la adquisición del hardware necesario para hacer la trazabilidad. Estas herramientas para trazabilidad pueden ser tercerizadas a los aliados y/o propia para los empleados que están laborando. Mediante el uso de smartphones para la realización de los procesos de entrega, para lo cual se hace necesario el desarrollo de la versión móvil para hacer esta vinculación.

En esta misma fase se desarrollará el modelo de consolidación, en el cual se hace necesario hacer uso de una Inteligencia artificial que realice este proceso de manera autónoma.

6.4.1.2 **Alianzas:** Este componente consiste en encontrar generadores de carga estratégicos con los cuales iniciar la operación de transporte. Así como guiar el proceso de unificación de bases de datos para la generación de solicitudes de servicio, para brindar así una integración entre las herramientas para manejo de pedidos de los generadores con el Api de la herramienta para las solicitudes.

6.4.2 Prueba Piloto.

En esta etapa se pone en marcha la aplicación con algunas de las empresas con las cuales se logren establecer las alianzas en la primera etapa, esto con la finalidad de hacer pruebas de la estrategia en un ambiente controlado. Así obtener información sobre el funcionamiento de esta, y de los errores que se pueden encontrar en campo para cada uno de los actores. Esto permitirá fortalecer la estrategia de manera integral, como la plataforma que gestiona los servicios.

6.4.3 Corrección de Errores.

En esta fase se deben corregir los errores y fallas identificadas en la etapa piloto, temporalmente puede estar al tiempo que la prueba piloto; ya que se puede hacer una realimentación de inmediato de los casos particulares y ajustes sobre el modelo de consolidación.

6.4.4 Puesta en Marcha.

Durante esta fase se implementará de manera masiva el uso de la estrategia para todas las operaciones, con un proceso continuo de fortalecimiento de alianzas con nuevos generadores de carga y/o aliados prestadores del servicio.

6.5 Implementación de la estrategia en un caso particular

Para la implementación de un caso particular se toma como soporte el trabajo de simulación realizado por (Aguirre-Ramirez, Avendaño-Gambasica, García-Mora, Fula-Melo, & Ruiz Avella, 2019), que se desarrolló como parte de la asignatura de logística en la Universidad Nacional, que estuvo bajo la dirección de Juan Pablo Castellón Torres director de esta tesis quien facilitó un trabajo conjunto para asesorar a los estudiantes.

En este trabajo se considera la operación de logística para e-commerce de la gran empresa caracterizada en esta tesis, en donde se parte de un escenario en donde se tiene un único centro de distribución en el cual una empresa de mensajería

recoge los pedidos y hace la distribución. Este escenario es trabajado con la empresa prestadora de servicio caracterizada: Empresa 1.

A partir de esta información se proponen un nuevo modelo de operación basado en crowd logistics, que según (Mehmann, Frehe, & Teuteberg, 2015) es la prestación de servicios logísticos con personas de la empresa y externos, donde la empresa sirve como mediador entre el solicitante y quien presta el servicio, como mecanismo de entrega principal. Para esto se crea una red de colaboradores que están conformados por personal externo a la empresa y los trabajadores de esta, que realizan entregas que se encuentren en un área cercana a sus domicilios o lugar de trabajo y que queden en sus recorridos habituales. Permitiendo la trazabilidad de la entrega compartiendo su ubicación desde que tiene el paquete por medio de la plataforma.

Para facilitar este proceso de entrega se habilitan las ochenta y nueve (89) tiendas de la marca que se encuentran distribuidas por la ciudad como puntos de origen del producto para abastecer el área circuncidante. La relación de esta operación se presenta en la Ilustración 47.



Ilustración 47. Estrategia crowdlogistic. Fuente: Elaboración propia basado en (Aguirre-Ramirez et al., 2019)

El proceso inicia cuando a través de la tienda online se genera un pedido, el cual se le asigna al punto de venta que se encuentra más cercano al lugar de destino, posteriormente se contacta a los colaboradores, hasta encontrar uno disponible, si esto no se consigue se procede a dejar que la entrega sea realizada por la empresa de mensajería tradicional, como se ve en la Ilustración 48 .

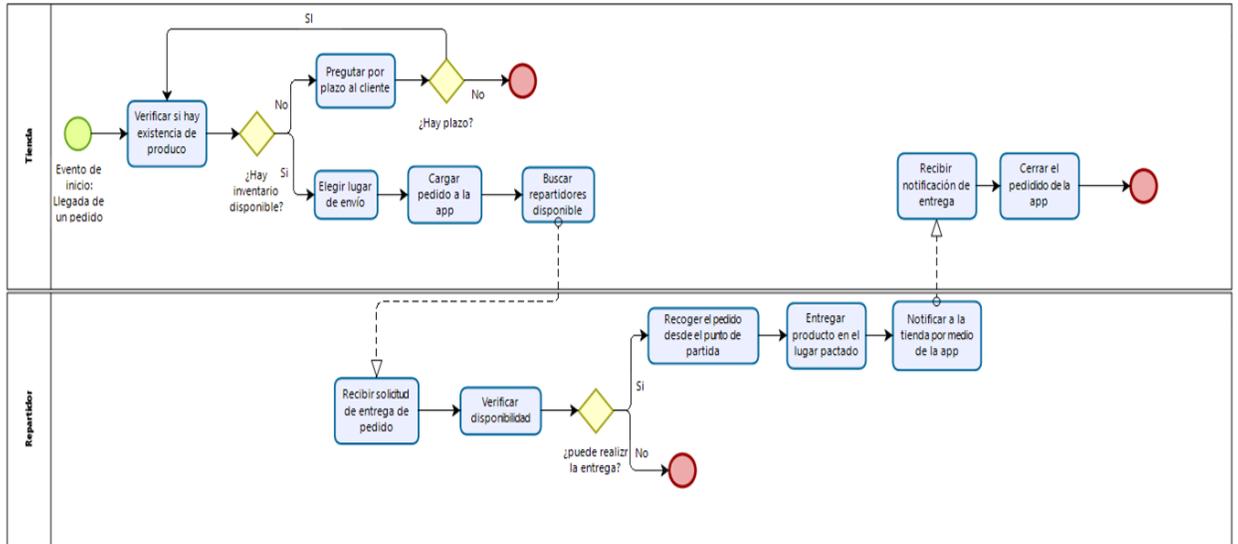


Ilustración 48. Proceso de interacción. Fuente: (Aguirre-Ramirez et al., 2019).

A partir de esta propuesta se realiza una simulación se por medio de una simulación basada en agentes, desarrollado en el software *Anylogic 8.4.0*. Teniendo los siguientes supuestos y simplificaciones:

- Se elige al repartidor más cercano que tenga la capacidad necesaria (peso).
- siempre el repartidor elegido acepta el envío del pedido asignado.
- Existen 25 colaboradores externos que tienen una disponibilidad flexible durante el día.
- Se considera la satisfacción del cliente (NPS) según el tiempo entre la generación del pedido y la entrega efectiva del pedido.
- Hay una capacidad infinita de productos en inventario en todos los CEDIs y Tiendas.
- Los trabajadores o colaboradores internos se dirigen a los CEDIs al iniciar la jornada y permanecen allí hasta terminarlas completamente.

6.5.1 Resultados de la simulación.

Para obtener los resultados de la simulación se tienen en cuenta las condiciones de modelado para los cálculos que se encuentra en el Anexo E. Los resultados presentados son generados a partir de una operación de un (1) mes y se presentan en la Ilustración 49. Y a partir de estos se genera la Tabla 12 con la evaluación comparativa entre la operación actual y el resultado simulado.

De los cuales únicamente interesa el tiempo promedio de entrega el cual en días tiene un valor 0.436 días que equivale aproximadamente a 10 horas y costos de envío de COP11.880 para entregas urbanas y COP7.329 para entregas zonales, teniendo un aproximado del 90% de entregas zonales.

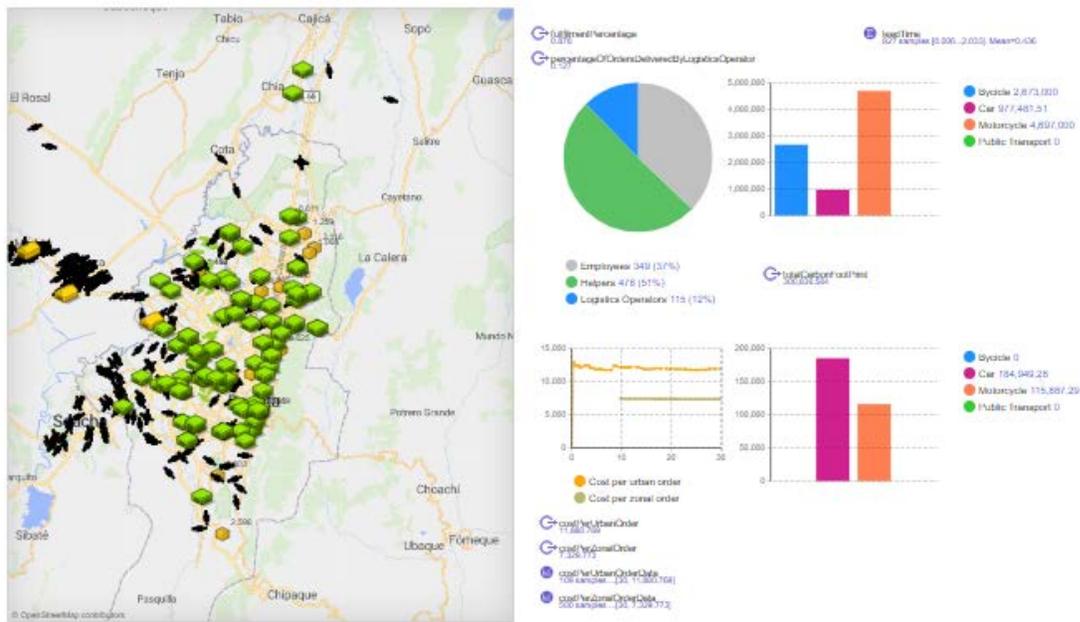


Ilustración 49. Resultados de la simulación Fuente:(Aguirre-Ramirez et al., 2019)

Tabla 12. Comparación entre las empresas escogidas y la estrategia planteada.

