



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Estrategias para la consolidación de carga perecedera.

Juan Pablo Castellón Torres

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

2014

Estrategias para la consolidación de carga perecedera.

Juan Pablo Castellón Torres

Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ingeniería Industrial

Director:

Ph.D. Wilson Adarme Jaimes

Línea de Investigación:

Investigación de Operaciones – Logística

Grupo de Investigación:

Sociedad, Economía y Productividad SEPRO – Línea Logística

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial

Bogotá, Colombia

2014

Dedicatoria.

A Dios por las infinitas bondades que ha tenido para conmigo materializadas en las personas que ha puesto en mi camino, especialmente a mis padres, abuelas y hermano por su continuo apoyo y ejemplo.

Agradecimientos

El trabajo de investigación para optar por el título de Magíster en Ingeniería Industrial no hubiera sido posible sin el apoyo de la Universidad Nacional de Colombia con el Grupo de Investigación Sociedad, Economía y Productividad SEPRO – Línea Logística, que a través del profesor Wilson Adarme Jaimes me brindó la posibilidad de incursionar en el campo de la logística y ser parte de las discusiones académicas y de toma de decisión en política pública del país.

Un agradecimiento especial al profesor Wilson, mi director de tesis, ejemplo profesional, pedagógico y amigo, así como a todos los integrantes del grupo SEPRO - Iván, Camilo G., Carlos, Egdda, José, Leonardo, Hugo F, Luis Gerardo, Alberto, Jairo, Tatiana, Juan David, Liliana, Juan Camilo, Ivonne, Juan Pablo, Ángela, Cristian y los demás 60 integrantes cuya retroalimentación y apoyo hicieron que lograra la realización de este documento.

A COLCIENCIAS quien a través del programa de Jóvenes Investigadores, Convocatoria 566, financió parte de la investigación y a las Secretarías Distritales de Desarrollo Económico y Movilidad por permitirme la información necesaria para el desarrollo de la tesis.

Finalmente quiero agradecerle a mi familia por brindarme la fuerza del amor que me permitió salir adelante y a mis monumentales amigos por las alegrías y el sueño infinito de construir utopías para transformar realidades.

Resumen

La definición de estrategias para el manejo adecuado y eficiente de la carga de productos perecederos a lo largo de redes logísticas agroalimentarias es una de las necesidades más apremiantes del sector primario, que evidencia pérdidas entre el 20% y el 30% por efecto del transporte y almacenamiento de la carga (FAO, 2010). Con la motivación de desarrollar soluciones logísticas soportadas en modelos matemáticos y de simulación, éste trabajo investigativo define estrategias de consolidación de carga perecedera que satisfaga objetivos de eficiencia en los procesos de abasto, almacenamiento y distribución en el contexto de la logística urbana. La evaluación de las estrategias de consolidación incluye el estudio de los efectos de la coordinación de agentes, la configuración de la cadena, la adopción de TIC, así como aspectos táctico-operativos como el uso de empaques y embalajes, la gestión del deterioro de la calidad en el tiempo y el apilamiento de carga en los medios de transporte y almacenamiento.

Palabras clave: Servicios logísticos. Consolidación de carga. Administración de cadenas de suministro agrícolas. Perecederos. 3PL. Logística Urbana. Bogotá.

Abstract

Definition of strategies for adequate and efficient perishable products handling through agro food networks is one of the most visible need in the primary sector, that faces loses between 20% and 30% due to transport and warehousing of freight (FAO, 2010). With the aim of developing logistics solutions based on mathematical models and simulation, this research work defines perishable freight consolidation strategies that satisfy efficiency objectives in supplying, warehousing and distribution processes in the context of city logistics. Evaluation of the consolidation strategies includes effects study of agents' coordination, supply network design, ICT adoption, as well as tactical and operative aspects such packing and shipping, and quality degradation management due to time and piling inside the means of transport and warehouses.

Keywords: Logistics services. Freight consolidation. Agricultural supply chain management. Perishables. 3PL. City Logistics. Bogotá.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Abstract	X
Lista de figuras	XIII
Lista de tablas	XV
Introducción	1
Problemática y relevancia de la investigación	5
Objetivos.....	6
Objetivo General	6
Objetivos Específicos	6
1. Estado del Arte	9
1.1 Teorías y Enfoques	10
1.1.1 Teoría de Coordinación	11
1.2 Administración de la Cadena de Suministro	14
1.3 Logística y servicios logísticos.....	16
1.4 Planeación de agro redes logísticas	21
1.5 Consolidación de Carga	23
1.5.1 Consolidación de carga como mecanismo de coordinación	25
1.5.2 Decisiones sobre ciclo medio de pedido y tiempo interno de ciclo	27
1.5.3 Decisiones sobre niveles de precio de transporte	29
1.5.4 Aplicaciones	31
1.6 Logística Urbana	33
1.7 Perspectivas de Desarrollo.....	35
2. Metodología de la Investigación	37
2.1 Cosmovisión de la investigación.....	38
2.1.1 Hipótesis.....	39
2.2 Fase I – Investigación Descriptiva	40
2.2.1 Identificación del Sistema Logístico	42
2.2.2. Caracterización.....	46
2.3 Fase II – Investigación Propositiva	49
2.3.1 Modelado de la consolidación de carga	50
2.3.2 Diseño de escenarios	55
3. Caracterización – Redes logísticas agroalimentarias en la logística urbana	61
3.1 Identificación y Localización de Agentes	62

3.2	Descripción de los flujos de las redes logísticas	69
3.2.1	Flujos Físicos.....	69
3.2.2	Flujos de Información.....	76
3.2.3	Flujo de Externalidades	76
3.2.4	Infraestructura	77
3.2.5	Servicios Prestados a La Carga.....	81
3.2.6	Normatividad	85
3.2.7	Trabajo de Campo in situ – Cargue y Descargue en 12 UPZ.....	87
4.	Modelo de operación de los servicios logísticos de consolidación (3PL) en Bogotá.....	95
4.1.1	Servicios 3PL.....	95
4.1.2	Servicios Logísticos de productos perecederos	96
4.1.3	Modelado de las estrategias de consolidación.....	98
4.1.4	Propuesta de estrategia de consolidación para productos perecederos	105
5.	Conclusiones.....	115
	Bibliografía	119
	ANEXO 1 – INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	130

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1: Estructura de la revisión de literatura.....	9
Figura 1-2: Consideraciones de la naturaleza de los servicios logísticos	18
Figura 1-3: Relación entre el desarrollo de las capacidades de servicio [<i>Logistics Service Providers</i>] (LSP) y el desempeño financiero	19
Figura 1-4: Definición de servicios logísticos	20
Figura 1-5: Consolidación de inventarios.....	24
Figura 1-6: Consolidación de vehículos	24
Figura 1-7: Consolidación de terminales.....	25
Figura 1-8: Esquema de logística de Ciudad-Región Global.....	34
Figura 2-1: Marco de referencia de la investigación.....	37
Figura 2-2: Estructuración del sistema de movilidad de acuerdo al POT.	43
Figura 2-3: Estructuración del sistema de movilidad de acuerdo al POT.	43
Figura 2-4: Agentes, entorno y efectos de las interacciones entre agentes por las operaciones de Carga / Descarga (C/D).....	44
Figura 2-5: Efectos y criterios alrededor del fin último de satisfacción de los agentes. ..	45
Figura 2-6: Unidades de planeamiento zonal (UPZ) seleccionadas.....	47
Figura 2-7: Representación de un sistema de consolidación de carga.	54
Figura 2-8: Elementos para el lineamiento del diseño metodológico de alternativas.....	56
Figura 3-1: Identificación de los Actores.	62
Figura 3-2: Distribución de costos de producto a través de la cadena	67
Figura 3-3: Agentes Gubernamentales de la Seguridad Alimentaria.....	68
Figura 3-4: Áreas de Producción de alimentos que abastecen a Bogotá.....	71
Figura 3-5: Destino de alimentos que ingresan a Bogotá	71
Figura 3-6: Rutas de ingreso de los alimentos a Bogotá.....	72
Figura 3-7: Flujo de Abastecimiento de Alimentos a Bogotá. Basado en: 33 Productos en 9 cadenas.....	73
Figura 3-8: Mapa de iso-concentraciones de PM ₁₀ en Bogotá para el año 2008.....	77
Figura 3-9: Panorámica de la infraestructura de Corabastos.	78
Figura 3-10: Localización de plazas de mercado distritales y Corabastos	80
Figura 3-11: Tipos de vehículos que realizan el transporte de abastecimiento alimentario a Bogotá en 2013.	82
Figura 3-12: Visita de campo a la zona de servicios empaque y embalaje.	84
Figura 4-1 Consolidación en sistemas VMI.....	100
Figura 4-2 Realización de procesos de consolidación <i>Lt</i>	101
Figura 4-3 Representación esquemática del sistema de 3PW/D.	104

Figura 4-4 Diseño de la red de simulación.....	107
---	-----

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Participación de las categorías teóricas en la publicación de investigaciones en logística y SCM.	10
Tabla 2. Consecuencias de la coordinación en la cadena de suministros.....	12
Tabla 3. Aspectos específicos de los criterios	46
Tabla 4. Tamaño de muestra para las UPZ seleccionadas.....	48
Tabla 5. Cadenas de suministro agrícola.....	69
Tabla 6. Parámetros de la simulación.....	106

Introducción

Las dinámicas del sector de servicios logísticos, en el contexto de un mercado cada día más globalizado, vislumbran tendencias específicas que condicionan la operación de las cadenas productivas de talla mundial, así como las áreas de investigación que emergen de los conceptos de logística y administración de la cadena de suministro (Supply Chain Management o SCM por sus siglas en inglés), trascendiendo de las prácticas enfocadas únicamente en el traslado de los bienes y servicios a lo largo de cadenas de suministro (SC – Supply Chains)¹, hacia la agregación de valor a partir de servicios especializados que determinan la diferenciación en aspectos como calidad, tiempo, costo y oportunidad (von der Gracht & Darkow, 2010).

Estas dinámicas, motivadas por la naturaleza creciente del comercio que ha mostrado tasas cercanas al 6% en promedio anual entre 1971 y 2010 (Kirby & Brosa, 2011), ha orientado a las empresas a centrar cada vez más sus esfuerzos en procesos de diferenciación (Andersson & Norrman, 2002a), dentro de los cuales los servicios logísticos juegan un papel fundamental para atender requerimientos de entregas puerta a puerta, empaques y embalajes amigables con el medio ambiente y agradables al cliente final, trazabilidad y rastreabilidad de pedidos, bajos costos de transporte, entre otros elementos que agregan valor al producto desde la perspectiva del cliente, los cuales son generalmente atendidos a través de servicios logísticos especializados, denominados 3PL - Third-Party Logistics (Kirby & Brosa, 2011).

La tendencia de contar en los negocios con servicios logísticos diferenciadores se explica a través de apreciaciones como las de (Vorhies & Morgan, 2005) quienes sostienen que

¹ Definidas por (M Christopher, 2005) como redes logísticas de organizaciones relacionadas por medio de puentes de comunicación materializados en los procesos de abastecimiento, almacenamiento y distribución.

estos servicios representan un aspecto fundamental en la obtención de una ventaja competitiva sostenible en el contexto empresarial, razón por la que las organizaciones modernas se han preocupado por mejorar su competitividad a través del uso de herramientas y servicios logísticos especializados, buscando un mayor valor agregado en sus productos y servicios, teniendo como estrategia el mejoramiento de los procesos relacionados directamente con la logística como: transporte de materiales, definición de rutas de distribución, compra de materias primas e insumos, manejo de tecnologías de información, operaciones *crossdocking*, empaques, embalajes, disposición de los productos después de su uso, (des) consolidación de carga, almacenamiento, entre otros (Ferreira, 2006).

Las redes suministro/abasto del sector primario no son ajenas a los efectos de estas dinámicas, identificándose necesidades apremiantes relacionadas con el desarrollo de métodos, herramientas, modelos y técnicas para el manejo adecuado y eficiente de la carga de productos perecederos a lo largo de la SC que, tal como lo propone (Grunow & Rong, 2010a), logren la alineación de los agentes y los procesos alrededor de la manipulación eficiente de la carga, con el objetivo de minimizar costos por pérdidas, e incentivar el uso adecuado de los medios de transporte con el aprovechamiento al máximo de su capacidad, impactando los niveles de servicio en cuanto a tiempos, costos, calidad y oportunidad.

Estas necesidades en el desarrollo de servicios logísticos para el sector agroalimentario surgen de los requerimientos cada vez más exigentes de los mercados objetivo, que no solamente demandan eficiencia en cuanto a las calidades y disponibilidad del producto, sino que además condicionan las estructuras de operación a través de las restricciones para el acceso a los mercados de consumo masivo asentados generalmente en las urbes.

Dichas restricciones para el acceso se enmarcan en el concepto de logística urbana que como principio busca mitigar los impactos del transporte, incentivar la eficiencia económica de sus industrias, minimizar el uso del espacio público y de los recursos materiales, racionalizar los flujos urbanos, y mejorar la calidad de vida de las personas residentes en la ciudad (Benjelloun, Crainic, & Bigras, 2010).

Dentro de la gama de servicios logísticos desarrollados en la industria con fundamento en la investigación, distintos autores (Correia, Oliveira, & Guerra, 2012a; Malhene, Trentini, Marques, & Burlat, 2012a; Wilson & Roy, 2009a) han identificado en las estrategias consolidación y des consolidación de carga una solución logística que responde no sólo a las necesidades de eficiencia de las redes, sino también a los lineamientos de logística urbana. Sin embargo, sus aplicaciones aún tienen el reto de considerar la naturaleza propia de los productos y las relaciones de las redes agroalimentarias (Akkerman, Farahani, & Grunow, 2010a).

Bajo este panorama, el trabajo de investigación se enfoca en el desarrollo de servicios logísticos para productos de redes agroalimentarias, que contemplen no sólo niveles de eficiencia de la red sino también de respuesta a los lineamientos de la logística urbana en el contexto específico de Bogotá, Colombia.

El desarrollo de los servicios logísticos se centra en el estudio puntual de la consolidación y des consolidación de carga, dados los antecedentes en investigación y el alcance mismo de este tipo de estrategias en las que se pueden contemplar decisiones referidas al número y tipo de vehículos para el reparto del último kilómetro, el número y características de las paradas en zonas de reparto, la cantidad de envío, el empaque y embalaje de la mercancía, entre otras variables que se relacionan directamente con los impactos de la logística en los contextos urbanos.

Específicamente, la evaluación de las estrategias de consolidación incluye el estudio de los efectos de la coordinación de agentes, la configuración de la cadena, la adopción de tecnologías de información y comunicación (TIC), así como aspectos táctico-operativos como el uso de empaques y embalajes, la gestión del deterioro de la calidad en el tiempo y el apilamiento de carga en los medios de transporte y almacenamiento.

Esta evaluación se realiza teniendo en cuenta los impactos de los flujos de carga en factores específicos de la logística urbana tales como el tamaño y peso permitidos al vehículo de mercancías para circular por el área urbana y las normas de acceso, carga y descarga en el área urbana.

Aunque no hacen parte del foco de la investigación, no se desconocen los impactos de las estrategias de (des) consolidación de carga en los demás factores de la logística urbana detallados por (BESTUFS, 2007) como: la localización y el tipo de industrias presentes; la estructura de las cadenas de suministro de las empresas de estas industrias; las infraestructuras de transporte existentes, incluyendo si el área urbana posee terminales de puerto, aeropuerto o ferrocarril de mercancías; la localización y extensión de los almacenes; las condiciones del tráfico por carretera y el comportamiento de los clientes (uso del comercio por internet, etc.).

La investigación es de tipo aplicado y constará de una fase descriptiva y otra propositiva, que permitirán alcanzar el objetivo propuesto. En la fase descriptiva se pretende identificar el comportamiento logístico de la red de productos agroalimentarios en Bogotá, en la que se caracterizan sus elementos, relaciones y procesos de manejo de carga. Esta fase finaliza con un diagnóstico que permita identificar la situación actual del sistema definido y la abstracción teórica de la naturaleza y lógica de las relaciones que se dan dentro del mismo, en especial para las actividades manipulación de la carga. La fase propositiva se enfoca en el diseño del modelo de consolidación de carga que satisfaga las restricciones y rasgos del sistema soportado en modelos matemáticos y de simulación.

El desarrollo de este proyecto de investigación representa un avance en el estado del arte en el que se han identificado brechas relacionadas con la contextualización de modelos de consolidación de carga en operaciones logísticas del sector primario y especialmente, en cadenas de productos perecederos en la logística urbana de mercancías (Khouja & Goyal, 2008a), y de manera más general, brechas en los avances de modelos de planeación de sistemas logísticos agroindustrial (Ahumada & Villalobos, 2009a; Akkerman et al., 2010a; Rong, Akkerman, & Grunow, 2011a). Así mismo, el tema de investigación responde a necesidades explícitas del sector agroindustrial en Colombia, en el que las pérdidas por operaciones logísticas ineficientes –entre ellas el manejo de carga– se encuentran entre el 25% y 30% (FAO, 2010).

Problemática y relevancia de la investigación

El problema de investigación que se identificó para el desarrollo de la Tesis de Maestría en Ingeniería Industrial, partiendo del tema relacionado con la evaluación de un modelo de consolidación de carga para sistemas logísticos de productos perecederos, basado en esquemas de cooperación y coordinación de agentes de la cadena de suministro, radica en el análisis de la relación *business – to- business* que tiene cabida en la prestación de servicios logísticos 3PL como la consolidación de carga.