Práctica (símbolo)	Nivel de incorporación LTI	Colaboración	Costos (COP)	Tiempo (horas)
Estado de la práctica actual ■	3	Operacional (V)	9600	24
Práctica propuesta ▲	4	Táctica (P.G)	7300 - 9600	10

Nota. Para la práctica propuesta al nivel que se presenta en la simulación obtiene un nivel de incorporación LTI de 4, ya que se comparte información se toman decisiones para la operación, pero no se analizan los datos generados, ni se generan modelos de Inteligencia artificial.

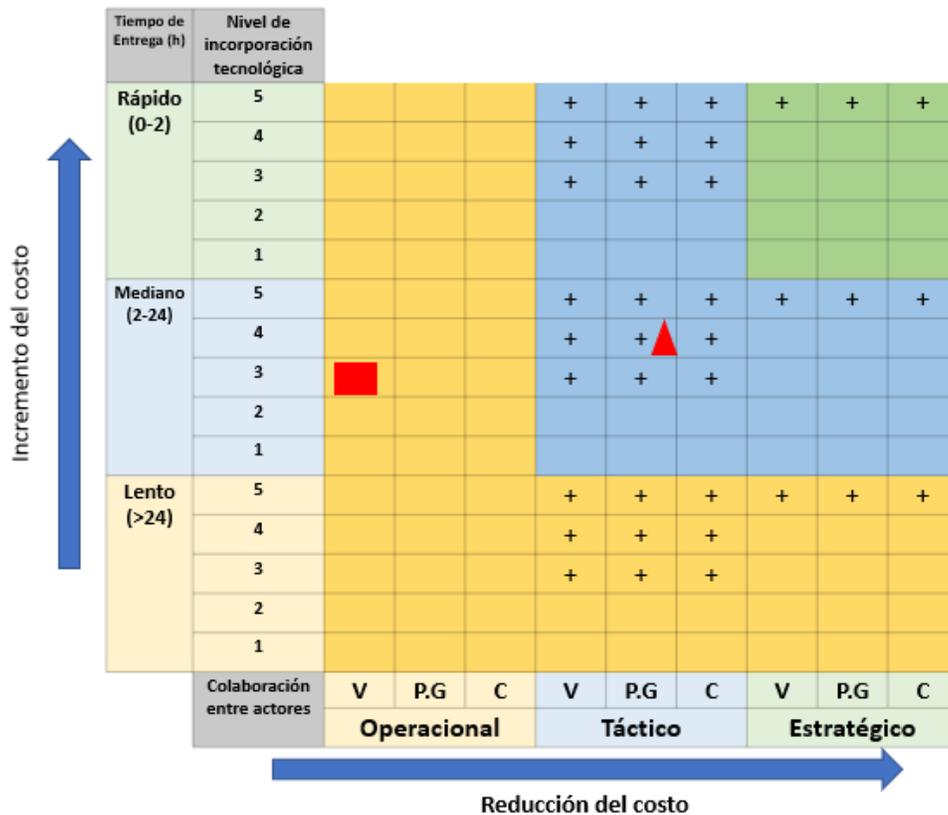


Ilustración 50. Evaluación comparativa entre la operación y la operación propuesta Fuente: Elaboración propia.

Con la implementación de esta práctica se consigue la reducción del tiempo promedio de entrega en un 58.3% del tiempo promedio de entrega inicial, y una reducción del costo de entrega de aproximadamente un 23.9%. Pasando de estar en la zona con peor relación tiempo de entrega-costo a la zona de relación media, obteniendo beneficios adicionales por el nivel de incorporación tecnológica.

7 Discusión de resultados.

Al finalizar el desarrollo de tesis se encuentra que uno de los aportes más significativos de esta tesis de maestría, es el desarrollo de una evaluación en dos etapas del estado de la práctica de las empresas, que permite de manera inicial conocer los detalles de la operación realizada teniendo en cuenta estos parámetros y posteriormente hacer una comparativa gráfica del estado de la práctica con respecto al estado del arte, definiendo tres zonas como lo son la zona ideal, una zona media y la zona con menores beneficios. Puesto que permite a los prestadores de servicio logístico analizar las posibles estrategias teniendo en cuenta los requerimientos que se encuentra para el e-commerce en Colombia, siguiendo lo planteado por (Vakulenko et al., 2019) quienes dicen que el desarrollo de una estrategia debe tenerse bajo la innovación en los modelos de operación y no solo con incorporación tecnológica.

De igual manera incentiva la colaboración entre actores, ya que los mejores rendimientos se encuentran a mayor colaboración, que según (Montoya-Torres, Muñoz-Villamizar, & Vega-Mejía, 2016) en el contexto de Bogotá, puede conseguir reducción del 25.6% de los kilómetros recorridos por los vehículos y esto se alinea con lo planteado por (Cárdenas et al., 2017) quienes dicen que se deben buscar alternativas que busquen la reducción del impacto negativo de estas actividades sobre el entorno por medio de la reducción de kilómetros recorridos. .

El uso de una representación gráfica, ofrece un soporte que permite identificar de manera general que objetivo debe establecer con el desarrollo de cada una de las estrategias, como puede ser la colaboración para reducción de costos, incorporación tecnológica para obtener beneficios adicionales o mejorar la

capacidad de respuesta para tener tiempos de entrega más cortos; ya que cada una de las estrategias desarrolladas permitirá el desplazamiento ya sea de manera vertical para lograr una mejora en los tiempos de entrega, horizontal para mejorar la colaboración y reducir costos o algunas que permitirán el desplazamiento en ambas direcciones, buscando de manera conjunta reducir tiempos de entregas y reducción de costos.

Al implementar este modelo de evaluación en las operaciones ofrecidas por prestadores de servicio logístico en Colombia, se encuentra que todos los servicios están en la zona con peor relación entre tiempo de entrega y costos, lo que representa un gran reto, ya que el crecimiento de las transacciones realizadas por medio del mercado digital podría colapsarlo. Por lo que se propuso una estrategia centrada en el incremento de la colaboración entre actores por medio de la utilización de una aplicación web y fortalecimiento de alianzas con los generadores de carga; que al ser implementada de manera computacional a una de las empresas caracterizadas consiguió una reducción del tiempo promedio de entrega en un 58.3% del tiempo promedio de entrega inicial, y una reducción del costo de entrega de aproximadamente un 23.9%. Lo que nos muestra, que en algunos casos aunque el enfoque sea solo la mejora en una dirección se pueden obtener beneficios en las otras dimensiones, ya que estos no son totalmente independientes, y los beneficios que genera el uso de la tecnología en la colaboración puede tener múltiples beneficios tal como lo plantea (Li, 2012), que incluye la reducción de costos.

7.1.1 Limitaciones y supuestos.

Los resultados obtenidos dentro el desarrollo de esta tesis se cumplen y se pueden aplicar siguiendo los siguientes condiciones y supuestos que se tienen:

- Debido a la naturaleza del mecanismo de muestreo utilizado no se puede hacer una generalización de los resultados, aunque se puede dar una validación teniendo en cuenta que se usó el criterio de expertos para la recolección de información.
- Se toma como supuesto que en el contexto colombiano el parámetro de costos es afectado de la misma manera que en las investigaciones encontradas en el estado del arte por los parámetros de colaboración, tiempo de entrega y Nivel de incorporación de tecnologías de la información para logística. Siguiendo este comportamiento: La reducción del tiempo de entrega hace que se incrementen los costos (Chopra & Meindl, 2013), A mayor nivel de incorporación tecnológica

incrementan los costos (McLaren et al., 2002) y a mayor grado de colaboración entre actores los costos se reducen. (Vanovermeire et al., 2013)

- La caracterización se realizó previa a la emergencia sanitaria generada por la pandemia generada por el Covid -19, y durante el transcurso de esta se han generado algunos cambios en la operación de la logística para e-commerce y un incremento de las ventas por este medio.
- El modelo de relacionamiento planteado en esta tesis no abarca los detalles específicos de la operación, sino que se ofrece una guía para el análisis a un nivel táctico y estratégico.

7.1.2 Futuras investigaciones.

Al finalizar el desarrollo de esta tesis se encontraron algunos temas que no lograron ser abordados dado el alcance de esta, a continuación, se presentan un conjunto de temas que permitirán seguir esta investigación o fortalecerla:

- Es necesario estudiar los efectos ambientales de las operaciones de e-commerce y la relación que pueda existir entre estas y los parámetros ya identificados como priorizados en esta tesis.
- Se hace necesario hacer un estudio en materia laboral sobre los efectos que puede generar el uso de la economía compartida en Colombia, dado que medios locales e internacionales han identificado en el origen de algunas de estas plataformas una precarización laboral.
- El estudio del e-commerce fuera de Bogotá y las operaciones que se realizan a nivel nacional aportarían significativamente a este estudio.
- El desarrollo de modelos de inteligencia artificial para la toma de decisiones a nivel operativo en un contexto de alianzas en comunidad contribuiría a estudiar los beneficios que se originan al incorporar ciertos niveles de tecnología.

8 . Conclusiones

A continuación, se presentan las conclusiones a las cuales se llegaron en el desarrollo de esta tesis de maestría con el cumplimiento de los objetivos

planteados, los aportes que se han generado y teniendo en cuenta el alcance que se tiene para esta:

En el caso colombiano la estrategia para la consolidación del sector logístico en el mercado digital es una propuesta basada en la tecnología en el marco de la economía colaborativa. El diseño de la arquitectura fue probado en el marco de un proyecto de investigación y los impactos de la propuesta evaluados por medio de una simulación. Alineándose con lo planteado por (Vakulenko et al., 2019) quien menciona que debe buscarse el aprovechamiento máximo de las tecnologías y su combinación en la innovación en la forma en cómo se presta el servicio.

El mercado digital implica operaciones logísticas más exigentes, en las que se identifica una necesidad de cumplir requerimientos como: Reducción de tiempos; Reducción de costos; Mayor implementación tecnológica; Colaboración entre los actores de la cadena de suministros.

Se desarrolló un marco de referencia para caracterización de empresas con canales de e-commerce. Encontrando así que en las operaciones realizadas actualmente el punto crítico a ser abordado es la colaboración entre actores, ya que en los otros componentes algunas operaciones cumplen los requerimientos.

Al realizar la caracterización y evaluación de los servicios ofrecidos por los prestadores de servicios de logística de transporte en Colombia se encuentra que estos no cumplen con los requerimientos que tienen los generadores de carga en el contexto de un mercado digital, encontrándose en un escenario donde los costos son muy elevados y los tiempos de entrega son muy altos; lo que se alinea con el puntaje LPI obtenido en la evaluación realizada por (Banco Mundial, 2018). Mostrando así que la logística colombiana debe desarrollar servicios alineados a este contexto que representa una oportunidad de crecimiento económico para el país.

A partir de la implementación de la estrategia presentada, basada en la búsqueda de una mejora en la colaboración principalmente, para uno de los escenarios estudiados en donde además se hizo un cambio en las operaciones, se consiguió una reducción en el tiempo de entrega en un 58.3% del tiempo promedio de entrega inicial, y una reducción del costo de entrega de aproximadamente un 23.9%, sin llegar a un cumplimiento ideal de los requerimientos. A partir de esto se puede concluir que en la búsqueda del mejoramiento del cumplimiento de los requerimientos que se tienen en el e-commerce se puede lograr una reducción de costos por medio del uso de una plataforma basada en internet, tal como lo propone (Verlinde, Macharis, & Witlox, 2012) y teniendo la colaboración como elemento principal.

A. Anexo: Construcción del corpus de información para el estado del arte.

Fase I. Construcción de la ecuación de búsqueda.

Para la construcción de la ecuación de búsqueda inicialmente se definen tres grupos de palabra presentados en la *Tabla 12*, que cubren de manera básica los grandes temas que aborda esta investigación. Esto para seguir con la búsqueda de sinónimos y ver la influencia de estos en los resultados y determinar por medio del test de adherencia las palabras que influyen de manera relevante en las búsquedas bibliográficas, presentando los resultados de las búsquedas utilizando Google académico y haciendo el respectivo test en la *Tabla 13*.

Tabla 13. grupos de palabras para construcción de la ecuación de búsqueda.

Grupo	Palabra base (Inglés)	Palabra base (Español)
1	logistics	Logística
2	e-commerce	Comercio electrónico
3	Strategy	Estrategia

Tabla 14. Búsqueda de palabras en Google académico.

Grupo	Palabra clave	Producción científica	
		Google académico	R%
1	Deliver	5180000	0.22141
	Delivery	5180000	0.22141
	distribution	7210000	0.30819

	supply chain	1760000	0.07523
	logistics	2170000	0.09275
	shipment	435000	0.01859
	dispatch	1460000	0.06241
2	e-commerce	1650000	0.58099
	Electronic Commerce	1190000	0.41901
3	Strategy	5970000	0.349123
	tactics	1620000	0.094737
	method	9510000	0.55614

A partir de esto tomamos las palabras según cada uno de los grupos las que se consideran que aportan de manera significativa en la búsqueda de la información para la construcción de la ecuación de búsqueda que se presenta a continuación:

(Deliver* OR Distribution OR Supply chain OR Logistic) AND (e-commerce OR Electronic commerce) AND (Strateg*)

La cual al ser consultada en las diferentes bases de datos nos arroja los resultados presentados en la Tabla 14, para identificar de esta manera los resultados que se pueden encontrar en las múltiples bases de datos identificadas como primordiales para la búsqueda de información para esta investigación.

Tabla 15. Resultados de la ecuación de búsqueda en bases de datos

Ecuación de búsqueda	Base de datos	Número de Resultados
(Deliver* OR Distribution OR Supply chain OR Logistic) AND (Strateg*) (e-commerce OR Electronic commerce)	Scopus	1004
(Deliver* OR Distribution OR Supply chain OR Logistic) AND (e-commerce OR Electronic commerce) And (Strategy*)	Web of science	269

(Deliver* OR Distribution OR Supply chain OR Logistic) AND (e- commerce OR Electronic commerce) And (Strategy*)	Scielo	35
---	--------	----

Fase II: Identificación, búsqueda y captación de información.

Esta fase se realiza principalmente para identificar los diferentes temas de investigación y modificar la ecuación de búsqueda como sea requerido. Y así identificar los diferentes focos temáticos que se encuentran para analizar las diferentes estrategias que se han venido desarrollando para la logística en el comercio electrónico.

Para este análisis se realiza la descarga de los corpus de información a través de la integración de estos datos por medio de Mendeley para dejar el corpus de información unificado y se procede a procesar la información con la utilización del software VosViewer, obteniendo la relación entre temas presentado en la Ilustración 40.

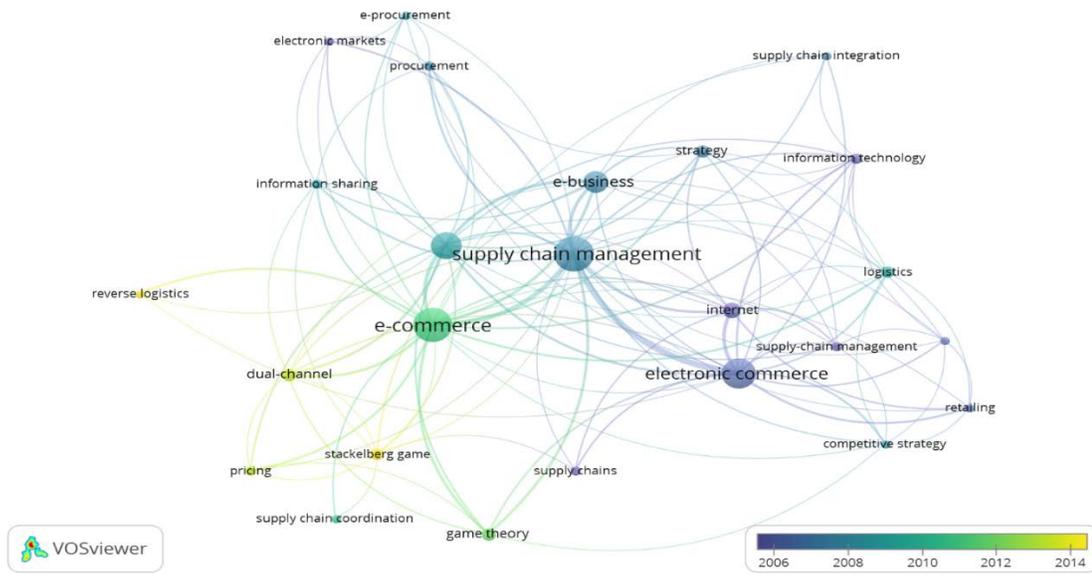


Ilustración 51. Relación entre temas, Fuente. Elaboración propia en VosViewer

Inicialmente se encuentran para los grupos definidos inicialmente algunas palabras que por los niveles de concurrencia que se encuentran en los documentos se encuentran como palabras necesarias para ser incluidas en la ecuación de búsqueda, quedando de la siguiente manera la ecuación para la temática básica de la siguiente manera.

((deliver*) OR (distribution) OR (supply AND chain) OR (logistic)OR (Supply AND Chain AND Management)) AND (e-commerce OR electronic AND commerce) AND (strateg*) AND (Retailing)

Ecuación de búsqueda	Base de datos	Número de Resultados
((deliver*) OR (distribution) OR (supply AND chain) OR (logistic)OR (Supply AND Chain AND Management)) AND (e-commerce OR electronic AND commerce) AND (strateg*) AND (Retailing)	Scopus	82

((deliver*) OR (distribution) OR (supply AND chain) OR (logistic)OR (Supply AND Chain AND Management)) AND (e-commerce OR electronic AND commerce) AND (strateg*) AND (Retailing)	Web of science	44
((deliver*) OR (distribution) OR (supply AND chain) OR (logistic)OR (Supply AND Chain AND Management)) AND (e-commerce OR electronic AND commerce) AND (strateg*) AND (Retail*)	Scielo	0

A partir de esta información recopilada se hace un filtrado de artículos que pueden estar duplicados en las diferentes bases de datos, esto por medio de la utilización del gestor biobibliográfico Mendeley. Teniendo después de esta depuración un total de

documentos entre artículos, ponencias, libros y demás. En esta etapa el filtrado no se hace de manera rigurosa para poder tener un análisis general de lo que se puede encontrar al realizar la búsqueda bibliográfica.

Fase III: Organización, depuración y análisis de información.