El contexto particular se encuentra en la relación entre productores agroindustriales y los prestadores de servicios logísticos, que consolidan y des consolidan carga en centros *crossdocking* para atender los servicios de abastecimiento demandado por clientes minoristas y plazas de mercado localizados dentro de un área de cobertura establecida a los centros de almacenamiento. De acuerdo con la estructura de operación, la carga perecedera proveniente de regiones productoras del país llega al centro *crossdocking*, en donde es des consolidada y organizada en nuevos envíos de acuerdo con las demandas de cada uno de los clientes minoristas.

Los productores/transportadores, en su afán de aprovechar al máximo la capacidad de los medios, realizan envío de la carga a granel, sin ningún tipo de embalaje para evitar los costos ocasionados por los servicios de empaque, embalaje, rotulado, entre otros, así como la pérdida de espacio a causa de la ocupación que comúnmente tienen las estibas al interior de los medios de transporte. La carga, una vez en el centro *crossdocking*, es descargada sin la ayuda de artefactos tecnológicos como montacargas, debido a la falta de un apropiado embalaje; ocasionando sobre costos de mano de obra y tiempos de operación de cargue/descargue para el operador logístico de servicios 3PL, así como el deterioro del producto por efecto de manipulación y tiempos no programados de almacenamiento en cada uno de los eslabones de la cadena de suministro.

El panorama descrito permite identificar la necesidad del diseño de estrategias soportadas en modelos de consolidación de carga que consideren tiempos de perecimiento de productos, específicamente cuando se trata de alimentos, dadas las circunstancias de pérdida de valor del producto como consecuencia de los malos manejos de la carga, o los bajos niveles de aprovechamiento de los medios de transporte

o almacenamiento, impactando directamente los costos del producto entregado al consumidor final; cobrando relevancia el diseño de modelos de consolidación que permitan incrementar la eficiencia de los procesos de abasto, almacenamiento y distribución a través de la cadena de suministro; encontrando la mejor combinación entre los costos del transporte, inventarios y producción (Bookbinder & Higginson, 2002a).

Este problema deja como interrogante la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué estrategia de consolidación de carga puede responder al mejoramiento de las ineficiencias logísticas en las relaciones Productores – Prestadores de servicios 3PL de las cadenas de productos perecederos en Bogotá?

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una estrategia de (des) consolidación de carga en sistemas logísticos de productos perecederos teniendo en cuenta factores de calidad, inocuidad, sanidad, aprovechamiento eficiente del espacio de los medios de transporte y la facilidad en la manipulación a lo largo de la cadena de suministro, para mejorar el desempeño de los procesos de almacenamiento y distribución en relaciones productor – prestador de servicios 3PL.

Objetivos Específicos

Describir los rasgos característicos de las redes logísticas agro industriales a través de metodologías existentes de análisis de redes productivas y de servicios, así como los enfoques teóricos y prácticos que desde la industria y la academia han emergido en lo relacionado con la prestación de servicios especializados a la carga perecedera.

Caracterizar *in situ* los procesos logísticos de abasto, almacenamiento y distribución de la red logística focal, centrándose en la descripción y análisis de requerimientos de los procesos de manipulación de carga de los productos perecederos a lo largo de la red, la identificación de los actores y las relaciones de poder existentes.

Modelar la interacción entre agentes de la cadena que demandan/ofrecen servicios logísticos especializados 3PL, teniendo en cuenta las operaciones de manipulación de carga de productos perecederos, las decisiones de dimensionamiento de lote, flujos, tiempos de almacenamiento y nivel de utilización de los medios; analizando su correspondencia con la satisfacción del cliente final en cuanto a calidad, inocuidad, sanidad, servicio y disponibilidad del producto.

Evaluar estrategias de (des) consolidación de carga bajo el enfoque de la coordinación de actores, considerando las restricciones de los recursos, las dinámicas del mercado en cuanto a oferta y demanda de servicios, los requerimientos de la red focal y las dependencias identificadas en el modelado.

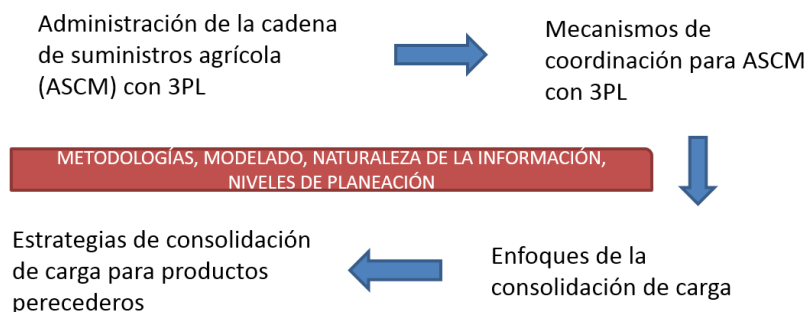
Proponer el modelo de operación para la manipulación de carga perecedera en la red logística analizada, que sirva de soporte para el mejoramiento de los procesos de almacenamiento y distribución, y a su vez permita la satisfacción del cliente final en términos de calidad, sanidad, inocuidad y disponibilidad.

1. Estado del Arte

Con la motivación de identificar los principales aportes que desde la literatura se han realizado tendientes a responder las necesidades presentadas en las cadenas de suministro de productos perecederos, este apartado de la propuesta pretende realizar una revisión de los trabajos investigativos desarrollados, así como una identificación de posibilidades futuras de investigación alrededor del concepto de consolidación de carga, particularmente en el contexto de las cadenas de suministro agroindustriales (*Agroindustrial Supply Chains – ASC*), desde las percepciones estratégicas del concepto (tímidamente desarrolladas en la literatura), hasta llegar a su alcance funcional, teniendo en cuenta como aspectos estratégicos la coordinación de agentes, la configuración de la cadena, la adopción de TIC, y táctico/operativos como el uso de empaques y embalajes, la gestión del deterioro de la calidad en el tiempo y el apilamiento de carga en los medios de transporte y almacenamiento.

La revisión de literatura parte de las consideraciones de planeación en cadenas agroalimentarias y su administración (*Agroindustrial Supply Chain Management ASCM*), que son llevadas particularmente al concepto de consolidación de carga a través de diferentes teorías, técnicas, modelos y herramientas. La figura 1-1 presenta esquemáticamente el alcance de la revisión.

Figura 1-1: Estructura de la revisión de literatura



Fuente: propia

1.1 Teorías y Enfoques

Para el buen desarrollo de la investigación (Mentzer, Stank, & Esper, 2008) sugiere una robusta fundamentación teórica, para lograr lo propuesto por (Hunt & Davis, 2008) sobre el entendimiento científico de fenómenos conceptualizados a través de estructuras sistémicas, sólo posible por medio de la teoría.

(Defee, Williams, Randall, & Thomas, 2010) realizan un análisis sobre las teorías que han servido de base para las investigaciones en el campo de la logística y la administración de la cadena de suministro, agrupándolas en 12 categorías e identificando la frecuencia con las que son usadas en las principales revistas de investigación del mundo. La Tabla 1 resume la participación de cada categoría en los artículos científicos revisados por los autores.

Tabla 1. Participación de las categorías teóricas en la publicación de investigaciones en logística y SCM.

Categoría	Uso en Logística	Uso en SCM
Competitividad	21%	23.5%
Microeconomía	11.9%	21.9%
Sistemas	12.5%	10.7%
Mercadeo	11.4%	8.7%
Teoría de Organizaciones	8.0%	7.1%
Social psicología/sociología	2.8%	6.1%
Intercambio social	2.3%	5.6%
Inventario	10.8%	1.5%
Institucional	6.3%	1.5%
Decisión	4.5%	3.1%
Innovación	2.8%	1.8%
Teoría psicológica para individuos	1.1%	1.8%
Otros	4.5%	6.6%

Fuente: (Defee et al., 2010)

La categoría de la competitividad incluye teorías que fundamentan la administración estratégica de las organizaciones como la Visión Basada en Recursos - RBV (por sus

siglas en inglés), la Teoría de la Contingencia, la Visión Basada en el Conocimiento, el Marco de Porter, entre otras. El foco de análisis de estas teorías es la organización vista de manera individual, y la forma como ésta puede desarrollar ventajas competitivas que le permitan competir en el mercado (Barney, 1991; Hamel & Prahalad, 1993).

Para el desarrollo de la presente disertación, las bases teóricas recaen en la categoría definida por Defee et. al. como microeconómica, que tiene una concepción de la organización ampliada (redes de suministro) y sus alcances estriban en la asignación de recursos en las decisiones que vinculan dos o más organizaciones. Dentro de la categoría microeconómica se encuentra la Teoría de Agentes, la Teoría de Juegos, la Teoría de Conjuntos Difusos, y la que fundamenta esta investigación: la Teoría de Coordinación.

1.1.1 Teoría de Coordinación

Los planteamientos de (Wang, Zhou, & Wang, 2010) consideran que actores de la cadena de suministro toman sus propias decisiones en forma aislada, buscando los mejores resultados en cuanto a aprovisionamiento, producción y distribución. Es así, como se ha generado la necesidad de aplicar estrategias de coordinación a lo largo de la cadena de suministro. En este contexto se puede entender por coordinación a la acción de administrar las dependencias entre entidades y el esfuerzo conjunto de las mismas, trabajando hacia el cumplimiento de unas metas conjuntamente establecidas.

Existe un conjunto de elementos relacionados con la estructura de la cadena y el funcionamiento de los vínculos entre sus miembros, que afectan significativamente la manera en que la actividad de coordinación es desarrollada. Éstos corresponden a:

Centralización o descentralización de la cadena de suministro: una cadena centralizada consiste en un sistema de múltiples niveles, en donde existe un sólo tomador de decisiones o un equipo de toma de decisiones, que tiene la autoridad de decidir por todos los niveles. En este tipo de cadenas de suministro se coordinan las respectivas estrategias de producción, inventario y distribución, que generen un mejor desempeño para el sistema (Adarme, 2011).

En el caso en que el tomador de decisiones corresponda a un equipo de toma de decisiones, los beneficios de la coordinación son distribuidos equitativamente entre sus miembros, según lo explica (Li & Wang, 2007).

En el caso contrario, que se asemeja a las situaciones presentes en la realidad de las cadenas de suministro objeto de estudio, todos los miembros actúan independientemente para mejorar su desempeño individual, de forma que cada uno de ellos cuenta con un conjunto de información que le permite tomar ciertas decisiones con el fin de optimizar algún objetivo de su propio interés.

De los planteamientos de (Li & Wang, 2007), se deduce que, en una cadena descentralizada, cada elemento actuará de forma independiente y oportunista buscando su beneficio propio, lo cual sólo puede enfrentarse desarrollando un plan de acción particular a cada situación que cuente con la condición de ofrecer un esquema de incentivos en donde se distribuyan los beneficios de la coordinación a todos los miembros de la cadena, logrando así alinear sus objetivos, basados en la coordinación.

La importancia de desarrollar estos procesos para hacer frente a la condición descentralizada de la cadena radica en que este comportamiento generalmente deriva en efectos nocivos para los miembros de la misma, ya que las decisiones individuales de un miembro afectan las políticas de los demás, generando problemas relacionados con excesos y faltantes en la producción o en los inventarios; que conllevan a incumplimientos en los distintos niveles de la cadena. Todo lo anterior tiene como efecto final el aumento de costos o la disminución de ganancias.

Adicional a los efectos negativos que sobre la coordinación de la cadena de suministro imponen las cadenas descentralizadas, la falta de confianza y el ejercicio de poder basado en fuentes coactivas, existen otras consecuencias relacionadas con la coordinación al interior de la cadena, las cuales se explican en la Tabla 2:

Tabla 2. Consecuencias de la coordinación en la cadena de suministros

Ausencia de coordinación	Presencia de coordinación
Errores de pronóstico	Incremento en las ventas

Baja utilización de la capacidad	Reducción de los tiempos de entrega
Cantidades excesivas de inventario	Eliminación de los excesos de inventarios
Inadecuado servicio al cliente	Mejor servicio al cliente
Inoportuna rotación y costo de inventarios	Menores costos de producción
Baja capacidad de cumplimiento de las expectativas del cliente	Incremento de la flexibilidad frente a las variaciones de la demanda
Baja capacidad de retención de los clientes	Mejores ingresos y aumento en la capacidad de retención de los clientes

Fuente: SEPRO – UNAL, basado en (Kanda & Deshmukh, 2008).

Si una cadena de suministro está compuesta por diferentes funciones como: logística, inventario, compras, planeación de la producción, relaciones intra e inter-organizacionales, y medidas de desempeño (Kanda & Deshmukh, 2008), es necesario desarrollar un análisis a los escenarios de coordinación presentes en la cadena de suministros que permita identificar las interfaces en donde dichas funciones interactúan entre sí. Como resultado se encuentra el siguiente análisis de la coordinación entre las interfaces de una cadena de suministro:

Proveedor-comprador: (Suresh K. Goyal & Gupta, 1989) sugieren que la coordinación entre proveedor y comprador puede ser mutuamente beneficiosa para ambos. Los estudios alrededor de esta coordinación se centran en determinar el tamaño de la orden que es óptimo para las dos partes, lo cual puede producir incrementos en las ganancias, que pueden ser repartidas en partes iguales.

Distribución-inventario: en este sistema son consideradas las relaciones de interacción entre la administración de inventarios, ubicación de instalaciones y la determinación de políticas de transporte, enmarcado dentro de una red de distribución.

El principal problema de diseño en cualquier red de distribución es balancear el suministro y la demanda de las salidas en el sistema de la forma más económica, para lo

cual es necesario encontrar mecanismos para la toma de decisiones relacionadas con: i) a nivel de ubicación de instalaciones, se relaciona con la determinación y ubicación del número de almacenes y plantas, sus niveles de capacidad y asignación entre uno y otro centro de acuerdo con los niveles de demanda, entre otros; ii) a nivel de políticas de transporte, implica la selección del medio de transporte y su característica (contratado, propio), pueden además decidirse los tamaños de carga y su frecuencia de envío; iii) a nivel de administración de inventarios, las decisiones tomadas están enmarcadas dentro de la definición de los niveles de inventario en el sistema, su ubicación, y los niveles de stock en las diferentes instalaciones (Pirkul & Jayaraman, 1998).

Dentro de estas estrategias de coordinación, se ha desarrollado la metodología del Inventario Administrado por el Proveedor (VMI – *Vendor Managed Inventory*) donde se le da al proveedor la responsabilidad de la administración del inventario (planificación y control) de acuerdo con lo previamente acordado con las instalaciones localizadas en puntos específicos (Guan & Zhao, 2010). El vendedor está guiado por acuerdos mutuos sobre inventarios, tasas de servicios y costos de transacción, pero dada la complejidad de estos sistemas, el vendedor está enfrentado al desafío de una estrategia de reabastecimiento integrado.

Compra-producción (*Procurement - production*): los sistemas de producción-inventario se relacionan con el manejo efectivo del flujo total de bienes desde la compra de materias primas hasta la entrega de productos terminados a los clientes. Al interior de estos sistemas intervienen un conjunto de elementos de gran complejidad tales como producción, inventarios y programación, que deben ser administrados eficientemente, en cuyo contexto la estrategia de dividir el problema en sus componentes y tratarlos por separado, si bien es útil en los problemas de optimización, debe complementarse con la utilización de adecuados mecanismos de coordinación entre los elementos en cuestión (S.K. Goyal & Deshmukh, 1992).

1.2 Administración de la Cadena de Suministro

El concepto de *Supply Chain Management* (SCM) parte de la definición de *Supply Chain* SC (cadena de suministro) que aparece en la esfera académica desde los años 1980's, y

es definido por (M Christopher, 2005) como una red de organizaciones relacionadas por medio de puentes de comunicación a lo largo de los diferentes procesos y actividades que generan valor a un producto o servicio en la mente del cliente final.

Existe una convergencia entre todas las aproximaciones que se han hecho a la definición del concepto de SCM, y es (Lambert & Cooper, 1998) junto con (Stadtler, 2008) quienes logran resumirlas afirmando que SCM es la acción de integrar los procesos de negocio que agregan valor para los clientes y otras partes interesadas a lo largo de una CS, además de coordinar los flujos de bienes, información y dinero que se efectúan entre los diferentes participantes de la cadena, con el objetivo de dar cumplimiento a la demanda del cliente final, y así incrementar la competitividad de la CS en su conjunto.

De acuerdo con estas características, (Lambert & Cooper, 1998) inscriben la naturaleza del SCM dentro de tres elementos interrelacionados: la estructura de la red de la CS, los procesos de negocio de la CS y los componentes de la gestión de la CS.