Para hacer el análisis general de la producción en este tema se hace inicialmente el análisis del corpus de información que se encuentran en web of science y en Scopus utilizando para cada una de las bases de datos a de su herramienta de análisis de estadística sobre los documentos que reposan en ella. Para tener así un acercamiento sobre las características de las publicaciones en este tema.

Análisis para Web of science

En el Gráfico 2, se encuentra que la mayoría de las publicaciones que se encuentran en este tema para web of science se encuentran 44 artículos. Uno de los cuales fue ingresado recientemente a la base de datos.



Gráfico 2. Clasificación por tipo de documentos. Fuente. Web of science.

Ahora en la producción por países está se encuentra liderada por Estados Unidos con 23 publicaciones en este tema, seguido de China con 9. Lo cual se encuentra en el Gráfico 3.



Gráfico 3. Producción científica por países. Fuente Web of science

En la cronología de estas publicaciones en el Gráfico 4, se encuentra que los niveles de publicaciones en este tema no se registra un crecimiento continuo, sino que este ha variado mucho entre los años, teniendo en el 2016 la mayor cantidad de publicaciones en el tema con 5 publicaciones y en el 2011 el punto más bajos de publicaciones con 1 publicación.

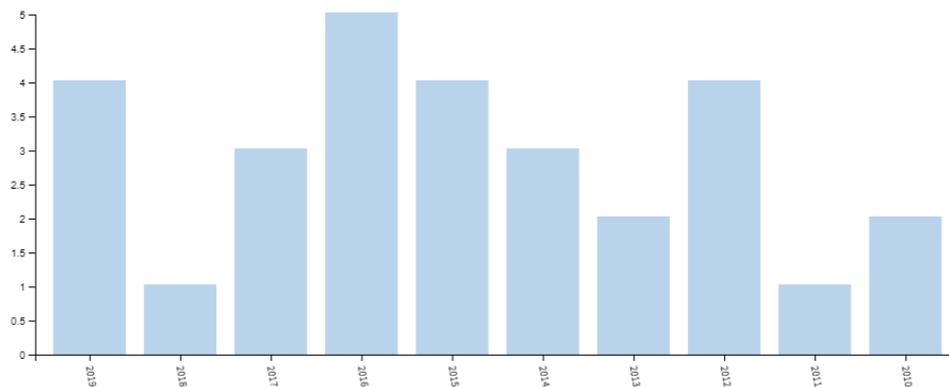


Gráfico 4. Publicaciones por año. Fuente: Web of science.

Análisis para Scopus

Para el análisis con la herramienta de Scopus se toman los 82 resultados encontrados en esta base de datos, en el cual se hace un análisis para tener en cuenta las características principales de la información encontrada en esta base de datos.

En el Gráfico 5, se encuentra el número de publicaciones por año en el tema, en el cual se puede ver que en el año 2019 se tuvo la mayor producción en este tema con 13 publicaciones, lo cual se viene marcando como una tendencia al crecimiento del número de publicaciones por año, en donde en el 2016 se registró un número que no correspondía a la tendencia pero luego se reestablecieron las publicaciones para este tema.

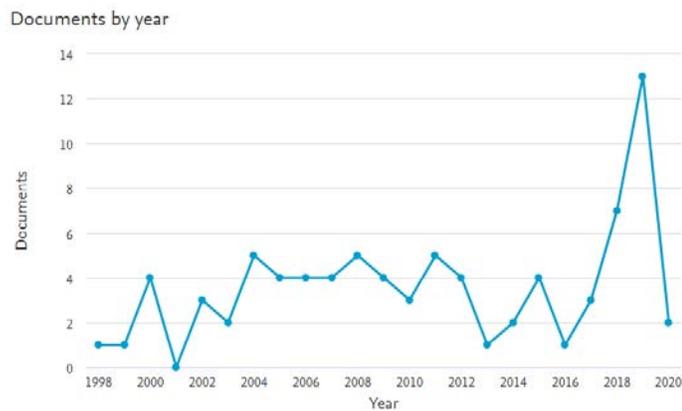


Gráfico 5. Publicaciones por año. Fuente. Analyze search results Scopus.

Para el Gráfico 6, se encuentran las publicaciones por autor, en donde se encuentra que los autores que más se encuentran en este tema solo tienen dos publicaciones relacionadas, según este filtro.

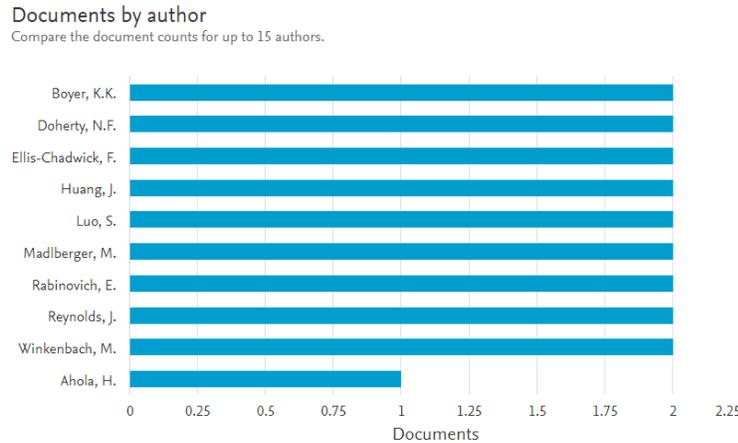


Gráfico 6. Documentos por Autor. Fuente : Analyze search results Scopus

Para el Gráfico 7. Encontramos que las universidades que tienen el mayor número de publicaciones son Purdue University and Michigan University. Teniendo principalmente universidades de estados Unidos como las que más aportan al estado del arte en este tema.

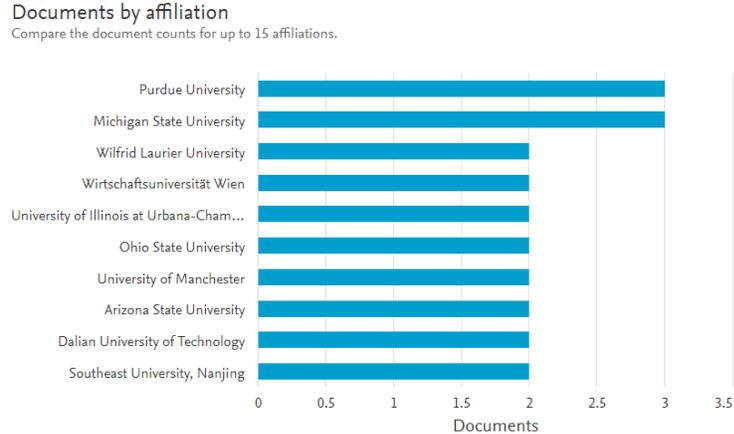


Gráfico 7. Publicaciones por afiliación. Fuente Analyze search results Scopus.

Lo que se encuentra en el Gráfico 7 anterior de encontrar principalmente universidades de Estados Unidos, se ve reflejado en el Gráfico 8. En el cual se ve que el país donde se genera mayor cantidad de documentos es Estados Unidos, seguido de China y reino Unido. Lo cual se encuentra muy ligado al análisis que se presenta en el Gráfico 3, en donde se hace el mismo análisis, pero para las fuentes encontradas en la base de datos de web of science.

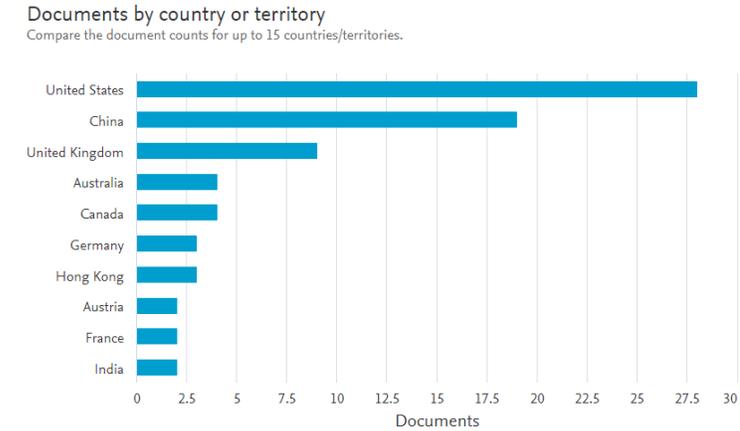


Gráfico 8. Documentos por país o territorio. Fuente Analyze search results Scopus

En cuanto al tipo de documentos que encontramos en esta base de datos en el Gráfico 9, se puede apreciar que el 70.7% corresponde a artículos en donde se tienen otros tipos a diferencia de lo encontrado para web of science.

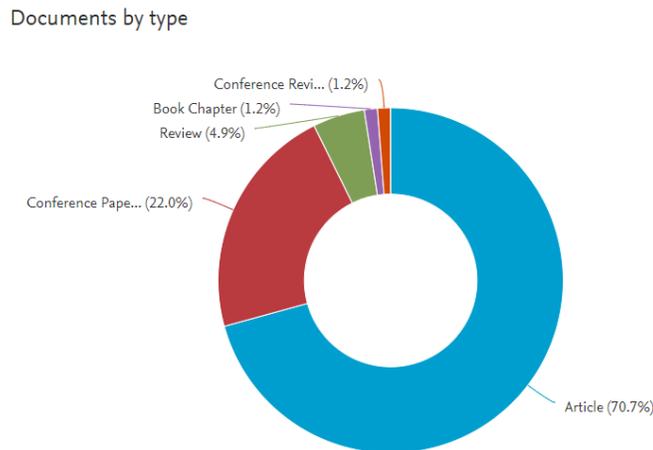


Gráfico 9. Documentos por título. Fuente Analyze search results Scopus

Análisis con VosViewer

Posterior a este análisis se procede a analizar los datos por medio del software VOSViewer para encontrar las relaciones que se encuentran entre las diferentes palabras claves. Para esto se toma cada uno de los corpus de información para cada base de datos. Esto por los inconvenientes que se tienen al hacer la integración de estas y posterior procesamiento en la herramienta.