El primer elemento, definido como la estructura de la red de la CS, se refiere a la forma como se configuran los diferentes agentes, desde los proveedores de materias primas hasta el consumidor final, dentro de la red que conforma la CS. La estructuración de este primer elemento debe atender a una definición de la estrategia de la cadena de suministro, proceso que (Perez-Franco, Caplice, Singh, & Sheffi, 2011) describen como la definición de patrones de decisión relacionados con las actividades logísticas y de la cadena de suministro, tales como aprovisionamiento de materias primas, planeación de capacidades, administración de la demanda, comunicación en la CS, almacenamiento, gestión de inventarios, transporte y distribución. Para determinar la configuración, es preciso, en primera instancia, identificar a todos los miembros de la cadena, desde el punto de vista de la empresa focal; seguido por la definición de las dimensiones estructurales de la red, entendido como el alcance horizontal (expansión proveedor/cliente), vertical (cantidad de agentes en un mismo nivel de la cadena) y la posición horizontal de la empresa focal dentro de los puntos extremos de la CS. Y finalmente, el análisis de la estructura concluye con la descripción de la naturaleza de los diferentes tipos de procesos que sirven de vínculo a lo largo de la cadena, clasificados como gestionados, monitoreados, no gestionados, y no miembros.

En cuanto a los procesos de negocio de la CS, The Global Supply Chain Forum ha identificado ocho procesos que sirven de base para optimizar los flujos de productos, además de integrar y coordinar los agentes de la CS. Estos son: gestión de la relación con el cliente, gestión del servicio al cliente, gestión de la demanda, cumplimiento de pedidos, gestión de los flujos de fabricación, gestión de las relaciones con el proveedor, comercialización y desarrollo de producto, y la gestión de los retornos de capital.

El tercer elemento destacado por Lambert et. al. es el de los componentes de la gestión de la CS, que corresponden a los métodos de gestión, por medio de los cuales, se integran y gestionan los procesos de negocio en las CS. Entre ellos están la planeación y control, las estructuras de trabajo, organización, flujo del producto, flujo de información, los métodos administrativos, estructuras de poder y liderazgo, la estructura del riesgo y la recompensa, y la cultura y actitudes.

1.3 Logística y servicios logísticos

(Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004) definen la logística como el flujo de materiales, información y dinero en organizaciones y sectores tanto públicos como privados; afirmando que una de las decisiones clave es la determinación de cómo y cuándo las materias primas, los productos en proceso y los productos terminados deben ser adquiridos, transportados y almacenados.

Articulando las definiciones de logística previas, el Council of Logistics Management (CLM) propone la descripción del concepto como el proceso de planeación, implementación y control del flujo y almacenamiento eficiente y eficaz de bienes, servicios e información desde el punto de origen hasta el punto de consumo con el propósito de satisfacer las necesidades del cliente (Lambert, Stock, & Ellram, 1998).

En un sentido más amplio, (Ghiani et al., 2004) propone el concepto de sistemas logísticos, los cuales están compuestos por instalaciones que se vinculan por medio de servicios de transporte; sistemas que son visibles en las dinámicas económicas de cadenas productivas.

Dentro de las áreas en las que se debe pensar a la hora de analizar sistemas logísticos, se encuentran el transporte, almacenamiento, niveles de inventario, empaques / embalajes, distribución, información y gestión de externalidades. De acuerdo con (Rushton, Croucher, & Baker, 2006), todas estas funciones tienen que planearse de forma sistemática, para lograr niveles altos de servicio, eficiencia, calidad y cuidado del medio ambiente.

Para (Riveros & Silva, 2004) los procesos logísticos comprenden la planeación de los inventarios, el proceso de administración de compras, la recepción de productos, empaques, los transportes, embalajes, la distribución y el servicio al cliente lo que le permite tener una actitud proactiva y desempeñar un papel determinante en el mejoramiento de la competitividad y productividad de la empresa.

Las ventajas competitivas de las empresas de hoy, no son sólo por competencia en precios y productos, sino que se ha incluido el concepto de calidad en el servicio logístico puesto que como lo menciona (Rabinovich & Bailey, 2004) la logística es parte fundamental en las organizaciones.

La definición de servicios logísticos parte de la concepción misma del servicio, descrita por (Zeithaml & Parasuraman, 1985) como las actividades que generan valor agregado en la mente del cliente y cuya naturaleza es: intangible, heterogénea (no estandarizado), inseparable (difícil separación entre la producción del servicio y el consumo del mismo), perecedera (No almacenable).

(Andersson & Norrman, 2002b) establecen que los servicios logísticos se basan en relaciones *business – to – business* (**Figura 1-2**), donde los interesados también son los clientes finales, quienes se verán impactados por la calidad de los servicios recibidos, por lo que éstos servicios representan una fuente de valor agregado, y por ende de diferenciación con respecto a la competencia.

(Axelsson & Wynstra, 2002) resaltan que en la relación *business –to – business* para la prestación de servicios logísticos uno de los aspectos más complicados es la definición propia del servicio, la identificación precisa de los requerimientos, procedimientos y sistemas, debido a dos causas principales: la inexperiencia de la empresa en la solicitud

de servicios logísticos, y la complejidad del servicio per se. Los recursos a tener en cuenta para la especificación de los servicios parten del equipamiento como bodegas, camiones, montacargas, hasta las consideraciones referidas al conocimiento, competencia y creatividad.

Dentro de los aspectos a tener en cuenta para el diseño de los servicios logísticos, se encuentra la definición de la naturaleza de las decisiones inmersas en el servicio, siendo ésta de carácter operativo (actividades de manipulación) o de gestión (actividades de coordinación entre los agentes de la SC); dando pie para la clasificación de los servicios en aquellos que se basan en la manipulación de la carga; y los que generan valor agregado a la carga desde los procesos que desarrollan.

Figura 1-2: Consideraciones de la naturaleza de los servicios logísticos



Fuente: (Andersson & Norrman, 2002b)

En las dinámicas industriales actuales, se evidencian inconvenientes para desarrollar procesos logísticos de profundo valor agregado debido al poco conocimiento en el área, nivel de cualificación del personal, y el alto costo de los procesos en los que se incurre (Langley, 2014), razones que han motivado en las organizaciones la adquisición de servicios logísticos a terceros, dentro de los que se encuentran aquellos de valor agregado intangible (transporte, almacenamiento, planeación y gestión de los procesos

logísticos), y los de valor agregado tangible (empaques, embalajes, (des)consolidación de carga, tecnologías de información y comunicación) (Liu & Lyons, 2011).

Además del poco conocimiento en el diseño y ejecución de los servicios logísticos, las empresas recurren a terceros debido a que en su estructura organizacional no se han logrado materializar las capacidades de servicio (procesos intangibles que generen valor agregado al cliente), en el desempeño operacional que genere los ingresos financieros esperados (**Figura 1-3**).

Figura 1-3: Relación entre el desarrollo de las capacidades de servicio [*Logistics Service Providers*] (LSP) y el desempeño financiero



Fuente: (Liu & Lyons, 2011).

Esta demanda de servicios ha incentivado la creación de organizaciones dedicadas a las actividades logísticas 3PL, y que se autodenominan de esta misma forma (empresas 3PL), las cuales se han especializado en procesos de transporte en carretera, enrutamiento, rastreo, localización de mano de obra, equipamiento, embalajes, almacén, comercio exterior, unificación de cargas, carga y descarga de contenedores, compras, tecnologías de información, operaciones *crossdocking*, *picking* y procesamiento de pedidos, para garantizar la atención adecuada a las empresas que requieren la prestación de servicios logísticos (Ferreira, 2006), ayudándolas a adquirir nuevos mercados, a mejorar su servicio al cliente y a competir en el ambiente cambiante (Novaes, 2001).

(Lima, 2004) se aproxima a la definición de la tercerización conceptuándola como: "el proceso de gestión en el que algunas actividades son realizadas por terceros, con los cuales se establece una relación, fijando a la empresa contratada las tareas

esencialmente ligadas al tipo de negocio en el que actúa”. En el caso particular de la tercerización de procesos logísticos (Ferreira, 2006) la relaciona con el desarrollo de las actividades ya mencionadas, como parte de la SCM y se convierte en proceso primordial de las estrategias empresariales para la creación de valor agregado y crecimientos competitivos.

Dentro de la relación que establece Lima, hay elementos que deben definirse para que los servicios logísticos se presten de acuerdo con las necesidades propias del cliente, entendiéndose éste como el dueño de la mercancía (*shipper*), transportador o agente de carga. Estos elementos son esquematizados por Andersson & Norman en la Figura 1-4.

Figura 1-4: Definición de servicios logísticos

				¿Quién los define?			
¿Qué Definir?	Resultados	Tiempos de servicio <i>Lead Times</i>	Condiciones de servicio al cliente - Interacción	Conceptos del servicio	Proveedor de servicios	Conjuntamente	Generador / Demandante de carga
	Procesos	Instrucciones de operación cargue/descargue	Procedimientos de las operaciones estándar	Definición de procesos y diseños			
	Recursos	Equipos	Capital Humano	Conocimiento			
		Tangible	Semi-Tangible	Intangible			
		Naturaleza de los Factores					

Fuente: (Andersson & Norman, 2002b)

Dentro de los elementos a tener en cuenta Andersson et al. puntualizan en factores de naturaleza tangible u operativas como los equipos, procedimientos y tiempos esperados, que responden a los aspectos relacionados con los recursos, procesos y salidas del sistema. Factores semi – tangibles o tácticos como los activos humanos, los procedimientos estandarizados y el servicio al cliente; y los factores intangibles o estratégicos que corresponden al conocimiento, al diseño general de los procesos y a los conceptos de valor agregado que se esperan obtener una vez prestado el servicio.

La inclusión de terceros en las actividades logísticas incentiva el ajuste de los paradigmas hasta ahora contruidos tanto en SCM como en Logística, al tener en cuenta la inserción de un nuevo agente que es transversal a varias SC, y cuyas decisiones logísticas (cantidades a enviar/recibir, momentos de envío/recepción, modos de empaque/embalaje, entre otros) impactan el desempeño de la SC en su conjunto. El cambio de paradigma motivado por los prestadores de servicios 3PL es precisamente uno de los elementos motivadores para el desarrollo de la presente disertación en el contexto de agro redes logísticas.

1.4 Planeación de agro redes logísticas

Los métodos de planeación en la ASC han ganado mayor atención después de situaciones dramáticas globales debidas a perturbaciones de la salud pública y la seguridad alimentaria (Ahumada & Villalobos, 2009b). Las técnicas de la investigación de operaciones han jugado un papel importante en esta tarea al servir de base, a través del enfoque del SCM, para la administración (o manejo) no sólo de los agentes únicos (o unitarios – single) del sector agrícola sino también de la red extendida a los productores, consumidores y participantes involucrados en la planeación de actividades (Rosa, 2011), por medio de la aplicación de la programación lineal, la programación estocástica, la programación dinámica, la simulación entre otras (Lowe & Preckel, 2004).

Las perspectivas de red del sector agrícola se han aplicado desde que aparecieron las primeras investigaciones tales como (Hua, 1962; King & Logan, 1964), donde el concepto de la SCM aparece implícitamente porque, como lo afirma (M Christopher, 2005), la cadena de suministro de alimentos agrícolas es una red de organizaciones que trabajan juntas para llevar productos y servicios al mercado, y satisfacer las exigencias del cliente. En este interés, una de las distinciones entre las ASC y las otras redes es la concepción de factores como la calidad, ciclo de vida y seguridad alimentaria y la variabilidad relacionada con el clima (Salin, 1998), que influyen en los modelos matemáticos para la modelación de la red, las decisiones administrativas y el análisis de la cadena de suministro.

(Grunow & Rong, 2010b) prestan atención especial a la formulación de diseños de red que soportan estrategias administrativas tales como los sistemas de trazabilidad, desde

las perspectivas de producción y distribución, como modelos que son capaces de mitigar las perturbaciones y alteraciones en las cadenas de suministros alimenticios, especialmente en los intereses de la seguridad, calidad e integridad del producto (Pfohl, Köhler, & Thomas, 2010). (Grunow & Rong, 2010b) presentan un modelo con un alcance estratégico debido a la inserción de un sistema de trazabilidad. Sin embargo hay decisiones más estratégicas/tácticas que suceden en el proceso de diseño de la red, y han sido estudiadas y combinadas en modelos matemáticos por parte de investigadores en todo el mundo (Mula, Peidro, Díaz-Madroñero, & Vicens, 2010), como la localización de plantas/almacenes (Lucas & Chhajet, 2004), planeación de la red de distribución (Melo, Nickel, & Saldanha-da-Gama, 2009; Rantala, 2004), las adopciones de tecnología (Salin, 1998), entre otros.

Con respecto a las decisiones de ubicación de instalaciones para los propósitos de distribución, entre los que se encuentran los puntos *crossdocking* donde se desarrollan los procesos de consolidación de carga, se han incorporado varios modelos y formulaciones de problemas que resuelven situaciones con parámetros determinísticos/estocásticos, productos unitarios/múltiples y horizontes de planeación de único/múltiples periodos. El problema de la mediana P es una de las propuestas más desarrolladas de la comunidad académica (Melo et al., 2009) debido a su sencillez para seleccionar p instalaciones que minimice las distancias o costos totales para suplir las demandas del consumidor.

Un modelo extendido de la mediana p es el Problema de Localización de Instalaciones sin restricciones de capacidad (UFLP, por sus siglas en inglés) (Mirchandani & Francis, 1990) que considera un costo fijo de montaje para establecer cada instalación, y más generalmente del Problema de Localización de Instalaciones con Capacidad restringida (CFLP, por sus siglas en inglés) el cual asigna una demanda máxima a las instalaciones teniendo en cuenta las variables exógenas además de las endógenas tales como las distancias entre los clientes y las instalaciones (Sridharan, 1995).

De acuerdo con (Akkerman, Farahani, & Grunow, 2010b), la mayor parte del tiempo, el problema de asignación de localización conduce a modelos de programación lineal entera mixta, donde variables binarias de decisión sirven como vehículo para determinar si una planta de procesamiento o un almacén se abrirá o no. Para discusiones

adicionales, (Klose & Drexl, 2005) describen en detalle los problemas de asignación de localización y los métodos para resolverlos.

Además de la combinación de las decisiones de localización y distribución, el diseño de la ASC requiere de un análisis sobre la característica perecedera de los productos que fluyen a través de la cadena para garantizar su seguridad y calidad. (Zhang, Habenicht, & Ludwig Spieß, 2003) proponen un algoritmo de búsqueda tabú para optimizar la distribución de alimento congelado o refrigerado mediante el análisis de la degradación de calidad, en los términos de tiempo y temperatura del producto a través del flujo de la cadena. (Blackburn & Scudder, 2009) también abordan el problema de la SCND con los productos perecederos, considerando un híbrido entre un modelo sensible y un modelo eficiente. (Rong, Akkerman, & Grunow, 2011b) hacen hincapié en un modelo, en el campo de las soluciones de programación lineal entera mixta para el problema de la localización, que vincula la degradación de la calidad con la función objetivo para decidir si emplazar o no un almacén de refrigeración.

(Akkerman et al., 2010b) afirman que las consideraciones de seguridad alimentaria en la SCND hasta ahora no se han tratado en la comunidad académica. Esta falta de investigaciones puede verse en aspectos tales como la ausencia de modelos que consideren los múltiples productos perecederos, o el modelo de diseño de red que combine las decisiones de producción-distribución para productos perecederos que no necesiten cadena de frío (relaciones para la consolidación de carga).

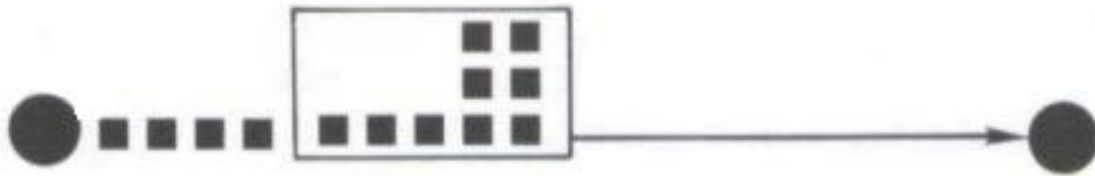
1.5 Consolidación de Carga

(Zhou, Hui, & Liang, 2011) definen la consolidación de la carga como el proceso de combinar pequeños envíos en cargas más grandes y económicas, utilizando el mismo vehículo, y relacionándolo con la gestión de bodegas, la programación de vehículos y personal con el óptimo diseño del despacho de carga. (Tyan, Wang, & Du, 2003) definen la consolidación de carga (*shipments*) como el proceso de agrupar diferentes envíos de proveedores en un gran envío dentro de un centro de consolidación. El objetivo principal de la consolidación de carga es disminuir el costo total del transporte entre un origen y un destino (Bookbinder & Higginson, 2002b).

(Hall, 1987) clasifica en tres las formas de consolidación: consolidación de inventarios, consolidación de vehículos y consolidación de terminales.

Consolidación de inventarios: Abarca el almacenamiento de ítems que son producidos y usados en diferentes momentos y transportados en la misma carga. “Consolidación temporal”.

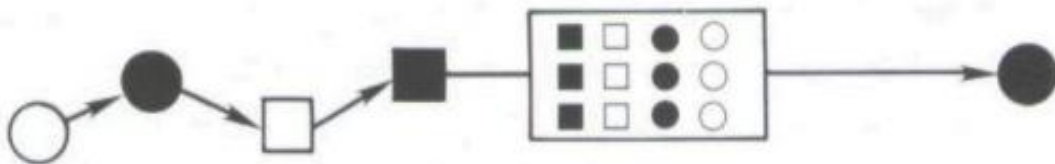
Figura 1-5: Consolidación de inventarios



Fuente: (Hall, 1987)

Consolidación de vehículos: “Consolidación espacial” que se refiere a la colección de ítems que provienen de diferentes proveedores y/o la entrega a múltiples clientes.