A partir de este análisis tenemos que en la Ilustración se encuentra en el centro de todos los artículos la palabra clave *electronic commerce* que se relaciona en los temas más recientes con *Model* y *supply chain*, lo que nos permite ver que la tendencia va enmarcada al estudio de los conceptos de cadena de suministro en esta forma de entender las relaciones comerciales. Mientras que en la Ilustración 42, encontramos también la relación con *impact*, *coordination* los cuales no están relacionados entre sí. Además de permitir identificar los grupos temáticos que se van a presentar en la siguiente fase.

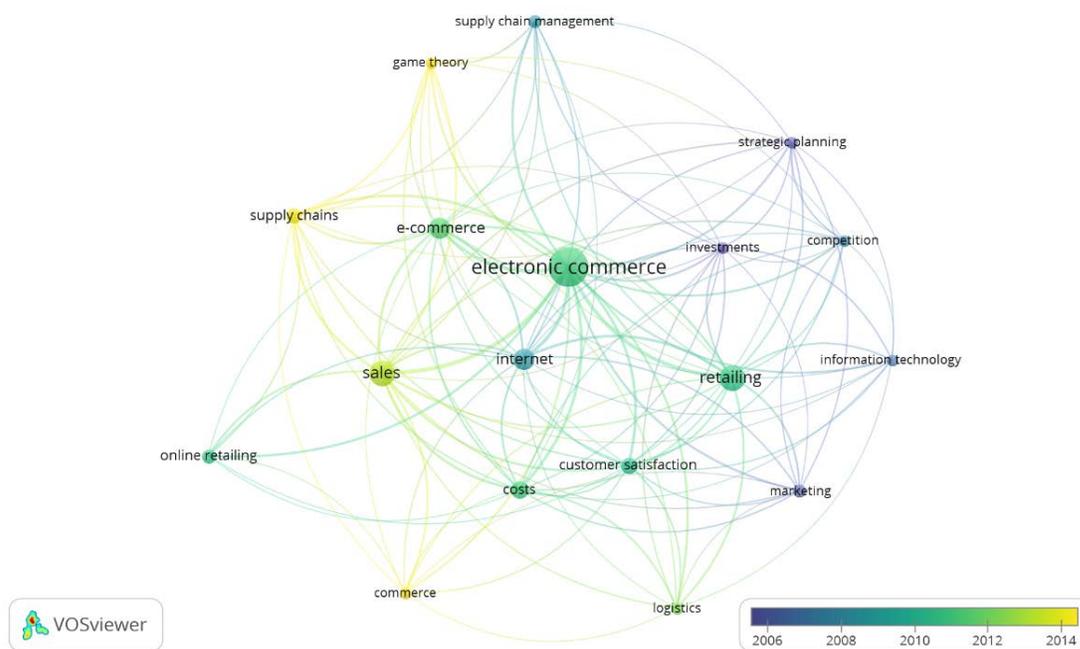


Ilustración 52. Análisis para corpus de Scopus. Fuente: Elaboración propia con Vosviewer

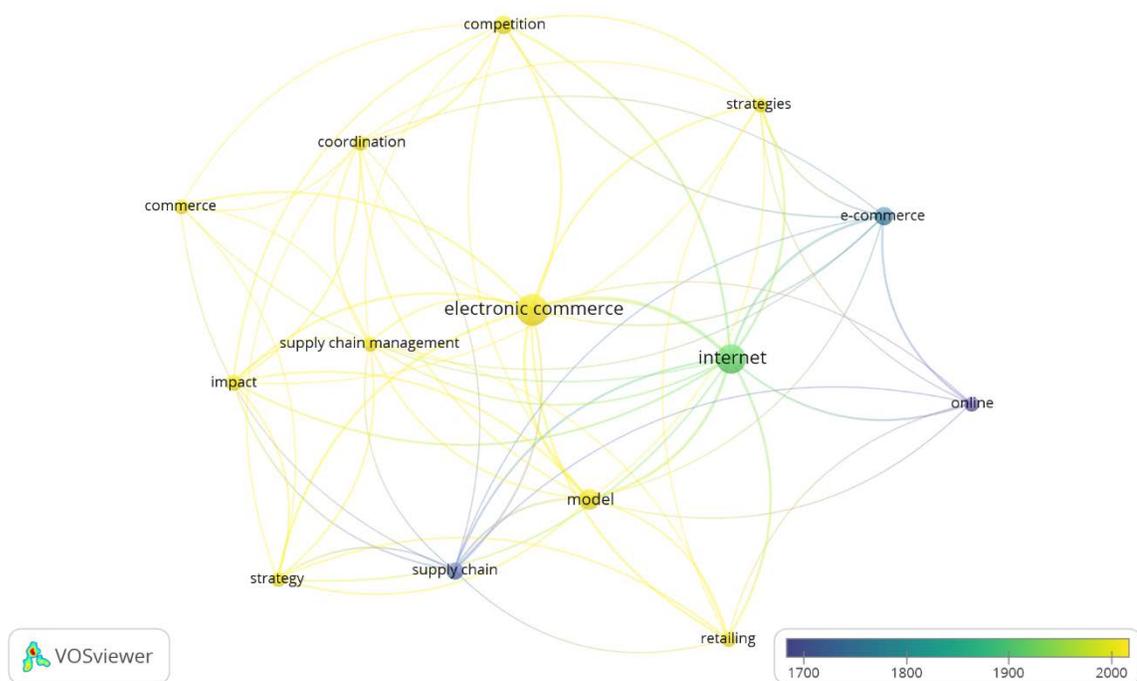


Ilustración 53. Análisis para corpus de Web of science. Fuente: Elaboración propia con Vosviewer

Fase IV : Procesos de comunicación y toma de decisiones.

A partir del corpus de información que se ha consolidado y se ha analizado en las etapas anteriores se procede a presentar el estado del arte, ya que con este podemos analizar las diferentes investigaciones y su aporte a la literatura.

B. Anexo B: Código para el procesamiento de lenguaje natural en Matlab

```
classdef documentGenerationDatastore < matlab.io.Datastore & ...
```

```
    matlab.io.datastore.MiniBatchable
```

```
properties
```

```
    Documents
```

```
    Encoding
```

```
    MiniBatchSize
```

```
end
```

```
properties(SetAccess = protected)
```

```
    NumObservations
```

```
end
```

```
properties(Access = private)
```

```
    CurrentFileIndex
```

```
end
```

```
methods
```

```
    function ds = documentGenerationDatastore(documents)
```

```
% ds = documentGenerationDatastore(documents) creates a
% document mini-batch datastore from an array of tokenized
% documents.

% Add startOfText token to documents
startTokens = repmat(tokenizedDocument("startOfText"),
size(documents));
documents = startTokens + documents;

% Set Documents and MiniBatchSize properties.
ds.Documents = documents;
ds.MiniBatchSize = 128;

% Create word encoding.
ds.Encoding = wordEncoding(documents);

% Datastore properties.
numObservations = numel(documents);
ds.NumObservations = numObservations;
ds.CurrentFileIndex = 1;
end

function tf = hasdata(ds)
% tf = hasdata(ds) returns true if more data is available.
```

```
tf = ds.CurrentFileIndex + ds.MinibatchSize - 1 ...
    <= ds.NumObservations;
end

function [data,info] = read(ds)
% [data,info] = read(ds) read one mini-batch of data.

minibatchSize = ds.MinibatchSize;
enc = ds.Encoding;
info = struct;

% Read batch of documents.
startPos = ds.CurrentFileIndex;
endPos = ds.CurrentFileIndex + minibatchSize - 1;
documents = ds.Documents(startPos:endPos);

% Convert documents to sequences.
numWords = enc.NumWords;
predictors = doc2sequence(enc,documents, ...
    'PaddingValue',numWords+1);

% Create categorical sequences of responses.
classNames = [enc.Vocabulary "EndOfText"];
for i = 1:minibatchSize
```

```
X = predictors{i};
words = [ind2word(enc,X(2:end)) "EndOfText"];
responses{i,1} = categorical(words,classNames);
end

% Update file index
ds.CurrentFileIndex = ds.CurrentFileIndex + miniBatchSize;

% Convert data to table.
data = table(predictors,responses);
end

function reset(ds)
    % reset(ds) resets the datastore to the start of the data.

    ds.CurrentFileIndex = 1;
end

function dsNew = sort(ds)
    % dsNew = sort(ds) sorts the observations in the datastore by
    % sequence length.

    dsNew = copy(ds);
    documents = dsNew.Documents;
    documentLengths = doclength(documents);
```

```
[~,idx] = sort(documentLengths);  
dsNew.Documents = documents(idx);  
end  
end  
  
methods (Hidden = true)  
function frac = progress(ds)  
    % frac = progress(ds) returns the percentage of observations  
    % read in the datastore.  
  
    frac = (ds.CurrentFileIndex - 1) / ds.NumObservations;  
end  
end  
end
```