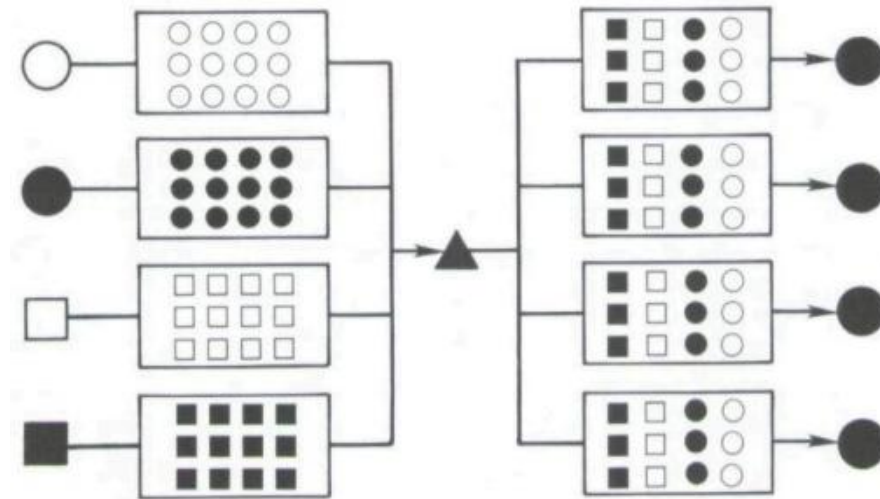
Figura 1-6: Consolidación de vehículos



Fuente: (Hall, 1987)

Consolidación de Terminales: Trae ítems de diferentes destinos a un nodo central donde son seleccionados, cargados en nuevos vehículos y llevados a diferentes destinos.

(Pooley & Stenger, 1992) hacen una clasificación similar pero agrega una forma de consolidación denominada independiente, en la que se atienden pequeños envíos directamente a cada cliente de manera independiente. A la clasificación de Hall, Pooley las denomina consolidación de envíos, ruteo de vehículos y consolidación de red respectivamente.

Figura 1-7: Consolidación de terminales

Fuente: (Hall, 1987)

1.5.1 Consolidación de carga como mecanismo de coordinación

Los hallazgos de las concepciones de la consolidación de carga estriban en que éste servicio logístico requiere no sólo de esfuerzos individuales por parte de los agentes de la cadena para hacer más eficientes sus operaciones, sino que también depende de fuertes relaciones de interdependencia que hacen que no sólo se compartan materiales e información, sino también objetivos como la minimización de costo, aseguramiento de la calidad, y entregas a tiempo, a través de las metodologías definidas como la consolidación de carga, lo que conlleva a que el desempeño de cualquier integrante de la cadena, en términos de la manipulación de la carga, depende del desempeño de los demás, y de sus habilidades particulares para coordinar las actividades al interior de la cadena. Las estrategias de consolidación de carga también demandan de los esfuerzos desde los planeadores y legisladores (estado) en términos de la definición de política pública que guíe/oriente/norme la acción para el desarrollo de este servicio logístico.

Esta filosofía se encuadra dentro de los objetivos de la gestión del SCM, enfocados a incrementar la competitividad de los agentes que la conforman, no de manera individual sino como un todo; cambiando las dinámicas del mercado en cuanto a la naturaleza de la competencia, pues pasa de ser entre compañías independientes a ser entre SC.

(M Christopher, 2005) identifica dos medios para lograr el crecimiento de la competitividad en una SC, cuyo componente fundamental es la conservación de la calidad a lo largo de la cadena, a través de la eficiente manipulación de la carga. El primero es la integración (o cooperación) de las compañías pertenecientes a la SC; y el segundo es la coordinación de los flujos de material, financieros y de información.

En los últimos años, los académicos e industriales han conducido sus investigaciones bajo los conceptos de integración y coordinación, caracterizadas por su tinte propositivo en cuanto a la implementación de técnicas y metodologías para dar soporte a los componentes de elección de socios, diseño de SC, modelos de liderazgo, uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC's), orientación por procesos, planeación y modelos para la consolidación de carga. Con el objetivo de hacer sus SC más competitivas y exitosas dentro del mercado en el que se desenvuelven.

El mecanismo de integración se entiende como el medio por el que los tomadores de decisiones o lo administradores de las SC, mantienen unidos a todos los agentes de la cadena, con el objetivo de pasar de la optimización local a la optimización de la red de suministro en su conjunto (Forza, Romano, & Vinelli, 2000).

Como herramienta fundamental para alcanzar la integración deseada en las SC, se han implementado las TIC's, cuya función se ha concentrado en la creación de nuevas interfaces entre los miembros de la cadena que antes no tenían canales de comunicación directos; además de propender por el intercambio de información a través de planeaciones conjuntas, reingeniería de procesos inter-organizacionales, racionalización del flujo de información y materiales, libre acceso a los planes de producción, entre otras metodologías que permiten administrar la SC como un todo (Romano, 2003).

Los mecanismos de coordinación, de acuerdo con (Romano, 2003), se entiende como los medios que tienen las SC para ser más competitivas, primero, en una estructura de información que define quién obtiene la información del entorno, cómo se procesa la información y la forma en que se distribuye entre todos los miembros que hacen parte del mecanismo; y segundo, en un proceso de toma de decisiones que ayuda a seleccionar la acción apropiada a realizar entre una serie de soluciones alternativas.

(Hewitt, 1994) advierte que la coordinación de SC tiene que ver con la planeación, monitoreo, y alineación de los procesos logísticos intra- e inter-organizacionales, estos procesos son los que permiten la operación de los tres flujos mencionados con anterioridad.

Autores como (Bechtel & Jayaram, 1997; Martin Christopher, 1998; M. C. Cooper, Lambert, & Pagh, 1997; M. Cooper & Ellram, 1993) han contribuido con apreciaciones tendientes a hacer del mecanismo de coordinación un vehículo para gestionar la SC como una sola entidad o como un todo, evitando caer en la gestión individualizada de los agentes, que hace de los beneficios algo aislado e independiente a cada integrante de la cadena.

De acuerdo con estos enfoques, los modelos de consolidación de carga requieren ser concebidos como estrategias de integración y/o coordinación donde se logre la alineación de los agentes y los procesos alrededor de la eficiente manipulación de la carga, que minimice los costos por pérdidas, y permita el uso adecuado de los medios de transporte, aprovechando al máximo su capacidad.

Esta percepción estratégica del concepto de consolidación de carga es tímidamente desarrollada en la literatura, y su alcance se ve enfocado en la operatividad de los sistemas; sin embargo, su funcionalidad puede impactar positivamente las cadenas, como un componente de coordinación e integración, que tenga en cuenta aspectos estratégicos como la coordinación de agentes, la configuración de la cadena, la adopción de TIC, entre otros; así como aspectos táctico-operativos como el uso de empaques y embalajes, la gestión del deterioro de la calidad en el tiempo y el apilamiento de carga en los medios de transporte y almacenamiento.

1.5.2 Decisiones sobre ciclo medio de pedido y tiempo interno de ciclo

(Bookbinder & Higginson, 2002b) indican que la mayoría de trabajos en éste ámbito buscan analizar la mejor combinación entre los costos de transporte, inventario y producción, contra la estrategia de envíos directos; los autores emplean un modelamiento probabilístico para determinar el máximo tiempo de almacenamiento y la

cantidad óptima de despacho que lleven a la obtención del mínimo costo total esperado de transporte por unidad, más el costo de mantener el inventario. (Tyan et al., 2003) orienta el objetivo hacia el servicio al cliente, considerando que las prácticas de consolidación 3PL, reducen el tiempo de entrega de los productos.

Un modelo clásico de consolidación de carga lo desarrollan (C.-Y. Lee, Centikaya, & Jaruphongsra, 2003), quienes emplean una metodología que permite identificar qué cantidades deben ser reabastecidas a la bodega y la frecuencia temporal en la que se deben realizar; así como la frecuencia de los envíos consolidados para satisfacer la demanda al menor costo posible. El artículo evalúa matemáticamente los beneficios de los modelos de consolidación, a través de un modelo de redes.

(Kang & Kim, 2010) presentan heurísticas para la toma de decisiones en los aspectos de inventarios y transporte, referidos a las cantidades a suministrar desde un grupo de proveedores, a través de medios de capacidad estándar, a una serie de clientes, identificando las ventanas de tiempo óptimas. Los modelos integran el concepto de consolidación para la toma de decisiones en inventarios y transporte, que previamente han sido trabajados en industrias como la química y presentados en trabajos como los de (Attanasio, Fuduli, Ghiani, & Triki, 2006), en el que el detalle operativo permite llegar a decisiones como la ubicación de mercancías en las estibas prediseñadas.

Las soluciones de los modelos propuestos por (Kang & Kim, 2010) a partir de programas de optimización entera mixta, se hallan a través de heurísticas cuyo objetivo es minimizar la suma de los costos fijos del vehículo, los costos de almacenamiento de la cadena en su conjunto, y los costos de cargue/descargue y manipulación del minorista. Para hallar la solución óptima, los autores descomponen el problema de consolidación en dos: la determinación de cantidades de abastecimiento óptimas y los vehículos que atienden las cantidades solicitadas. Las limitaciones del modelo radican en la falencia de no abarcar sistemas de más de dos actores y más de un producto.

(Wanke & Saliby, 2009) evalúan estrategias de inventarios que reduzcan sus costos y generen un alto nivel de servicio, teniendo como resultado final modelos de operación logística óptimos para toda la cadena a través de una metodología basada en la generación de escenarios aleatorios modelados matemáticamente bajo la teoría de

inventarios, que analizan la pertinencia de la centralización de inventarios, trasbordos regulares, sistemas independientes a la demanda determinada, lead time, y las características de los costos de mantener. Los resultados son validados con información real que hace posible la réplica a otros contextos, además de proponer futuros escenarios en los que se consideren los elementos presentados en modelos de diseño de redes de cadenas de suministro.

En un trabajo similar (Moon, Cha, & Lee, 2011) toman como unidad focal un centro de consolidación por *outsourcing*, y determinan las cantidades óptimas y su agrupación para el reabastecimiento multi-producto (*joint replenishment problem* – JRP), así como el tiempo óptimo entre los despachos de múltiples productos consolidados (*order consolidation*). En la investigación tienen en cuenta dos tipos de políticas para el caso de consolidación de pedidos: estacionaria (el intervalo de tiempo entre envíos es constante) y cuasi-estacionaria (el intervalo de tiempo entre envíos cambia en el tiempo).

(Khouja & Goyal, 2008b) revisan los avances en el estudio del JRP desde 1989, considerando dos estrategias para el reabastecimiento: estrategia de agrupación directa (los productos son agrupados en conjuntos de acuerdo al intervalo de reabastecimiento) y la estrategia de agrupación indirecta (el reabastecimiento de productos se hace en un intervalo regular, y la cantidad de cada producto dura exactamente múltiplos enteros del intervalo). Revisan las heurísticas tanto para procesos determinísticos como estocásticos, y puntualizan las futuras investigaciones en modelos para productos perecederos, que consideren el deterioro de la calidad en el tiempo, o el recibo de productos con una calidad “imperfecta”.

1.5.3 Decisiones sobre niveles de precio de transporte

En coherencia con las recomendaciones de estudios en productos perecederos, (Cai, Chen, Xiao, Xu, & Yu, 2013) modelan matemáticamente procesos de producción y distribución a lo largo de la cadena de suministros de productos agroalimentarios, considerando la calidad y seguridad a través de la trazabilidad que brinda la logística. Estas consideraciones se acoplan a las necesidades de modelos de consolidación de

productos perecederos que necesitan contemplar la coordinación con 3PL para garantizar la calidad y trazabilidad como elementos principales de la competitividad.

La metodología de (Cai et al., 2013) contempla un marco para la toma de decisiones óptimas de los agentes intervinientes dentro de las que se incluye el costo de transporte del 3PL, la cantidad de envío del productor y el precio de venta, así como la cantidad comprada por el distribuidor y el precio al minorista. Como resultado, se propone una estrategia de incentivos que motiven la coordinación de los actores para obtener el óptimo global de la cadena. Las consideraciones logísticas obedecen a los procesos de transporte y negociación; el trabajo no tiene en cuenta las actividades de consolidación, pero el marco de análisis puede ser extrapolado para incluir este tipo de servicios.

(Ülkü & Bookbinder, 2012) establecen condiciones de operación bajo esquemas de precios y tiempos de entregas que contemplan la consolidación de carga para evaluar estructuras de precios al cliente final. Proponen cuatro esquemas temporales de precios: precios diferenciados, precios uniformes con base en el primer arribo, precios uniformes con respecto al promedio y precios uniformes con base en el último arribo. Bajo los esquemas propuestos, determinan la longitud máxima del ciclo de consolidación de pedidos y los precios.

La metodología se centra en el modelamiento de la cadena de suministro, tomando como punto focal el operador logístico 3PL, cuyos clientes son sensibles a los cambios en precio y tiempo. Esta última consideración hace del artículo un constructo que aporta al estado del arte, pues son elementos que no son tenidos en cuenta con frecuencia.

Dentro de un paradigma diferente, pero con la misma consideración de la importancia de precios en las relaciones B2B que tienen cabida en la consolidación de carga, (Baykasoglu & Kaplanoglu, 2011) proponen una aproximación a los problemas de consolidación de carga bajo el enfoque de modelación multi-agentes en cadenas de suministro, teniendo en cuenta aspectos de negociación y capacidades logísticas. La modelación está basada en agentes de software cuyos objetivos, creencias y razonamientos difieren del uno al otro, que se relacionan en el proceso de consolidación de órdenes LTL (*Less-than-Truck-Load*) considerando ventanas de tiempo y atributos espaciales.

La propuesta se centra en los operadores logísticos 3PL, donde se simulan las actividades de llegada de productos, consolidación de pedidos y reparto. La metodología de modelación por agentes es Prometheus en la que especifica la característica del sistema, pasando al diseño de la arquitectura y finalizando en el diseño detallado. Los resultados muestran la pertinencia de la modelación utilizada, y abren el camino a nuevos trabajos en los que se consideren la articulación entre los despachos y las corridas de producción.

1.5.4 Aplicaciones

Las aplicaciones de la consolidación de carga se han visto evidentes en contextos de logística urbana, y en la misma planeación de las SC clásicas, que se basan en las estrategias de consolidación para la toma de decisiones referidas a los procesos logísticos de abastecimiento, almacenamiento y distribución en sus diferentes niveles de planeación, estratégico, táctico y operativo.

(Carr & Jang, 2009) formulan un modelo matemático de configuración de redes logísticas, para emplazar *hubs* y establecer rutas de conexión, considerando como elemento decisorio el establecimiento de políticas de consolidación de envíos. El modelo utilizado es no lineal entero binario soportado por una metodología de análisis de factibilidad de la propuesta determinada.

La metodología basada en el modelo matemático busca atender a la necesidad de evaluar la tercerización de la consolidación de la carga, y en general el establecimiento de políticas de consolidación, que permitan la optimización de los ahorros en transporte a lo largo de la cadena diseñada. Sin embargo, no tiene en cuenta las características de los productos, ni el número de agentes de la cadena aguas arriba y aguas abajo, su alcance estratégico limita la determinación de decisiones operativas.

En un trabajo similar, (Ma, Miao, Lim, & Rodrigues, 2011) evalúan la estrategia de localizar puntos *crossdocking* en donde se desarrollen procesos de consolidación / des consolidación de carga, analizando el balance entre los costos de inventarios, los costos de transporte y los requerimientos de tiempos de entrega, teniendo en cuenta ventanas de tiempo determinadas.

La modelación se hace a través de un problema de programación entera, cuyos valores binarios permiten la toma de decisión de abrir o no un punto *crossdocking*, y posteriormente se resuelve a través de heurísticas como algoritmos genéticos y el *Squeaky Wheel Optimization*. El software utilizado para correr el modelo es CPLEX®, por medio del cual se verificó la eficiencia de las heurísticas. Es un enfoque ya trabajado por otros autores y su aporte reside en la presentación de una nueva forma de solucionarlo.

En una aplicación diferente, (Huang & Chi, 2007) presentan el diseño de una heurística que busca acercarse a la forma óptima de consolidar mercancías de carga aérea. El trabajo es pertinente al ilustrar un modelo que evalúa la eficiencia de metodologías de consolidación. Concibe el problema de consolidación de carga matemáticamente como un problema del recubrimiento de un conjunto, sobre el soporte de técnicas como la relajación de Lagrange. El enfoque de modelación utilizado produjo resultados consistentes en el contexto de carga aérea y que se acercan a los valores óptimos que analíticamente se pueden evidenciar. Las recomendaciones de futuras investigaciones giran alrededor de la mejora de la heurística para encontrar el óptimo, pero en consideraciones logísticas no profundiza lo suficiente.

En búsqueda de la aplicación del concepto de consolidación de carga en contextos específicos, (Ford, 2006a) presenta un enfoque de simulación que modela las estrategias de consolidación en sus enfoques espacial y temporal, tomando como caso de estudio las dinámicas de intercambio comercial entre China y Estados Unidos, proporcionando un método para evaluar las reglas de consolidación. La simulación se hace bajo el enfoque del método Monte Carlo, que es apropiado para representar decisiones de gestión en contextos como la logística, en una cadena de suministro de cuatro eslabones con sus respectivos tres vínculos que son del orden internacional. El enfoque es interesante y permite replicar el ejercicio de simulación en contextos comparables.

En cuanto a la logística urbana, (Correia, Oliveira, & Guerra, 2012b; Malhene, Trentini, Marques, & Burlat, 2012b; Ülkü, 2012) evalúan el impacto ambiental que tiene la estrategia de consolidación de carga en cuanto a reducción de emisiones de CO₂ tras la reducción del gasto de carbón y energía. El análisis es logrado a partir de la evaluación

de la política de Consolidación de carga en tiempos discretos (DTB-SCL), con un modelo matemático que maximiza los ahorros económicos y ambientales.

La metodología es innovadora al incluir factores ambientales en el modelamiento matemático y no limitarse sólo a factores monetarios de la implementación de la estrategia de consolidación de carga. La variable de decisión permite determinar el tiempo de frecuencia de la consolidación de envíos que maximiza los ahorros ambientales y económicos. El alcance se reduce al contemplar una cadena de sólo dos agentes (*shipper-consignee*), y el flujo de un sólo producto.

Una aproximación al análisis del desempeño de la consolidación de carga a pequeña escala, en PYMES, (Wilson & Roy, 2009b) presentan la consolidación de carga como un factor importante dentro del concepto de logística lean, proponiendo metodologías para su implementación en PYMES, tomando como caso de estudio PYMES de Nueva Zelanda.

El enfoque permite identificar las barreras en la implementación de las estrategias de consolidación (falta de apoyo de los proveedores, bajos niveles de sofisticación del proveedor y distancias geográficas), específicamente en PYMES, y que se convierten en factores primordiales a tener en cuenta en la modelación y posterior definición de la estrategia de consolidación. La modelación es conceptual y el enfoque cuantitativo es muy limitado para evidenciar las barreras propuestas. Sin embargo puede resultar una herramienta interesante para considerar elementos filosóficos de la implementación de la estrategia de consolidación, especialmente en PYMES.

1.6 Logística Urbana

(Taniguchi, Thompson, & Yamada, 2004) describen la planeación de la logística de ciudad como el proceso de optimizar las actividades de logística y transporte de los privados con el soporte de sistemas de información avanzados en áreas urbanas que consideren el cuidado ambiental, la congestión, la seguridad y el ahorro de energía dentro del marco de las dinámicas económicas. La Figura 1-8 presenta el esquema del planteamiento de Taniguchi.

En el esquema de la Figura 1-8 se presentan, en un primer nivel de análisis, los tres principios fundamentales en los que (Taniguchi et al., 2004) basa su teoría de logística de ciudad. El primero se refiere a los servicios logísticos que desde la política pública se direccionan en cuanto al aprovisionamiento, almacenamiento y distribución, no sólo a través de la infraestructura vial sino en bodegas, plataformas de consolidación / desconsolidación, puntos *crossdocking*, etc. La sostenibilidad se refiere a la gestión de las externalidades de la operación logística en cuanto a impactos auditivos, visuales, vibraciones, contaminación, consumo de energía y desechos. Y la habitabilidad es un principio cuyo objetivo es garantizar la seguridad tanto de los residentes de las zonas aledañas a la operación logística como de los agentes que movilizan, generan, demandan o agregan valor a la carga.

Figura 1-8: Esquema de logística de Ciudad-Región Global



Fuente: (Taniguchi et al., 2004).

El siguiente nivel de análisis se compone de las temáticas de competitividad global, eficiencia, medio ambiente, alivio de la congestión, seguridad y conservación de la energía. Principios que deben ser tenidos en cuenta para la formulación de estrategias logísticas en el contexto urbano. Finalmente, en un tercer nivel de análisis, se definen las dimensiones de la logística urbana de acuerdo con las funciones y características de operación. Se identifican las siguientes: logística de abasto, seguridad alimentaria, logística en salud, logística industrial, logística de desechos residenciales, logística de desechos no residenciales y logística de desastres.

Así, el sistema de logística urbana debe contemplar como medios rectores la axiología a través de la definición de sus principios, la formulación de las políticas públicas que gobiernen las acciones plasmadas en los programas y proyectos que el plan logístico considera en su definición, de tal forma que se logre consolidar una ciudad sostenible, habitable y apta para el movimiento competitivo de mercancías, que promueva el óptimo flujo tanto endógeno como exógeno de los elementos logísticos (productos, información, dinero, conocimientos, externalidades, energía) y tenga como eje fundamental el bienestar de las personas, a través del desarrollo económico, el cuidado del medio ambiente, la seguridad y el ahorro en el consumo de energía.

1.7 Perspectivas de Desarrollo

Además de las futuras áreas de investigación vislumbradas en el recorrido por la literatura descrito previamente, (Glock, 2012) reafirma la necesidad de contar con trabajos que destaquen la estructuración de la red para las actividades propias del JRP (definir quién entrega a quién,...), el desarrollo de modelos con parámetros dinámicos y la aplicación de los modelos teóricos a contextos reales.

Este panorama permite identificar la necesidad del diseño de modelos de consolidación de carga que consideren los tiempos de perecimiento de los productos, específicamente cuando se trata de alimentos, dadas las circunstancias de pérdida de valor del producto como consecuencia de los malos manejos de la carga, o los bajos niveles de aprovechamiento de los medios de transporte o almacenamiento, impactando directamente los costos del producto entregado al consumidor final; cobrando relevancia el diseño de modelos de consolidación que permitan incrementar la eficiencia de los procesos de abasto, almacenamiento y distribución a través de la cadena de suministro; encontrando la mejor combinación entre los costos del transporte, inventarios y producción (Bookbinder & Higginson, 2002b).

El desarrollo de un proyecto de investigación en consolidación de carga perecedera representaría un avance en el estado del arte en el que se han identificado brechas relacionadas con la contextualización de modelos de consolidación de carga en operaciones logísticas del sector primario y especialmente, en cadenas de productos perecederos (Khouja & Goyal, 2008b), y de manera más general, brechas en los avances

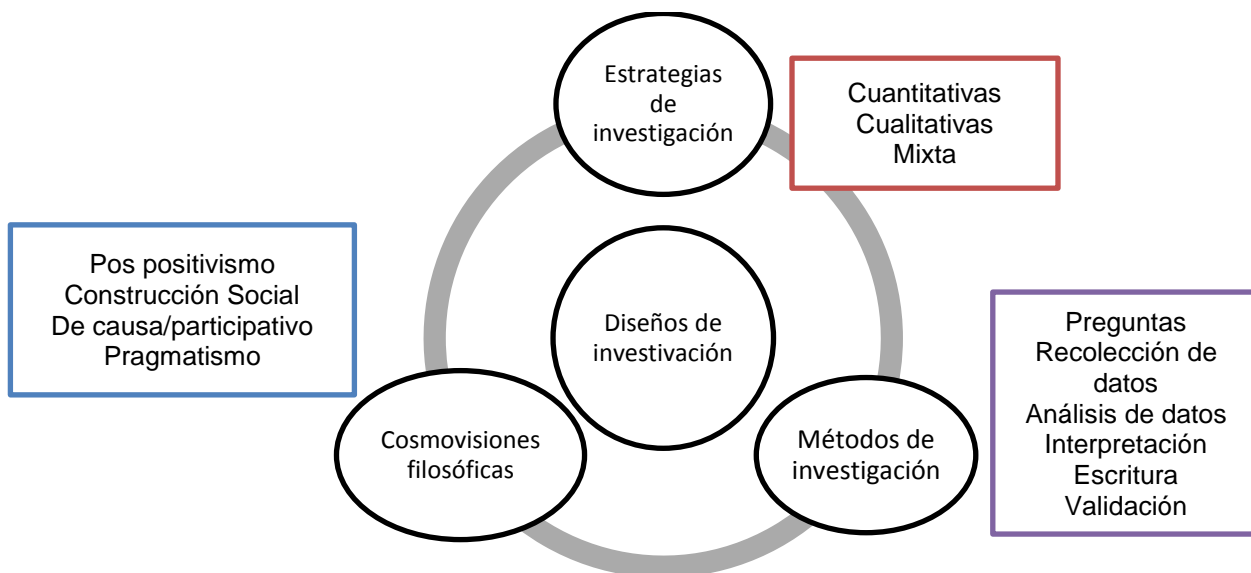
de modelos de planeación de sistemas logísticos agropecuarios (Ahumada & Villalobos, 2009b; Akkerman et al., 2010b; Rong et al., 2011b). Así mismo, el tema de investigación responde a necesidades explícitas del sector agropecuario en Colombia, en el que las pérdidas por operaciones logísticas ineficientes –entre ellas el manejo de carga– se encuentran entre el 25% y 30% (FAO, 2010).

2. Metodología de la Investigación

El planteamiento de la metodología de investigación parte de la definición de la cosmovisión filosófica, o como la denomina (García, 2008), la concepción de la realidad que permite la aproximación al objeto de estudio a través de la definición de las dimensiones ontológicas, epistemológicas, axiológicas y finalmente metodológicas de la investigación. La **Figura 2-1** presenta el esquema general del diseño de la investigación.

Bajo la identificación de la cosmovisión, se detalla la naturaleza de la investigación que soporta la presente disertación, que se inscribe dentro de la tipología de aplicada y consta de una fase descriptiva y otra propositiva, diseñadas para alcanzar los objetivos propuestos. Estas fases metodológicas definen las estrategias y métodos de la investigación, que corresponden a estrategias cuantitativas con métodos de recolección y análisis de datos, que posteriormente servirán de base para la comprobación las hipótesis de la investigación.

Figura 2-1: Marco de referencia de la investigación.



Fuente: (Creswell, 2009).

A continuación se presenta el desarrollo de los componentes mencionados.

2.1 Cosmovisión de la investigación

La cosmovisión del desarrollo de la investigación es el Pragmatismo, que como lo describe (Creswell, 2009), se basa en el estudio de acciones, situaciones, y consecuencias más que en los antecedentes como el caso del positivismo. Bajo esta filosofía de investigación, el énfasis no recae en los métodos sino en el entendimiento del problema y el trabajo de investigación busca utilizar las diferentes herramientas existentes para lograr tal objetivo.

Debido al enfoque pragmático de la investigación, las dimensiones de su diseño recaen en diferentes cosmovisiones (post-positivista, constructivista o de causa/participativa) de acuerdo a las necesidades y naturaleza del objeto de estudio. Las dimensiones del diseño de la investigación son:

Dimensión Ontológica - (Pragmatismo) El objeto de estudio corresponde a la operación logística de consolidación y des consolidación de carga perecedera de los prestadores de servicios a la carga en el contexto de la logística urbana.

Dimensión Epistemológica – (Post positivista) La teoría en logística y administración de la cadena de suministro permite la aproximación al objeto de estudio el cual se analiza por medio de la evaluación objetiva de la información recolectada a través de instrumentos.

Dimensión Axiológica – (Post-positivista) Como premisa de la investigación se eliminan los sesgos que puedan generar las diferentes posturas de los agentes de la cadena, para formular el modelo más adecuado en términos de la eficiencia global de la red logística.

Dimensión Metodológica – (Pragmatismo) Se parte de los modelos teóricos, y basado en la información recolectada se ajustan a las características particulares del contexto.

Dimensión Retórica – (Post-positivista) Estilo formal para la presentación de los resultados.

De acuerdo con el desdoble de la **Figura 2-1**, se define el método de investigación que corresponde al enfoque cuantitativo porque es la modelación matemática la que permitirá identificar y evaluar estrategias de operación de acuerdo con esquemas de coordinación diseñados, que llevan al análisis de escenarios simulados con base en información cuantitativa, y a la evaluación de las hipótesis de la investigación.

2.1.1 Hipótesis

Para el desarrollo de la investigación se plantean las siguientes hipótesis:

- Las estrategias de consolidación de carga perecedera impactan positivamente la gestión de la logística urbana, vista desde las actividades de cargue y descargue de mercancías.

$$\mathcal{H}_0: OEP_c < OEP_{sc}$$

$$\mathcal{H}_1: OEP_c = OEP_{sc}$$

Donde,

$\mathcal{H}_0 =$ Hipótesis nula

$\mathcal{H}_1 =$ Hipótesis alterna

$OEP_c =$ Ocupación del espacio público bajo estrategias de consolidación

$OEP_{sc} =$ Ocupación del espacio público sin estrategias de consolidación

[1]

- Las estrategias de consolidación de carga disminuyen los niveles de ineficiencia logística en las relaciones Productores – Prestadores de servicios 3PL de las cadenas de productos perecederos en Colombia.

$$\mathcal{H}_0: TSL_c < TSL_{sc}$$

$$\mathcal{H}_1: TSL_c = TSL_{sc}$$

Donde,

$\mathcal{H}_0 =$ Hipótesis nula

$\mathcal{H}_1 =$ Hipótesis alterna

$TSL_c =$ Tiempo de operación del sist. logístico bajo estrategias de consolidación

$TSL_{sc} =$ Tiempo de operación del sist. logístico sin estrategias de consolidación

[2]

2.2 Fase I – Investigación Descriptiva

De acuerdo con (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista, 2006), citando a Dankhe, la investigación descriptiva consiste en la especificación de las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno sometido a análisis, midiendo y evaluando diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar.

Bajo la concepción de la investigación descriptiva dada por Sampieri, en esta fase se busca identificar el sistema logístico de productos perecederos que sirvió de base para la investigación, caracterizando sus elementos, relaciones y procesos de manejo de carga; e identificación de la situación actual del sistema definido y la abstracción teórica de la naturaleza y lógica de las relaciones que se dan dentro del mismo, en especial para las actividades manipulación de la carga.

La fase de investigación descriptiva contó con dos etapas principales: identificación del sistema logístico y caracterización.

Identificación del Sistema Logístico. Por medio de la consulta a información secundaria, se identificaron los rasgos generales de los sistemas logísticos agro industriales del sistema de abastecimiento de la ciudad de Bogotá, tomada como estudio de caso debido a la creciente dinámica en la logística de alimentos que ha desencadenado problemáticas en movilidad, uso del espacio público, contaminación y desempeño logístico de las cadenas de suministro. La dinámica del Distrito Capital surgida a partir de las variaciones poblacionales entre el 2005 y el 2014, han implicado que en la ciudad capital aumente el ingreso de carga de alimentos de 5.472 toneladas a 7.875 toneladas por día, que para llegar al consumidor final pasa por cuatro eslabones de la cadena de suministro, teniendo así un movimiento diario de carga de aproximadamente 31.500 toneladas, que corresponde aproximadamente al promedio diario de carga de comercio exterior que transita por un puerto marítimo como Buenaventura (32.350 toneladas), de acuerdo con las cifras del programa de Promoción de Turismo, Inversión y Exportaciones (Proexport).

El aumento que ha tenido el número de camiones entrando y saliendo de la capital; cerca del 16% entre el año 2006 y 2009 según datos del Plan de Ordenamiento Logístico

(POL), así como el aumento de industrias, hacen importante pensar en la construcción de soluciones para los crecientes problemas de ineficiencia en el sistema de abasto/distribución, congestión vehicular, así como de contaminación ambiental y accidentalidad.

En la identificación de la compleja dinámica de abastecimiento de alimentos de Bogotá se analizan los factores que condicionan la operación logística tales como la naturaleza de los productos, el flujo de información, las operaciones logísticas de abastecimiento, almacenamiento y distribución, la normatividad que regula la producción y comercialización del producto, las externalidades generadas por la operación logística y la infraestructura que soporta las operaciones de las cadenas (instalaciones, vías, tecnologías de información y comunicación) en el contexto bogotano.

Caracterización. Bajo los rasgos identificados en la etapa anterior, la caracterización se centra en el componente logístico de las actividades de cargue y descargue (C/D) de alimentos en Bogotá.

Según (Browne, Piotrowska, G Woodburn, & Allen, 2007) los servicios de parqueo, cargue y descargue de mercancías se reconocen con mayor frecuencia en la literatura existente como la infraestructura necesaria para llevar a cabo procesos de C/D asociados al abastecimiento y a la distribución, aunque también se discute el papel de las terminales de carga como alternativa para el transbordo, **consolidación** y/o actividades de intercambio modal, por consiguiente, la prestación de servicios de transporte de mercancías se hace imprescindible en las operaciones de entrega eficiente en las zonas urbanas.

En esta etapa se pretende que por cada una de las zonas se establezcan indicadores asociados a aspectos característicos de la actividad logística de alimentos tales como:

- Tiempos promedio de duración de la actividad de cargue y descargue
- Horarios y días en los cuales se efectúa la actividad
- Tipologías de vehículos y equipos utilizados (mecánicos y físicos)
- Modos y medios logísticos utilizados
- Infraestructura disponible para el cargue y descargue de mercancías

Indicadores enmarcados en los componentes de logística, actividades socio económicas y de tránsito – transporte, que responden a los aspectos de demanda, distribución urbana de mercancías y actividades de cargue y descargue.

Para el levantamiento de información primaria se diseñaron instrumentos de recolección como encuestas, entrevistas, formularios de aforo (observación directa) y diarios de campo, que se aplicaron a los agentes del sistema logístico identificados. Las fuentes de información secundaria correspondieron a bases de datos estructuradas y semi-estructuradas así como investigación documental en entidades que hayan realizado estudios en la red focal.