C. Anexo C: Ventas de una semana para la microempresa.

Origen		Destino			
Ciudad	Direcion	ciudad	barrio	cantidad	producto
Bogotá	Cra 107b bis #71b-47	Bogotá	7 de agosto	1	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-48	Bogotá	rafael uribe	1	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-49	Bogotá	chapinero	1	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-50	Bogotá	jj vargas	1	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-51	Bogotá	jj vargas	1	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-52	Bogotá	jj vargas	1	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-53	Bogotá	jj vargas	1	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-54	Bogotá	galerias / animestore	1	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-55	Bogotá	jj vargas	1	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-56	Bogotá	jj vargas	1	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-57	Bogotá	usaquen	1	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-58	Bogotá	pasadena	1	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-59	Bogotá	parque 93	2	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-60	Bogotá	autonorte con 100	1	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-61	Bogotá	7 de agosto	2	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-62	Bogotá	puff142 con 12	15	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-63	Bogotá	galerias / momentoincantatem	1	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-64	Bogotá	galerias / momentoincantatem	8	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-65	Bogotá	galerias / animestore	6	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-66	Bogotá	lourdes animestore	4	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-67	Bogotá	policarpa	2	busos bordados

Bogotá	Cra 107b bis #71b-68	Bogotá	estrada	1	buso avengers
Bogotá	Cra 107b bis #71b-69	Bogotá	soacha	1	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-70	medellin		2	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-71	medellin		1	kigurumi (pijama enteriza)
Bogotá	Cra 107b bis #71b-72	rionegro		3	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-73	cali		1	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-74	costarica		10	babuchas
Bogotá	Cra 107b bis #71b-75	guatemala		15	babuchas

D. Anexo D: Preguntas para el taller de Logística para e-commerce usadas en esta tesis.

- ¿En el comercio electrónico ¿Qué tan críticas son las siguientes actividades para el éxito de la operación? (Ordene de la más crítica a la menos crítica)
 - Transporte
 - Distribución de última milla
 - Devoluciones /Garantías
 - Servicio al cliente
 - Marketing
 - Almacenamiento
- ¿Cuáles considera que deberían ser estrategias en Transporte para e-commerce? (pregunta abierta)

3. ¿Qué estrategias de transporte para e-commerce tiene implementadas en su compañía? (pregunta abierta)
4. Considera que el transporte para el comercio electrónico (Pregunta para decir si está de acuerdo o en desacuerdo con las afirmaciones)
 - Tiene tarifas muy elevadas
 - Se encuentran tarifas competitivas en el mercado
 - El servicio de las empresas courier cumple con las expectativas
 - Los tiempos de entrega son apropiados

E. Anexo E: Consideraciones para la simulación

Para el desarrollo de la simulación se tuvieron en cuenta el cálculo de los parámetros como se presenta a continuación, según el desarrollo realizado por (Aguirre-Ramirez et al., 2019)

Costos

Para el cálculo de los costos se toman como valores de referencia las tarifas ofrecidas por el operador logístico vinculado actualmente a la operación, que basa sus cálculos en el factor de conversión peso-volumen $222\text{kg}/\text{m}^3$. Como se presenta en la Tabla 15 .

Tabla 16. Tarifas para el transporte. Fuente:(Aguirre-Ramirez et al., 2019)

Tiempo de entrega	Tipo	Zonal(\$/kg)	Urbano (\$/kg)
Normal	Kilogramo inicial	9700	5300
Normal	Kilogramo adicional	2700	2300
Hoy mismo	Kilogramo inicial	11700	8900
Hoy mismo	Kilogramo adicional	8900	3800

Contratación

Para la contratación de los colaboradores en esta simulación se considera una contratación por contratos de mandatos breves, siendo el generador de la carga el demandante del servicio y el dónde siendo el cliente mandante y el colaborador el prestador del servicio por un reconocimiento monetario.

En este caso, los términos y condiciones del registro de los colaboradores que toman el rol de repartidores firman un consentimiento en donde se aclara que no se tiene un convenio contractual directo con el prestador de servicio, sino que su registro es totalmente voluntario y que los trabajos realizados son realizados bajo la titularidad de independiente. En donde por el Decreto 1273 de 2018, el colaborador está obligado a cubrir las siguientes tarifas como conceptos de retenciones por seguridad social, como se presenta en la Tabla 16.

Tabla 17. Retenciones aplicadas a los colaboradores de la plataforma para la simulación Fuente:(Aguirre-Ramírez et al., 2019)

Concepto	Tarifa porcentual %
Salud	12.5
Pensión	16
Riesgos Laborales (Tipo 3)	2.436

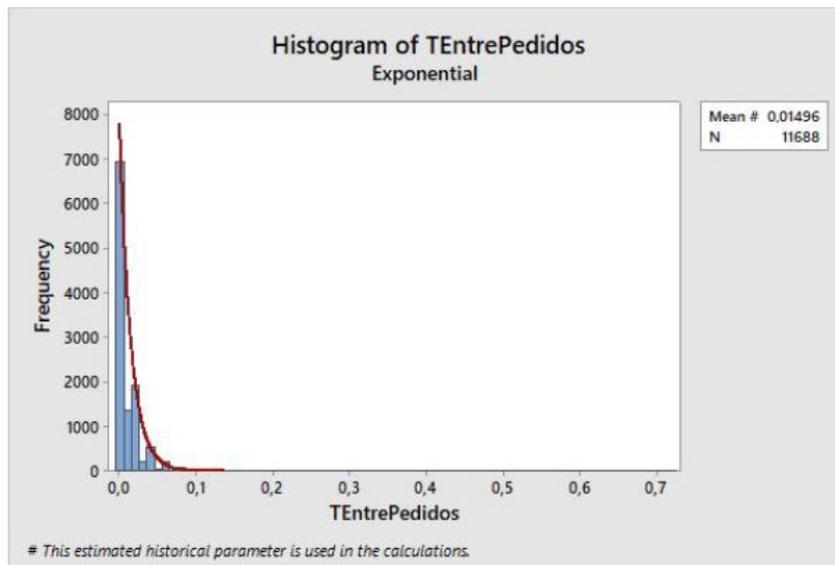
Determinación de la distribución estadística del tiempo entre pedidos.

Ilustración 54. Ajuste visual de la variable *tiempo entre pedidos* a la distribución exponencial. Fuente : (Aguirre-Ramírez et al., 2019)

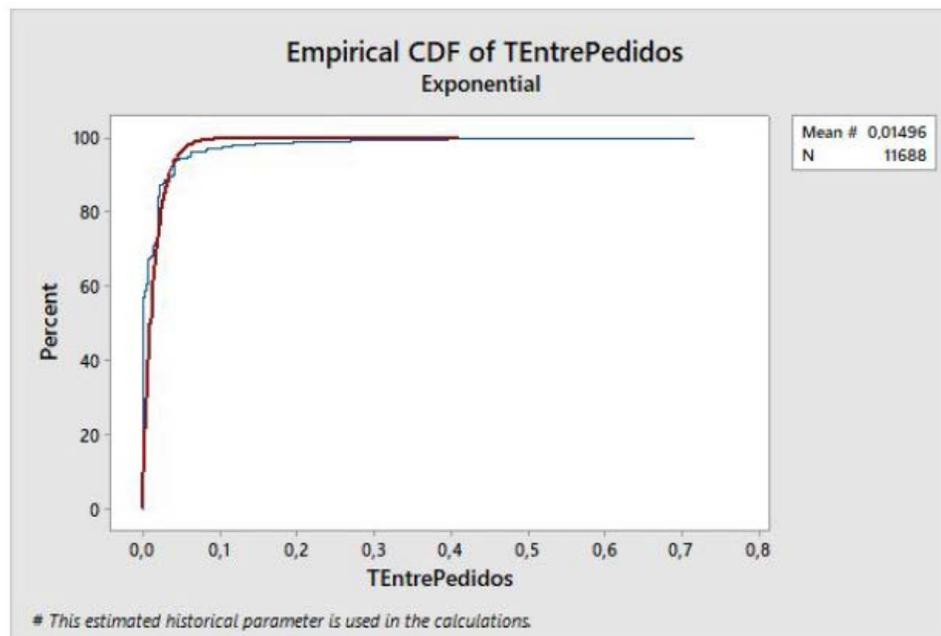


Ilustración 55. Gráfica de la distribución empírica resultante del análisis estadístico. Fuente: (Aguirre-Ramírez et al., 2019)

A partir de la distribución de los pedidos en la ciudad se estudió el comportamiento estadístico del tiempo entre pedidos. Aunque visualmente en la Ilustración 43 parece que el compartimiento de esta variable puede ser descrita por una función de densidad exponencial no logra ajustarse estadísticamente a esta, por lo que se establece parametrizarla por una distribución empírica mostrada en la Ilustración 44

Tabla 18. Distribución empírica de la variable tiempo entre pedidos
Fuente:(Aguirre-Ramirez et al., 2019)

Distribución Empírica de TiempoEntrePedidos (Horas)							
n	Lim_Inf	Lim_Sup	Marca_clase	Frec_Abs(FA)	FA_Acum	Frec_Rel(Fr)	FR_Acum
1	0.0003	1.1476	0.5740	11015	11015	0.942419576	0.942419576
2	1.1476	2.2950	1.7213	369	11384	0.031570842	0.73990418
3	2.2950	3.4423	2.8687	108	11492	0.009240246	0.983230664
4	3.4423	4.5897	4.0160	61	11553	0.005219028	0.988449692
5	4.5897	5.7370	5.1634	33	11586	0.002823409	0.991273101
6	5.7370	6.8844	6.3107	32	11618	0.002727851	0.994010951
7	6.8844	8.0317	7.4581	28	11646	0.002395619	0.996406571
8	8.0317	9.1791	8.6054	12	11658	0.001026694	0.997433265
9	9.1791	10.3264	9.7528	9	11667	0.000770021	0.998203285
10	10.3264	11.4738	10.9001	6	11673	0.000513347	0.998716632
11	11.4738	12.6211	12.0475	2	11675	0.000171116	0.998887748
12	12.6211	13.7685	13.1948	3	11678	0.000256674	0.999144422
13	13.7685	14.9159	14.3422	5	11683	0.000427789	0.999572211
14	14.9159	16.0632	15.4895	0	11683	0	0.999572211
15	16.0632	17.2106	16.6369	5	11688	0.000427789	1