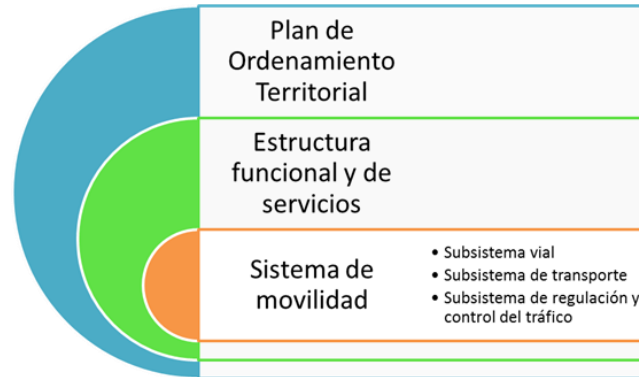
2.2.1 Identificación del Sistema Logístico

Para la identificación del sistema logístico en el marco de la logística urbana, el desarrollo de la investigación se plantea desde tres componentes temáticos principales que obedecen a los ámbitos incidentes en la logística urbana, **analizada desde las actividades de cargue y descargue** de la ciudad de Bogotá y que son transversales al Sistema de movilidad, tal y como se encuentra estructurado en el plan de ordenamiento territorial (POT).

Inicialmente se encuentra el componente logístico como marco general de la concepción del sistema, en el que se contemplan los procesos de abastecimiento, almacenamiento y distribución; que se derivan del segundo componente contemplado correspondiente a las dinámicas socio-económicas.

El tercer componente se refiere a la estructura de soporte para las actividades logísticas y socio-económicas, que corresponde al tránsito y transporte de la ciudad, teniendo en cuenta los aspectos de oferta que desde la administración pública se ha definido para tales actividades. La Figura 2-2 presenta el marco de contextualización de acuerdo con el POT.

En la Figura 2-3 se puede apreciar la interacción de los tres ejes temáticos como herramientas de apoyo transversal al sistema de movilidad.

Figura 2-2: Estructuración del sistema de movilidad de acuerdo al POT.

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial.

Figura 2-3: Estructuración del sistema de movilidad de acuerdo al POT.

Fuente: SEPRO - UNAL

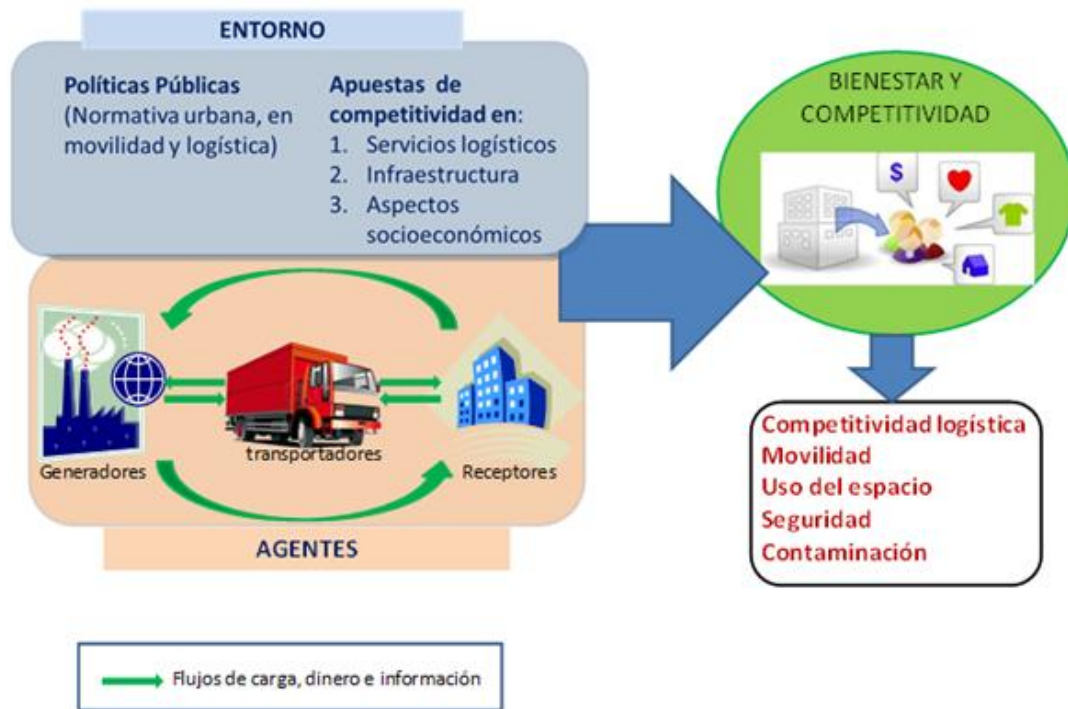
Esta orientación permite desarrollar una metodología basada en el enfoque por agentes con el fin de abordar estas actividades desde un punto de vista general considerándolas como partes que interaccionan entre sí, determinadas por su entorno y generando efectos asociados a la competitividad de la ciudad y al bienestar de su población. Los actores que participan directamente en la actividad de carga y descarga se identifican como:

- El generador (origen de la carga).
- El consumidor (destino de la carga).
- Operadores logísticos (Transportistas públicos y privados que conducen la carga de origen a destino).

Cada uno de los agentes posee características socioeconómicas y comportamientos logísticos particulares en lo relacionado con los modos y medios que gestionan para realizar las operaciones de carga y descarga. Por otra parte, su interacción entre sí, enmarcada en las políticas públicas en cuanto a urbanismo, movilidad y logística (Planes Maestros, Políticas Nacionales, entre otros), junto con las apuestas de competitividad que se tengan para la ciudad, van a determinar el uso del espacio público y privado, los resultados en movilidad, la seguridad, la contaminación y la calidad de vida de sus habitantes entre otros aspectos.

La Figura 2-4 muestra esquemáticamente la metodología del sistema comprendiendo los agentes, el entorno y sus efectos en la ciudad.

Figura 2-4: Agentes, entorno y efectos de las interacciones entre agentes por las operaciones de Carga / Descarga (C/D).



Fuente: SEPRO - UNAL

Entre los agentes se hace un intercambio de productos (carga), información y dinero que es representado por las líneas verdes de la **Figura 2-4**. Dentro del entorno (cuadro azul) se identifican principalmente dos grupos: las políticas públicas, relacionadas con la

normatividad, la infraestructura y los procedimientos logísticos definidos en la ciudad así como las apuestas de competitividad que el distrito tenga en cuanto a servicios logísticos a la carga, nueva infraestructura e índices socioeconómicos por mejorar. Considerando que estos aspectos identificados en el entorno son el marco en donde se encuentran los lineamientos y las políticas públicas existentes.

Teniendo en cuenta que el objetivo que se busca con la determinación de las estrategias de consolidación que impacten positivamente la logística urbana, vista desde lineamientos para las actividades de cargue y descargue en la ciudad de Bogotá, es el de ofrecer a los agentes encargados de estas operaciones y en general a toda la ciudad condiciones que mejoren sus posibilidades de incrementar la competitividad económica sin ser ajenos a las condiciones de bienestar de su población; se plantean cinco ejes principales hacia los cuales se debe apuntar su mejoramiento, los cuales se presentan en la Figura 2-5.

Figura 2-5: Efectos y criterios alrededor del fin último de satisfacción de los agentes.



Fuente: SEPRO - UNAL

Para cada uno de los cinco ejes presentados, la Tabla 3. muestra aspectos específicos que se deben traducir en indicadores medibles luego de los resultados de las fases de caracterización y el diagnóstico del sistema:

Tabla 3. Aspectos específicos de los criterios

EJE	ASPECTOS ESPECÍFICOS
Logística competitiva	Valor agregado de la cadena, uso de TICs, tecnificación, formalización y estandarización de actividades de C/D
Uso del espacio	Público y privado
Movilidad	Tránsito (Motorizado, no motorizado) – Transporte (Carga y personas)
Contaminación	Auditiva, visual y atmosférica
Seguridad	Protección en C/D y seguridad ciudadana

Fuente: SEPRO – UNAL

2.2.2. Caracterización

La caracterización se centra geográficamente en doce zonas del centro ampliado de la ciudad de Bogotá, que demandan soluciones logísticas para mitigar las problemáticas de congestión, contaminación, ineficiencia en las operaciones logísticas, inseguridad y el uso mezclado de usos del suelo.

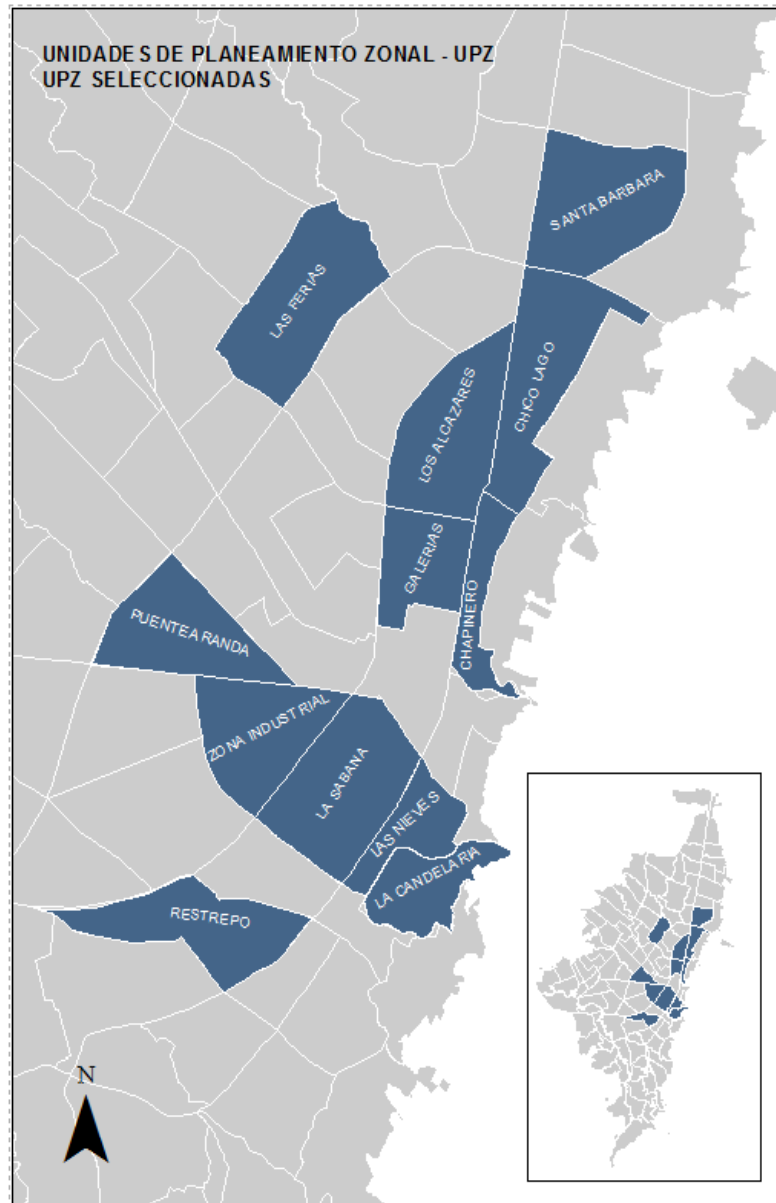
La selección de las zonas estuvo enmarcada en el desarrollo del proyecto “Caracterización, análisis, diagnóstico y formulación de alternativas de gestión de las operaciones logísticas asociadas al cargue y descargue de mercancías en 10 zonas de Bogotá D.C” desarrollado por el grupo de investigación SEPRO, a solicitud de la Secretaría Distrital de Movilidad, en el que a través de talleres con los diferentes actores involucrados, y el análisis de criterios se priorizaron las Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ) resaltadas en el mapa de la **Figura 2-6**.

Dentro de los criterios tenidos en cuenta por el grupo de investigación SEPRO para la selección de las zonas se encuentra la densidad de establecimientos de servicios / industria / comercio, viajes de camiones generados y atraídos, malla vial e infraestructura disponible y densidad poblacional.

Para la caracterización de las operaciones logísticas se realizaron 1128 encuestas a establecimientos de tipo comercial, industrial y de servicios que realizan cargue y descargue de mercancías; y se ejecutaron 2.368 horas de observación directa a 195

tramos viales. En el **Anexo 1** se presentan los instrumentos de recolección de información aplicados.

Figura 2-6: Unidades de planeamiento zonal (UPZ) seleccionadas



Fuente: SEPRO – UNAL

El diseño del cálculo de la muestra para la aplicación de las encuestas en las doce (12) UPZ se realizó con base en la cantidad de matrículas registradas para Bogotá, por localidad y UPZ, a partir de un repositorio elaborado según los registros de la Cámara de

Comercio de Bogotá-CCB con fecha corte a junio 30 de 2013, con un total de 310.753 matrículas activas.

Para determinar el tamaño de muestra, se utilizó un diseño muestral estratificado con asignación proporcional. La población objetivo corresponde al total de establecimientos ubicados en la 12 UPZ seleccionadas: Chapinero, Chicó Lago, Galerías, La Candelaria, La Sabana, Las Ferias, Las Nieves, Los Alcázares, Puente Aranda, Restrepo, Santa Bárbara y Zona Industrial.

Los estratos consistirán en los correspondientes sectores económicos de interés (comercio, industrial y servicios). En la Tabla 4 se presenta la estimación del tamaño de muestra para cada sector económico por UPZ con un error de muestreo del 10% y un nivel de significancia correspondiente al 95%. Lo anterior se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$N \frac{B^2}{k^2} + \frac{1}{N} \sum_{k=1}^L N_k p_k q_k$$

N_k = Total de la población del estrato

$p_k = 0,5$

$q_k = 0,5$

B = Error de estimación

k = Percentil de la tabla de distribución normal y depende del nivel de confianza

N = Total de la población de la población

L = No. de estratos

Tabla 4. Tamaño de muestra para las UPZ seleccionadas.

UPZ	Muestra. total UPZ	Muestra comercio	Población comercio	Muestra industria	Población Industria	Muestra. servicios	Población servicios
Chapinero	93	33	1652	7	368	53	2640
Chicó Lago	95	34	3396	7	661	54	5448
Galerías	94	39	2033	12	612	43	2228
La Candelaria	94	40	1677	13	546	41	1744

La Sabana	95	60	9164	14	2.179	21	3186
Las Ferias	94	44	2662	17	1.014	34	2105
Las Nieves	95	54	6036	11	1.214	30	3411
Los Alcázares	94	38	1519	11	458	44	1786
Puente Aranda	90	49	828	18	309	23	389
Restrepo	95	44	3177	21	1.483	29	2107
Santa Bárbara	94	34	1507	8	339	53	2364
Zona Industrial	94	56	2179	13	529	25	961
TOTAL	1127	525		152		450	

Fuente: Propia.

En cuanto a la selección de tramos para la aplicación del instrumento de aforos (Anexo 1 parte B), se analizó la criticidad de cada tramo al interior de las UPZ, teniendo en cuenta la cantidad o densidad de establecimientos de comercio, industria y servicios, así como los antecedentes de quejas y solicitudes por parte de la comunidad relacionadas con el C/D de mercancías.

2.3 Fase II – Investigación Propositiva

Basados en la identificación del sistema logístico y la caracterización de la Fase I, se desarrolla la fase propositiva de la investigación en la que se identificaron inicialmente los avances en el estado del arte en el tema de modelado de interacciones centradas en la oferta/demanda de servicios logísticos, como la consolidación de carga, para posteriormente proponer el modelo que se ajuste a las características del sistema de logística urbana, evaluado desde las operaciones de cargue y descargue de mercancías, y que contribuya a cerrar las brechas que en cuanto a consolidación de carga en cadenas de productos perecederos puedan existir.

Formulación del modelo de consolidación de carga. Teniendo como referencia las características del sistema, así como los avances en el estado del arte y posibles desarrollos futuros, en esta etapa se diseñó la estrategia de consolidación de carga que

sirve para aliviar las pérdidas de cadenas de productos perecederos a causa de la indebida manipulación de la carga en los diferentes nodos de la red, y para alcanzar eficientes niveles de operación en el contexto de la logística urbana.

Para la formulación se tuvo en cuenta el diseño de un modelo matemático que describe las operaciones de manejo de carga en el sistema logístico estudiado, y particularmente que tenga en cuenta las características de calidad, sanidad e inocuidad del producto perecedero. Además, un modelo de simulación, en el software de simulación Awesim with Visual Slam®, el cual sirvió de base para la generación de escenarios que permitieron establecer estrategias de implementación y respuesta ante diferentes circunstancias propias de la red y que se definieron siguiendo una metodología de diseño experimental. La simulación, además permitió la evaluación de las diferentes estrategias de consolidación de carga, desarrolladas en la academia y estudiadas en la revisión de literatura.

El modelo contempló un análisis relacionado con la adopción de tecnologías de información y comunicación (TIC) que soportan una posible implementación del modelo de consolidación.

Los resultados del análisis del modelo y la simulación sirven de base para la propuesta del esquema de operación logística de la red logística focal que se instrumenta a través de protocolos que contemplen las capacidades actuales y los estadios futuros del sistema.

2.3.1 Modelado de la consolidación de carga

El problema de investigación que se identificó para el desarrollo del modelo de consolidación de carga parte de la evaluación de un sistema logístico de productos perecederos, basado en esquemas de cooperación y coordinación de agentes de la cadena de suministro, que vincula el análisis de la relación *business – to business* que tiene cabida en la prestación de servicios logísticos 3PL como la consolidación de carga.

Estrategias de consolidación con 3PW/D (Third Party Warehousing/Distribution) asumen la prestación de servicios logísticos especializados en almacenamiento y distribución en

los que se deben tomar decisiones sobre el tamaño del envío y la frecuencia del mismo hacia clientes ubicados en una zona en particular.

El modelado de las estrategias de consolidación de carga, de acuerdo con (Cetinkaya, 2005), se subdividen en dos categorías: consolidación pura y consolidación integrada.

La consolidación pura se define como la estrategia logística llevada a cabo por una organización de manera aislada con respecto a la relación con los demás agentes de la cadena e incluso sin contemplar otras decisiones operativas como la gestión de inventarios. Tener en cuenta estas últimas condiciones en las estrategias de consolidación se denomina *consolidación integrada*.

El modelado de las estrategias de consolidación para el problema de investigación propuesto, parte de un modelo de optimización que determina las reglas de despacho una vez se recibe una orden de demanda. Tomando como información de entrada (*input*) las reglas de despacho, a través de la simulación se verifican el nivel de utilización de los medios de transporte y se asocian comportamientos estocásticos a los diferentes componentes del sistema.

Los elementos a tener en cuenta para el modelado y la simulación se describen a continuación, partiendo de los desarrollos tanto de las políticas en consolidación pura como integrada presentadas por (Cetinkaya, 2005).

Políticas en la consolidación pura

La rutina operativa para las políticas puras de consolidación determina la regla de despacho seleccionada cada vez que se recibe una orden. Los criterios para la selección de una rutina determinada son la satisfacción del cliente y la minimización de costos. Se busca dar respuesta a dos preguntas:

- ¿Cuándo despachar un vehículo para satisfacer los requerimientos de servicio al cliente?
- ¿Qué tan grande debe ser la cantidad de despacho para alcanzar economías de escala?

En la literatura se identificó una amplia investigación en modelos de consolidación pura (ver Estado del Arte), sin embargo problemas de característica estocástica faltan por resolver así como el análisis del impacto de estas rutinas operativas en el costo total del sistema y en la confiabilidad de los envíos.

Políticas en la consolidación integrada

Las iniciativas VMI (*Vendor Managed Inventory*), 3PW/D (*Third-Party Warehousing/Distribution*) y TDD (*Time Definite Delivery*) hacen parte de la agenda de investigación para las estrategias de consolidación integrada. Con el objetivo de evaluar el *trade-off* entre entregas a tiempo, cantidad de despacho económica y costo de mantener el inventario se han propuesto modelos bajo las filosofías descritas.

Brechas en la literatura

Desarrollar un marco de modelado y entendimiento teórico de las decisiones de inventario y transporte en el contexto de nuevas iniciativas en la gestión de la cadena de abastecimiento.

Estructura del modelado

La estructura de la función objetivo de costos tiene los siguientes componentes:

- Costo de aprovisionamiento y almacenamiento "*inventory carrying*" + costo de espera + costo de transporte

El modelado debe contemplar los siguientes elementos a manera de restricciones o condiciones del sistema:

- Servicio al cliente: La demora en las entregas puede verse representada en entregas tardías
- Costo de inventario y de espera
- Interdependencia entre las decisiones de inventario y despachos
- Estructura de los costos de transporte
- Capacidad de carga
- Múltiples áreas de mercado y múltiples productos

Aplicaciones evidenciadas en la literatura

Aplicaciones en la consolidación integrada de pedidos se basan en tres rutinas de operación:

- Políticas basadas en el tiempo de despacho/consolidación de pedidos T_c
- Políticas basadas en la cantidad de despacho/consolidación de pedidos Q_c
- Híbrido T, Q_c, T_c

Tanto las políticas basadas en el tiempo como en el costo han sido aplicadas en VMI, 3PW/D y TDD. De forma general los basados en tiempo se utilizan para productos tipo A (bajo volumen/alto valor); mientras que los basados en cantidad se usan para productos tipo B (alto volumen/bajo valor).

Dentro de las limitaciones existentes de los modelos de consolidación se encuentra la caracterización de políticas óptimas integradas que aseguren un nivel aceptable de servicio al cliente, en un ambiente estocástico para los procesos generales de demanda, para el transporte por flota privada y pública bajo restricciones de capacidad, y para únicos o múltiples áreas de mercado.

Modelos analíticos para políticas integradas

En general, la literatura sobre inventarios en redes multi nivel, particularmente el problema de la coordinación vendedor-comprador está muy relacionado con los problemas de políticas integradas.

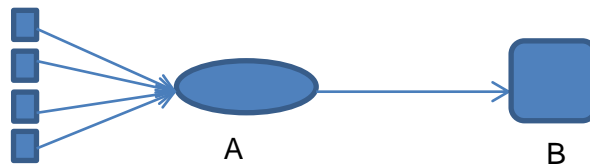
Dentro de las necesidades más relevantes se encuentran los siguientes elementos que se constituyen en objetivos del modelo a proponer en la presente disertación:

- Caracterización de las políticas integradas óptimas y las políticas que aseguran niveles aceptables de servicio al cliente, en un ambiente estocástico para los procesos de demanda, para el transporte por flota privada y de servicio público bajo restricciones de capacidad, y para una o varias áreas de mercado.
- Análisis de tiempo versus costo para las políticas puras e integradas y análisis de condiciones bajo las cuales integración funciona mejor.

Modelado y metodología

Políticas de consolidación: Confluyen a un centro de consolidación / des consolidación (A) productos que agrupados responden las demandas de clientes (B).

Figura 2-7: Representación de un sistema de consolidación de carga.



Fuente: Propia.

Supuestos:

- ✓ Tiempo de llegada es estocástico
- ✓ Pesos de los envíos son estocásticos

El objetivo es encontrar una política de consolidación que minimice el costo esperado a largo plazo de transporte más almacenamiento en A.

Los parámetros de consolidación especifican:

- Cuándo despachar un vehículo desde A para que los requerimientos de servicio se satisfagan
- Qué tan grande debe ser la cantidad de despacho para encontrar economías de escala

Simulación

Aproximaciones para la solución del problema de consolidación de carga han sido abordadas desde la optimización matemática o la simulación de Monte Carlo. Sin embargo, (E. Lee & Farahmand, 2010) sugiere que la complejidad del análisis simultáneo de los sistemas logísticos de abasto, almacenamiento y distribución, con las diferentes

estrategias que surgen para el mejoramiento de los niveles de desempeño de la red, puede ser abordada a través de la simulación de eventos discretos.

Utilizar la simulación como herramienta para evaluar las estrategias de consolidación se explica tras identificar en (Ford, 2006b) las siguientes ventajas, que no tienen en su totalidad los modelos presentados previamente:

- Contienen diversas interacciones entre los elementos
- Contienen elementos afectados por la aleatoriedad, no predictibilidad, riesgo, etc.
- Incluye actividades cuyo desempeño es afectado por demoras en el tiempo.
- Permite analizar los recursos del sistema logístico.
- Permite evaluar las reglas, políticas, capacidades de resolución de problemas de operación que requieren los sistemas logísticos.

(Kleijnen, 2005) agrega a las ventajas de la simulación la posibilidad de verificación, sensibilidad (*what-if analysis*), optimización, robustez y análisis de incertidumbre para niveles estratégicos.

Dadas estas ventajas, se diseña una simulación por eventos discretos que identifica las condiciones de operación de una estrategia de consolidación de carga en el contexto de la logística urbana de Bogotá, D.C.

2.3.2 Diseño de escenarios

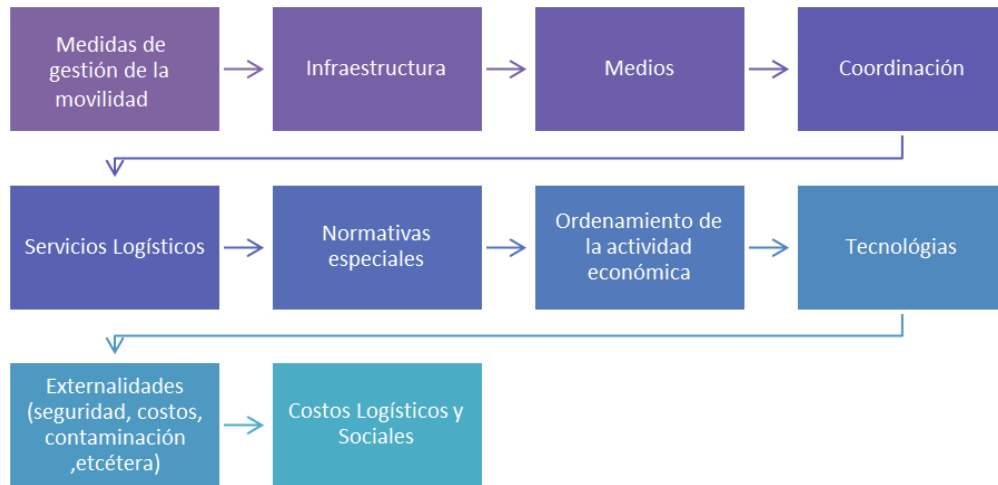
En cuanto a la metodología para la formulación de escenarios, se deben desarrollar en el marco de los lineamientos que se presentan en la Figura 2-8.

Los elementos para el lineamiento tenidos en cuenta (Figura 2-8), deben tener como principios epistémicos y semióticos² los criterios generales de la logística urbana o

² *Episteme*: Conocimiento exacto. Conjunto de conocimientos que condicionan las formas de entender e interpretar.

logística de ciudad interpretados para la definición y direccionamiento de unos escenarios de evaluación que permitan concretar y estructurar la estrategia de consolidación de carga que impacte positivamente la gestión de las operaciones logísticas asociadas al cargue y descargue de mercancías en la ciudad de Bogotá.

Figura 2-8: Elementos para el lineamiento del diseño metodológico de alternativas.



Fuente: SEPRO - UNAL

CRITERIOS GENERALES PARA LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN

La gestión de las operaciones logísticas, debe fundamentar su deber ser en los sistemas generales de las operaciones asociadas al cargue y descargue de mercancías en la ciudad de Bogotá, en los subsistemas que la componen, en el contexto de los elementos definidos para los lineamientos, con el propósito de controlar mediante la trazabilidad y monitoreo, a través de los criterios de coordinación, sincronización y cooperación de estos sistemas teniendo en cuenta las relaciones de poder que de ellos se deriven, de forma tal que tengan la capacidad de proveer a los actores implicados en forma directa e indirecta y para aquellos que por alguna circunstancia no hayan sido tenidos en cuenta, Herramientas y Lineamientos claros y concretos para el soporte de la toma de decisiones a través de la facilitación conveniente y necesaria, definidos como criterios generales para la gestión.

Semiótica: Teoría general de los signos. Para nuestro caso el entendimiento de los criterios tácitos de la logística de cargue y descargue, interpretados de acuerdo con los elementos actuales de la ciudad.

En el contexto anteriormente definido, las herramientas para la gestión de las operaciones de cargue y descargue en el marco de los escenarios para la consolidación de carga, debe contemplar los siguientes aspectos:

- El menor tiempo de respuesta a las necesidades derivadas del cargue y descargue.
- El control de cantidades exactas en los lugares solicitados por los sistemas empresariales u organizaciones. Dentro de las zonas definidas.
- La definición de costos óptimos permitiéndoles ser competitivos.
- La mejor calidad alcanzada.

Se debe tener en cuenta que la calidad es variable y cada día evoluciona respecto a la satisfacción del cliente o consumidor final, debido a que es él quien percibe las condiciones en las cuales recibe los bienes y servicios a través de las operaciones C/D. Por esta razón la Formulación de escenarios para la consolidación de carga deben facilitar soluciones que contengan:

- Bajos impactos ambientales y en movilidad.
- Generar a largo plazo desarrollo sostenible en función del entorno social impactado.
- Aprovechamiento máximo de los recursos de las empresas, teniendo en cuenta las restricciones existentes.
- La adaptación de nuevas tecnologías.

Existen más aspectos que se van desarrollando a lo largo de la implementación de las estrategias de consolidación de carga que permitan superar las expectativas del consumidor o cliente final, dando pauta a sistemas empresariales y organizaciones más competitivas en el mercado global.

COMPONENTES PARA LAS OPERACIONES DE CONSOLIDACIÓN DE CARGA

Los elementos que definen la operación logística de consolidación de carga están determinados en la estructura de la logística de entrada, logística de producción y logística de salida con sus respectivos compendios de retroalimentación. De manera

adicional, se deben contemplar otros subsistemas como lo son el subsistema de logística verde y subsistema de logística bidireccional.

Componente de Entrada

Desde el punto de vista de mercancías que son sometidas a almacenamientos temporales corresponden usualmente a materias primas, insumos, materiales para la elaboración de productos que son procesados en otros lugares y otras veces son productos terminados que van a pasar a centros de distribución. En este subsistema puede evidenciar algunas de estas actividades:

Actividades de Aprovisionamiento: contempla actividades de compra y adquisición de suministros, que son determinados por la necesidad del sistema a través de la gestión de los inventarios.

Actividades de Almacenamiento: contempla tareas de recibo y control de bienes al sistema que continúan en tránsito a las firmas de producción. El almacenamiento de productos terminados se podría contemplar como un proceso que solo tiene actividades en subsistemas de entrada y salida, que no pasa por almacenamiento sino que van directamente a distribución a través de una plataforma *crossdocking*, cuyas actividades son des consolidación de carga y distribución continua.

Componente de Producción o Transformación

Corresponde a un subsistema de producción o transformación³, mediante las actividades que a continuación se describen:

Actividades de manutención: éstas actividades se pueden describir en los movimientos internos que hace el personal operativo mediante operaciones de *picking* y *packing*.

Actividades de empaque: mucho de estos bienes necesitan de un empaque especial para que no pierdan características ni cualidades.

³ En este caso la transformación es la des consolidación y la transformación a través de servicios prestados a la carga.

Actividades de paletizaje: Los productos terminados deben ser unificados y estandarizados a unidades logísticas (Cantidades que se puedan manipular en bloque con mayor agilidad) utilizando por ejemplo: barriles, canecas, estibas, canastas, etcétera.

Componente de Salida

La salida del sistema puede llegar de dos actividades, directamente del subsistema de producción o desde un almacén de productos terminados. Al llegar del subsistema de producción debe cumplir con las normas básicas o protocolos de producción o transformación, como fechas de producción y vencimiento números de lote, y estar en un reporte de producto terminado para efectos de inventario. Las actividades fundamentales son las siguientes:

Actividad de Alistamiento: se desarrolla mediante las actividades de clasificación, identificación, *picking* y *packing* de los pedidos, actividades que son ejecutadas por operarios a la hora de seleccionar un pedido dentro de la gran cantidad de productos heterogéneos ubicados en las bodegas de almacenamiento de productos terminados, agrupados mediante una lista de chequeo de pedidos de clientes para pasarlos al área de cargue y despacho.

Actividades de cargue: Esta actividad compromete tareas de revisión de los pedidos y cargue a los distintos medios de transporte, de acuerdo con sus características cualitativas y cuantitativas, la tecnología apropiada para la actividad de cargue.

Actividades de despacho y distribución: El despacho de pedidos involucra protocolos de papelería, como facturas remisiones, guías, etc. La distribución es asignada a través de rutas de entrega que la ejecutan los transportadores.

De esta manera se ha descrito la metodología que guió el desarrollo de la tesis.

3. Caracterización – Redes logísticas agroalimentarias en la logística urbana

La red de logística agroalimentaria en la logística urbana de la ciudad capital es entendida como los procesos que van desde la disponibilidad de materias primas hasta el consumo final de los alimentos, teniendo en cuenta la necesidad de garantizar los alimentos disponibles, con sus condiciones de calidad, de inocuidad y el valor nutricional en función del grupo poblacional que los requiere, y que a su vez exige una planeación estratégica en la cadena, con el objetivo de proporcionar la cobertura total de la población.

Así mismo es la capacidad que tienen las organizaciones para asegurar que el transporte y la logística de los alimentos sean seguros, en el sentido que se mantenga el “Control de Calidad de Alimentos”, que son el conjunto de medidas y actividades necesarias para proteger la calidad e inocuidad de los alimentos desde el comienzo de la producción hasta la entrega al consumidor, lo cual debe ser una actividad regulada y obligatoria.