Determinación de la distribución estadística del peso de un pedido

Para analizar el peso de los pedidos se realizó un análisis de frecuencia de los datos para determinar la distribución de probabilidad, encontrando la relación con la distribución empírica que aparece en la Tabla 18

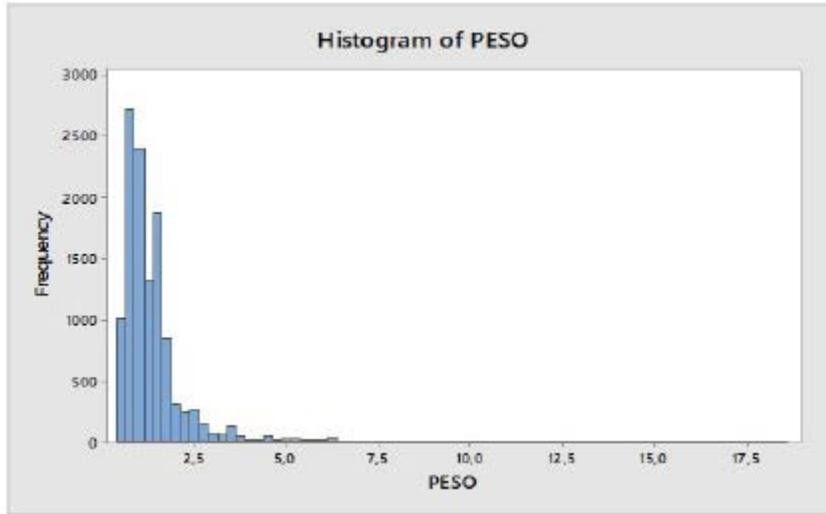


Ilustración 56. Histograma de la variable aleatoria del peso de un pedido Fuente: (Aguirre-Ramírez et al., 2019)

Tabla 19. Distribución empírica de la variable aleatoria asociada al peso de cada pedido Fuente: (Aguirre-Ramírez et al., 2019)

Distribución empírica de Peso (kg)							
n	Lim_in f	Lim_Su p	Maca_Clas e	Frec_Abs(FA)	Frec_Rel(Fr)	Frec_Rel(FR)	FR_Acu m
1	0.5	1.706	1.103	9750	9750	0.833547063	0.833547 063
2	1.706	2.912	2.309	1379	11129	0.117893477	0.951440 54
3	2.912	4.118	3.515	291	11420	0.024878174	0.976318 714
4	4.118	5.324	4.721	129	11549	0.011028469	0.987347 183
5	5.324	6.53	5.927	110	11659	0.009404121	0.996751 304
6	6.53	7.736	7.133	13	11672	0.001111396	0.997862 7
7	7.736	8.942	8.339	14	11686	0.001196888	0.999059 588
8	8.942	10.148	9.545	6	11692	0.000512952	0.999743 524

9	10.148	11.354	10.751	2	11694	0.000170984	0.999914 508
10	11.354	12.56	11.957	2	11696	0.000170984	0.999914 508
11	12.56	13.766	13.163	0	11696	0	0.999914 508
12	13.766	14.972	14.369	0	11696	0	0.999914 508
13	14.972	16.178	15.575	0	11696	0	0.999914 508
14	16.178	17.384	16.781	0	11696	0	
15	17.384	18.59	17.987	1	11697	8.5492E-05	1

Bibliografía

- ¿Qué es? - Observatorio eCommerce Colombia. (n.d.). Retrieved March 10, 2020, from https://www.observatorioecommerce.com.co/que_es/
- 3Scale, N. S. L. (2011). What is an API ? Your guide to the Internet Business (R)evolution . *3 Scale Infrastructure for the Programmable Web*, 1–9. <https://doi.org/10.2307/2246769>
- Agarwal, M., Ajemian, S., Tim, G., Microstrategy, B., Campbell, R., & Coggeshall, S. (2012). *Demystifying Big Data: A Practical Guide To Transforming The Business of Government Listing of Leadership and Commissioners*.
- Aguirre-Ramirez, L. Y., Avendaño-Gambasica, A. F., García-Mora, L. M., Fula-Melo, D. P., & Ruiz Avella, J. D. (2019). Modelo basado en crowd logistics para la entrega de última milla- Caso estudio colombiano en Bogotá. Retrieved August 3, 2020, from VI Congreso Internacional industria, Organizaciones y logística website: [http://www.seprologistica.unal.edu.co/Congresos/\[CIIO2019\] MEMORIAS.pdf](http://www.seprologistica.unal.edu.co/Congresos/[CIIO2019] MEMORIAS.pdf)
- Aksen, D., & Altinkemer, K. (2008). A location-routing problem for the conversion to the “click-and-mortar” retailing: The static case. *European Journal of Operational Research*, *186*(2), 554–575. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.01.048>
- AN680 SYSTEM HANDSHAKE. (1998).
- Anderson, W. P., Chatterjee, L., & Lakshmanan, T. R. (2003). E-commerce, transportation, and economic geography. *GROWTH AND CHANGE*, *34*(4), 415–432. <https://doi.org/10.1046/j.0017-4815.2003.00228.x>
- Aoyama, Y. (2001). Structural foundations for e-commerce adoption: A comparative organization of retail trade between Japan and the United States. *URBAN GEOGRAPHY*, *22*(2), 130–153. <https://doi.org/10.2747/0272-3638.22.2.130>
- ASOBANCARIA. (2019, December 2). Ecommerce, crecimiento y ecosistema digital en Colombia. Retrieved July 19, 2020, from <https://www.asobancaria.com/wp-content/uploads/1213.pdf>
- Banco Mundial. (2018). Índice de desempeño logístico. Retrieved July 13, 2020, from <https://datos.bancomundial.org/indicador/LP.LPI.OVRL.XQ?end=2018&locations=CO&start=2007&view=chart>
- BlackSip. (2019). Blackindex: El Reporte Del E-Commerce En Colombia 2019. In *BlackSip*. Retrieved from <https://content.blacksip.com/blackindex-reporte-del->

- e-commerce-en-colombia-2019?utm_term=%2Becommerce%2Bcolombia&utm_medium=ppc&utm_campaign=responssys_col_cpc_ao_se m&utm_source=adwords&hsa_net=adwords&hsa_ad=375327042676&hsa_mt=b&hsa_acc=7893706222&hsa
- Cárdenas, I., Beckers, J., & Vanelslander, T. (2017). E-commerce last-mile in Belgium: Developing an external cost delivery index. *Research in Transportation Business and Management*, 24, 123–129. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2017.07.006>
- Castellanos Domínguez, O. F., Fúquene Montañez, A. M., & Ramírez Martínez, D. C. (2011). *Análisis de tendencias : de la información hacia la innovación*. Universidad Nacional de Colombia, BioGestión.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Supply Chain Management Strategy, Planing and Operation* (Vol. 5). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Cifras del sector de correo y mensajería en Colombia. (2018). Retrieved July 20, 2020, from <https://www.dinero.com/edicion-impresia/negocios/articulo/cifras-del-sector-de-correo-y-mensajeria-en-colombia/259833>
- Clement, J. (2019). Global retail e-commerce market size 2014-2021 | Statista. Retrieved February 7, 2019, from Www.Statista.Com website: <https://www.statista.com/statistics/379046/worldwide-retail-e-commerce-sales/>
- CONSEJO PRIVADO DE COMPETITIVIDAD. (2020). *INFRAESTRUCTURA, TRANSPORTE Y LOGISTICA-INFORME NACIONAL DE COMPETITIVIDAD 2019-2020*.
- Creswll, J. W. (2014). *Research Design Qualitative, Quantitative ans Mixed Methods Approaches* (4th ed.).
- Croom, S. (2001). Restructuring supply chains through information channel innovation. *INTERNATIONAL JOURNAL OF OPERATIONS & PRODUCTION MANAGEMENT*, 21(4), 504–515. <https://doi.org/10.1108/01443570110381408>
- Dablanc, L., Morganti, E., Arvidsson, N., Woxenius, J., Browne, M., & Saidi, N. (2017). The rise of on-demand 'Instant Deliveries' in European cities. *Supply Chain Forum*, 18(4), 203–217. <https://doi.org/10.1080/16258312.2017.1375375>
- de Azambuja, M. C., Jung, C. F., ten Caten, C. S., & Hessel, F. P. (2010). RFID-Env: Methods and software simulation for RFID environments. *Business Process Management Journal*, 16(6), 1014–1038. <https://doi.org/10.1108/14637151011093044>
- DNP, D. N. de P. (2020). *Política Nacional de Comercio Electrónico*.
- DNP, D. N. de P., Amparo Alonso Másmela, G., Puyana Martínez Villalba, R., Rafael Dorado Hernández, D., Fabiola Páez Vargas, J., Felipe Lota, L., ... Segura, J. (2018). *Encuesta Nacional Logística 2018*. Retrieved from www.puntoaparte.com.co
- Dutta, P., Mishra, A., Khandelwal, S., & Katthawala, I. (2020). A multiobjective optimization model for sustainable reverse logistics in Indian E-commerce

- market. *Journal of Cleaner Production*, 249, 119348.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119348>
- en Roberto Hernández Sampieri, M. C., Fernández Collado, C., Pilar Baptista Lucio, D., & de la Luz Casas Pérez, M. (1991). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*.
- Euromonitor. (2019). *Internet Retailing in Colombia*. Retrieved from <https://www.euromonitor.com/internet-retailing-in-colombia/report>
- European Commission, E. (2016). EU - Digital Single Market - European Commission. Retrieved February 7, 2019, from Digital Single Market website: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en%0Ahttp://files/17294/digital-single-market.html>
- European Commission, E. (2018). La Comisión propone invertir 9 200 millones EUR en el primer programa digital. Retrieved February 7, 2019, from http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-4043_es.htm
- Fawcett, S. E., Wallin, C., Allred, C., Fawcett, A. M., & Magnan, G. M. (2011). INFORMATION TECHNOLOGY AS AN ENABLER OF SUPPLY CHAIN COLLABORATION: A DYNAMIC-CAPABILITIES PERSPECTIVE. *JOURNAL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT*, 47(1), 38–59.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2010.03213.x>
- García Mora, L. M., & Castellón Torres, J. P. (2020). *Logística colaborativa para el transporte intermodal : Corredor Bogotá – Costa Caribe*.
- Gonzalez-Feliu, J., & Salanova, J.-M. (2012). Defining and Evaluating Collaborative Urban Freight Transportation Systems. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 172–183.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.099>
- Gunasekaran, A., Subramanian, N., & Papadopoulos, T. (2017). Information technology for competitive advantage within logistics and supply chains: A review. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 99, 14–33. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2016.12.008>
- Haese Michael. (2015). Sharing Economy Logistics. *Deutscher Bundestag*, 2018(93). <https://doi.org/10.1002/wilm.10641>
- Hazen, B. T., & Byrd, T. A. (2012). Toward creating competitive advantage with logistics information technology. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 42(1), 8–35.
<https://doi.org/10.1108/09600031211202454>
- Iwan, S., Kijewska, K., & Lemke, J. (2016). Analysis of Parcel Lockers' Efficiency as the Last Mile Delivery Solution - The Results of the Research in Poland. *Transportation Research Procedia*, 12, 644–655.
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.018>
- Joong-Kun Cho, J., Ozment, J., & Sink, H. (2008). Logistics capability, logistics outsourcing and firm performance in an e-commerce market. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(5), 336–359.
<https://doi.org/10.1108/09600030810882825>
- Karia, N. (2018). Knowledge resources, technology resources and competitive advantage of logistics service providers. *Knowledge Management Research & Practice*, 16(3), 414–426. <https://doi.org/10.1080/14778238.2018.1496570>

- Lagorio, A., Zenezini, G., Mangano, G., & Pinto, R. (2019). *A Systematic Review of Innovative Technologies adopted in Logistics Management A Systematic Review of Innovative Technologies adopted in Logistics Management*. (November).
- Li, L. (2012). Effects of enterprise technology on supply chain collaboration: Analysis of China-linked supply chain. *Enterprise Information Systems*, 6(1), 55–77. <https://doi.org/10.1080/17517575.2011.639904>
- Lim, S. F. W. T., & Winkenbach, M. (2019). Configuring the last-mile in businessto- consumer e-retailing. *California Management Review*, 61(2), 132–154. <https://doi.org/10.1177/0008125618805094>
- Madakam, S., Ramaswamy, R., & Tripathi, S. (2015). Internet of Things (IoT): A Literature Review. *Journal of Computer and Communications*, 03(05), 164–173. <https://doi.org/10.4236/jcc.2015.35021>
- Marco de Estadísticas del Comercio Electrónico en Colombia*. (2018).
- McLaren, T., Head, M., & Yuan, Y. (2002). Supply chain collaboration alternatives: Understanding the expected costs and benefits. *Internet Research*, 12(4), 348–364. <https://doi.org/10.1108/10662240210438416>
- Medición de Indicadores de consumo del Observatorio eCommerce*. (2019).
- Medición de la Economía Digital en Colombia | Datos Abiertos Colombia. (2017). Retrieved July 19, 2020, from <https://www.datos.gov.co/dataset/Medici-n-de-la-Econom-a-Digital-en-Colombia/97fz-pd6q>
- Mehmann, J. ;, Frehe, V. ;, & Teuteberg, F. (2015). *Crowd Logistics – A Literature Review and Maturity Model Standard-Nutzungsbedingungen* (Vol. 20). Retrieved from <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/www.econstor.eu>
- Mehmood, R., Meriton, R., Graham, G., Hennelly, P., & Kumar, M. (2017). Exploring the influence of big data on city transport operations: a Markovian approach. *International Journal of Operations and Production Management*, 37(1), 75–104. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-03-2015-0179>
- Meier, A., & Stormer, H. (2009). eBusiness Framework. In *eBusiness & eCommerce* (pp. 1–18). https://doi.org/10.1007/978-3-540-89328-8_1
- Meng, X. (2010). *Study on Combining of E-commerce and E-marketing*. <https://doi.org/10.4304/jsw.5.5.546-553>
- Micu, A., Aivaz, K., & Capatina, A. (2013). IMPLICATIONS OF LOGISTIC SERVICE QUALITY ON THE SATISFACTION LEVEL AND RETENTION RATE OF AN E-COMMERCE RETAILER'S CUSTOMERS. *ECONOMIC COMPUTATION AND ECONOMIC CYBERNETICS STUDIES AND RESEARCH*, 47(2), 147–155.
- Montoya-Torres, J. R., Muñoz-Villamizar, A., & Vega-Mejía, C. A. (2016). On the impact of collaborative strategies for goods delivery in city logistics. *Production Planning and Control*, 27(6), 443–455. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1147092>
- Murillo, L. (2001). Supply chain management and the international dissemination of e-commerce. *Industrial Management and Data Systems*, 101(7), 370–377.

- <https://doi.org/10.1108/EUM0000000005825>
Punakivi, M., Yrjölä, H., & Holmström, J. (2001). Solving the last mile issue: Reception box or delivery box? *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 31(6), 427–439.
<https://doi.org/10.1108/09600030110399423>
- Randall, T., Netessine, S., & Rudi, N. (2006). An empirical examination of the decision to invest in fulfillment capabilities: A study of Internet retailers. *MANAGEMENT SCIENCE*, 52(4), 567–580.
<https://doi.org/10.1287/mnsc.1050.0493>
- Rhodes, E., & Carter, R. (1998). Electronic commerce technologies and changing product distribution. *International Journal of Technology Management*, 15(1–2), 31–48.
- Taibi, D., Lenarduzzi, V., & Pahl, C. (n.d.). *Architectural Patterns for Microservices: A Systematic Mapping Study*.
<https://doi.org/10.5220/0006798302210232>
- Taniguchi, E., & Kakimoto, Y. (2004). Modelling effects of e-commerce on urban freight transport. In *Logistics Systems for Sustainable Cities* (pp. 135–146).
<https://doi.org/10.1108/9780080473222-010>
- Vakulenko, Y., Shams, P., Hellström, D., & Hjort, K. (2019). Service innovation in e-commerce last mile delivery: Mapping the e-customer journey. *Journal of Business Research*, 101, 461–468.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.016>
- Vanovermeire, C., Sörensen, K., Breedam, A. Van, Vannieuwenhuysse, B., & Verstrepen, S. (2013). *International Journal of Logistics Research and Applications: A Leading Journal of Supply Chain Management Horizontal logistics collaboration: decreasing costs through flexibility and an adequate cost allocation strategy*. (December 2014), 37–41.
<https://doi.org/10.1080/13675567.2013.865719>
- Verlinde, S., Macharis, C., & Witlox, F. (2012). How to Consolidate Urban Flows of Goods Without Setting up an Urban Consolidation Centre? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 687–701.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.140>
- Viennot, N., Lécuyer, M., Bell, J., Geambasu, R., & Nieh, J. (2015). A microservices architecture for heterogeneous-database web applications. *Proceedings of the 10th European Conference on Computer Systems, EuroSys 2015*, 1–16. <https://doi.org/10.1145/2741948.2741975>
- Wagner, B. A., Fillis, I., & Johansson, U. (2003). E-business and e-supply strategy in small and medium sized businesses (SMEs). *SUPPLY CHAIN MANAGEMENT-AN INTERNATIONAL JOURNAL*, 8(3–4), 343–354.
<https://doi.org/10.1108/13598540310490107>
- Yang, S., Liao, Y., Shi, C., & Gao, C. (2014). Heuristics for solving an internet retailer's dynamic transshipment problem. *Expert Systems with Applications*, 41(11), 5382–5389. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.03.004>
- Yu, Y., Wang, X., Zhong, R. Y., & Huang, G. Q. (2016). E-commerce Logistics in Supply Chain Management: Practice Perspective. *Procedia CIRP*, 52, 179–185. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.08.002>

- Yu, Y., Wang, X., Zhong, R. Y., & Huang, G. Q. (2017). E-commerce logistics in supply chain management Implementations and future perspective in furniture industry. *INDUSTRIAL MANAGEMENT & DATA SYSTEMS*, 117(10), 2263–2286. <https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2016-0398>
- Zákorová, E. (2017). E-commerce and its Impact on Logistics Requirements. *Open Engineering*, 7(1), 121–125. <https://doi.org/10.1515/eng-2017-0018>
- Zhou, M., Zhao, L., Kong, N., Campy, K. S., Xu, G., Zhu, G., ... Wang, S. (2020). Understanding consumers' behavior to adopt self-service parcel services for last-mile delivery. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 52. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.101911>