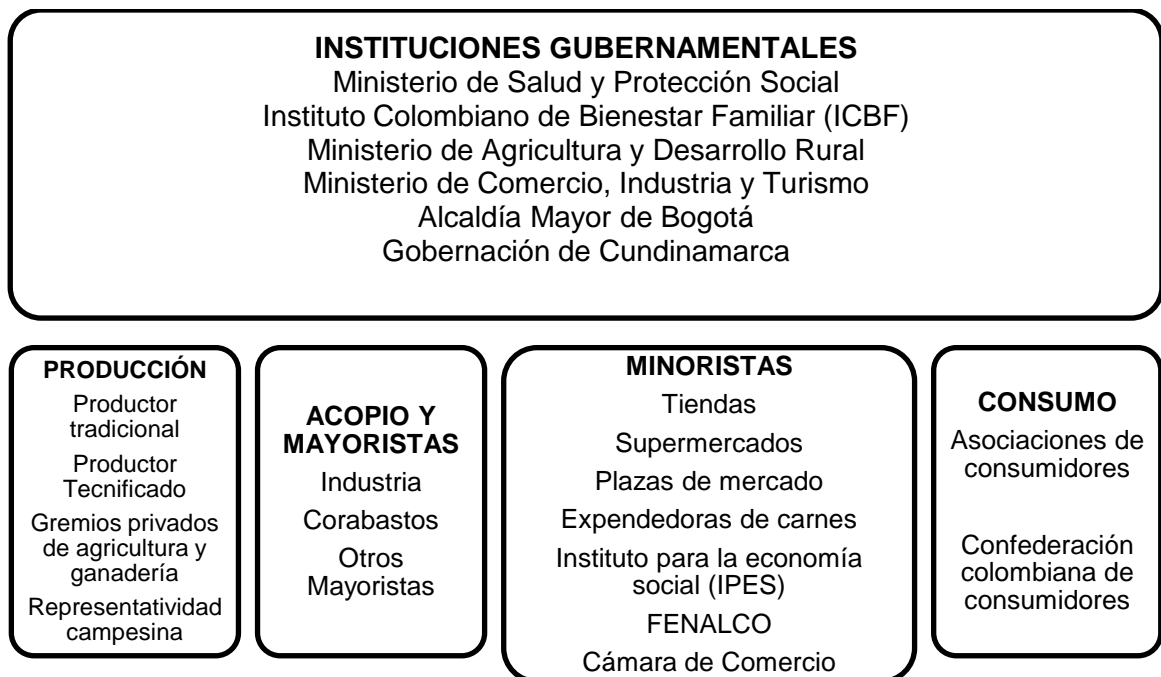
Se analizó la cadena de suministro hasta el consumidor final, teniendo como componentes de la cadena:

- Los centros de acopio.
- Los agentes del mayoreo, compuestos por: la industria, Corabastos y otros mayoristas.
- Los agentes detallistas que son: tiendas, supermercados, plazas de mercado, tiendas especializadas, famas y otros minoristas.
- El consumidor final.

3.1 Identificación y Localización de Agentes

Dentro de la cadena de suministro se identifican los actores señalados en la Figura 3-1, entre los cuales se presentan los distintos tipos de flujos y se desarrollan las relaciones de poder. Además de los actores encargados de desarrollar las actividades logísticas también se encuentran entes reguladores.

Figura 3-1: Identificación de los Actores.



Fuente: Propia

Producción

- El productor tradicional comúnmente es el pequeño cultivador, con dificultades de acceso a los mercados, debido en parte a condiciones topográficas o a la falta de vías de comunicación adecuadas; trabaja con apoyo de mano de obra familiar, presenta bajo nivel de escolaridad, bajo nivel de adopción tecnológica y bajo nivel de organización de productores; mantiene una economía de subsistencia sin generar economías de escala, con mayores costos y menor competitividad. Los márgenes de rentabilidad de los productores, en especial de los pequeños que son la mayoría, son estrechos. Gran parte de los productores, sobrevive gracias a la incorporación de mano de obra familiar, y baja compra de insumos en el mercado (agroquímicos, pesticidas, y otros).

Se trabaja sin crédito, y al no tener acceso a garantías bancarias, se acude a recursos propios, o al crédito informal. Esto, que puede ser un factor desfavorable, también tiene un lado positivo al evitar el sobre endeudamiento del agricultor, y al reducir exceso de cultivos grandes que no hallarían mercado en un momento dado; también por poner en peligro las fincas de los agricultores, ante probables embargos bancarios (UESP, 2005).

- Los productores tecnificados (medianos y grandes), concentran la mayor proporción de las tierras más fértiles, con riego y topografía plana; con buenas vías de comunicación a los mercados; trabajan con asistencia técnica y mano de obra calificada, con semillas certificadas y emplean agroquímicos (fertilizantes, herbicidas e insecticidas), para buscar mayor productividad y calidad.

Existe predominio del pequeño y mediano productor en los abastos alimentarios de Bogotá, con dispersión y su condición de “economía campesina”, esto puede considerarse más una fortaleza que una debilidad. Los grandes empresarios están menos preocupados en producir alimentos (excepto en ganado de carne y en leche), y más se orientan a flores y cultivos de exportación.

Los pequeños productores y campesinos son los principales abastecedores de toda la línea de fruver, papa, panela, leche, y en parte ganado de carne (en que dominan los grandes productores en las zonas cálidas).

Aunque todos los productores son individuales, o hay pocos casos de organización cooperativa para la oferta, la mayoría actúa con un criterio común, que es la “fuerza compradora de Bogotá”, e incluso con la presencia de otras demandas, los productores al hacer su plan de cultivos, piensan en la demanda de Bogotá como el horizonte para decidir volúmenes, calidades, épocas y precios esperados; el mercado local y regional es secundario.

Quienes han obstaculizado a los productores y campesinos para llegar a Bogotá, en mejores condiciones con sus productos, han sido los intermediarios, con niveles de remuneración bajos; igualmente con prácticas de pago y normas de compra contrarias a la ética comercial.

Acopio y Mayoristas:

- Mayorista: La Corporación de Abastos de Bogotá, S.A. Corabastos, opera desde 1972, abarca una superficie de cerca de 80.000 m² con 18.000 m² construidos, de los cuales más de 10.000 m² son útiles para el almacenamiento / venta. El área restante se destina a circulación, a parqueo de camiones y de otros vehículos de cargue y descargue. Está conformada por 57 bodegas, en las que operan 1.260 mayoristas inscritos (hay otros 800 clandestinos en subarrendamiento, más otros 2.000 ayudantes / comisionistas / negociantes de mayoreo), y existen cerca de 1.339 minoristas. El área promedio es 12 metros por mayorista; inicialmente, el 25% del área de Corabastos, por reglamento, se destinó a los productores (área disponible abierta para campesinos y todo tipo de agricultores que llegaran con sus productos), pero fueron sacados desde hace más de un decenio por los comerciantes. La población flotante de Corabastos es de 150.000 personas al día. Y se generan 65 toneladas diarias de basura, cuyo manejo cuesta \$140.000 por tonelada, lo que representa casi \$3.300 millones por año (SDP, 2009).

Corabastos es una empresa de capital mixto, la mayoría gubernamental (Distrito Capital, Cundinamarca y entidades nacionales), que alquila las instalaciones del mercado mayorista. Es decir, Corabastos no maneja productos, no fija ni regula precios, no compra ni vende alimentos, no regula calidades, no puede ejercer sobre los comerciantes ninguna orientación, menos algún ordenamiento de conducta comercial o empresarial.

Los precios que se forman en Corabastos, rigen para algo más de la tercera parte de los mismos en la economía Colombiana, no sólo en el sistema tradicional de distribución (tiendas, plazas), sino en las cadenas modernas de distribución.

La función mayorista de Corabastos es altamente importante, todo operador de mercado busca esta entidad para abastecerse, sea una gran cadena detallista, un hotel o restaurante, el detallista de la plaza y la tienda.

La función de abasto se cumple plenamente, sólo que con ineficacia: altos costos, pérdidas, gran afectación urbana, desestimulo a los productores y abastecedores de alimentos, insatisfacción de los consumidores (UESP, 2005).

- Industrias: La transformación de los alimentos para el abastecimiento de Bogotá es importante en las cadenas de leche, carne de res, pollo, arroz, panela, abarrotes y papa.

Por lo general los grandes centros de transformación se ubican en la zona industrial de la ciudad o en los municipios cercanos; es poco frecuente que se encuentren cercanas a zonas residenciales. Dado el impacto generado en vías, aire, residuos, aguas, ruido y paisaje urbano, un centro de transformación es prácticamente incompatible con el uso residencial del suelo.

Las industrias del arroz y la panela, están localizadas en otras zonas diferentes de Bogotá y la región definida; el producto llega procesado a los centros mayoristas y detallistas de distribución.

La industria molinera de arroz, conjuntamente con los otros granos, está integrada por 77 molinos localizados en departamentos como el Tolima, Meta y Casanare, en los cuales se procesan 153.000 toneladas, utilizando el 76,5% de su capacidad instalada. La industria de la panela cuenta con una capacidad instalada de 300.000 toneladas de la cual utiliza el 69,4%.

La industria de la leche que abastece a Bogotá, está conformada por 36 plantas de enfriamiento y procesamiento, en las cuales se procesan 594.256 toneladas anuales, con una utilización del 49,9 % de la capacidad instalada.

La industria de la carne de res, está integrada por tres plantas de sacrificio localizadas en la ciudad, que faenan anualmente 517.922 reses, lo que corresponde a una utilización del 67,2% de la capacidad instalada, además de las 129.600 que se sacrificaron en plantas localizadas en los municipios de la región de la Sabana de Bogotá.

La carne de pollo se procesa principalmente en 11 plantas localizadas en Bogotá, donde se obtienen 83.453 toneladas en canal, que representan un 46,8% de la capacidad instalada.

La industria de abarrotes (aceites y grasas, pastas y pan, azúcar, sal y chocolate) está localizada en un 83% dentro de Bogotá y la región definida y el 17% restante fuera de esta zona, con un volumen de transformación de 329.511 toneladas.

Finalmente, la industria de la papa transforma el 15% de la papa que consume Bogotá (UESP, 2005).

Minoristas

- Detallista: Las tiendas y plazas distribuyen ambos casi el 52% de los alimentos de la canasta básica en Bogotá, y su problemática comienza cuando deben abastecerse, casi en un 100% en Corabastos.

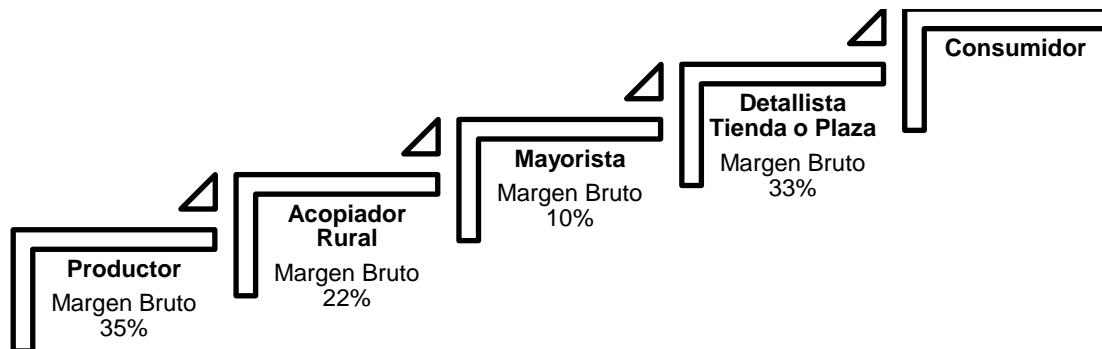
Estos comerciantes se enfrentan a diferentes dificultades en su función de abasto: congestión, desorden, horario (3 AM a 6 AM), falta de transparencia en precios y negociaciones, buldeo entre bodegas y medios de transporte separados en dos o tres hectáreas congestionadas, con 150.000 personas interactuando en todo tipo de actividades, etc. Alto costo de transporte de la carga comprada, entre Corabastos y el negocio del detallista (el flete equivale a 10% del producto comprado).

El minorista trabaja con un 35% de margen sobre el producto, del cual un 23% apenas le permiten cubrir los costos de transporte entre Corabastos y su negocio, más las pérdidas, mermas y bajas de calidad por manipulación ineficiente en la cadena. El pequeño detallista debe sobrevivir con el restante 12% de margen para pagar una proporción del resto de costos: arriendo, mano de obra, servicios, capital de trabajo, etc.

Los pequeños detallistas de alimentos, de tiendas y plazas, son los responsables del abastecimiento de casi el 90% de la población más pobre; ellos no tienen acceso a economías de ninguna especie, ni en compras, ni en transporte, ni en empaque u otros servicios. Son los receptores de todas las des economías y falencias del sistema de distribución, por lo que su negocio tiene una característica crítica: compran caro, venden caro, y ganan poco, apenas sobreviven. Pero son muy importantes para la alimentación de la población vulnerable: fían, venden 18 horas al día, fraccionan vendiendo media libra, un cuarto, un “pucho”, lo que el consumidor pueda pagar. Pero a un precio caro. (UESP, 2005).

Consumo:

Este se encuentra determinado por el consumidor pobre es el que compra más caros los alimentos en Bogotá y en Colombia, en una relación técnica: calidad, sanidad, versus precio. El siguiente diagrama muestra la distribución de los costos del producto a través de la cadena que suministra a Bogotá:

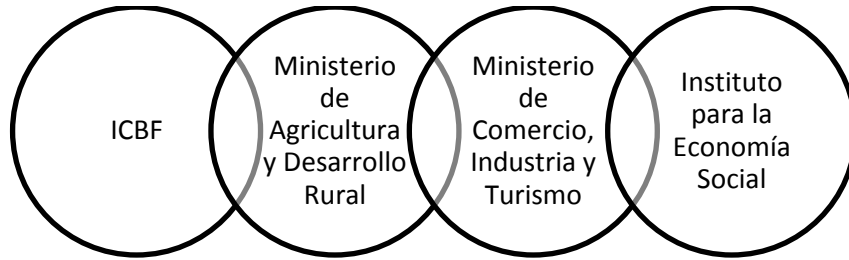
Figura 3-2: Distribución de costos de producto a través de la cadena

Fuente: (UESP, 2005).

De acuerdo con lo anterior, el consumidor de productos perecederos (Fruver principalmente), paga \$100, por un bien vendido por el productor en \$35, lo que significa que los intermediarios se quedan con \$65, casi el doble de lo recibido por el productor, en valores brutos, a los cuales el productor debe cargar los costos de producción y los intermediarios los costos respectivos. El 65% de los costos de intermediación, se distribuyen de la siguiente manera: el acopiador rural el 22%; mayorista el 10%, detallista el 33%.

Debido al incremento de los precios a través de la cadena, se podría pensar a favor del consumidor con una estrategia que permita un acercamiento entre productores y consumidores, que reduzca el costo de intermediación, así como las pérdidas y des economías en el proceso, beneficiando al consumidor y simultáneamente al productor primario.

Las instituciones gubernamentales que son los agentes directamente involucrados con la logística de seguridad alimentaria son:

Figura 3-3: Agentes Gubernamentales de la Seguridad Alimentaria

Fuente: Propia.

- ICBF:

Trabaja por el desarrollo y la protección integral de la primera infancia, la niñez, la adolescencia y el bienestar de las familias colombianas (ICBF, 2014).

- El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Min Agricultura).

Formula, coordina y evalúa las políticas que promuevan el desarrollo competitivo, equitativo y sostenible de los procesos agropecuarios forestales, pesqueros y de desarrollo rural, con criterios de descentralización, concertación y participación, que contribuyan a mejorar el nivel y la calidad de vida de la población colombiana. (MinAgricultura, 2013).

- El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (Min CIT).

Apoya la actividad empresarial, productora de bienes, servicios y tecnología, así como la gestión turística de las regiones del país, con el fin de mejorar su competitividad, su sostenibilidad e incentivar la generación de mayor valor agregado, lo cual permitirá consolidar su presencia en el mercado local y en los mercados internacionales, cuidando la adecuada competencia en el mercado local, en beneficio de los consumidores y los turistas, contribuyendo a mejorar el posicionamiento internacional de Colombia en el mundo y la calidad de vida de los colombianos (MinCIT, 2031).

- INVIMA

Protege y promueve la salud de la población, mediante la gestión del riesgo asociada al consumo y uso de alimentos, medicamentos, dispositivos médicos y otros productos objeto de vigilancia sanitaria (INVIMA, 2013).

- IPES

Diseña y desarrollar alternativas productivas, acordes a las políticas públicas del sector de Desarrollo económico de Bogotá, para elevar la productividad y competitividad de la población económicamente vulnerable de la ciudad y apoyar la economía popular” (IPES, 2013).

3.2 Descripción de los flujos de las redes logísticas

En esta sección se describe de forma concreta los flujos de las redes logísticas agroalimentarias de Bogotá.

3.2.1 Flujos Físicos

La caracterización se realiza teniendo en cuenta el análisis de los 33 alimentos más frecuentes de la canasta bogotana, se pueden clasificar dentro de nueve cadenas productivas, con los cuales se llega a un consumo promedio diario por ciudadano de cerca de 0,9 kilogramos (884.77 gramos), para un promedio diario que oscila entre 8000 y 9000 toneladas (8000 – 9000 ton/día.) para 2014.

Este consumo aparente de 885 gramos por ciudadano día se refiere a los alimentos comprendidos en las 9 cadenas, y equivale a un 90% de la ingesta de alimentos promedio, no se considera el consumo de alimentos fuera del hogar. Lo que aclara la información que se da al tener el valor ofrecido por el DANE que registra un consumo diario de 1.102 gramos. Los alimentos que fueron considerados se muestran en la Tabla 5:

Tabla 5. Cadenas de suministro agrícola

CATEGORIAS LOGISTICAS	ALIMENTOS CANASTA BASICA
Carne de Res	Carne de res y vísceras de res
Fruver	Plátano, yuca, tomate, cebolla, zanahoria, espinaca y acelga, arveja verde, cítricos, papaya, banano y

	guayaba
Papa	Papa
Leche y Derivados	Leche fresca, queso y cuajada
Abarrotes	Aceite y grasas, pastas y pan, azúcar, chocolate y sal
Granos	Arroz, leguminosas importadas y frijol seco
Panela	Panela
Huevos	Huevos
Carne de Pollo	Carne de pollo y menudencias de pollo
Total Alimentos	33 alimentos de mayor consumo

Fuente: Propia

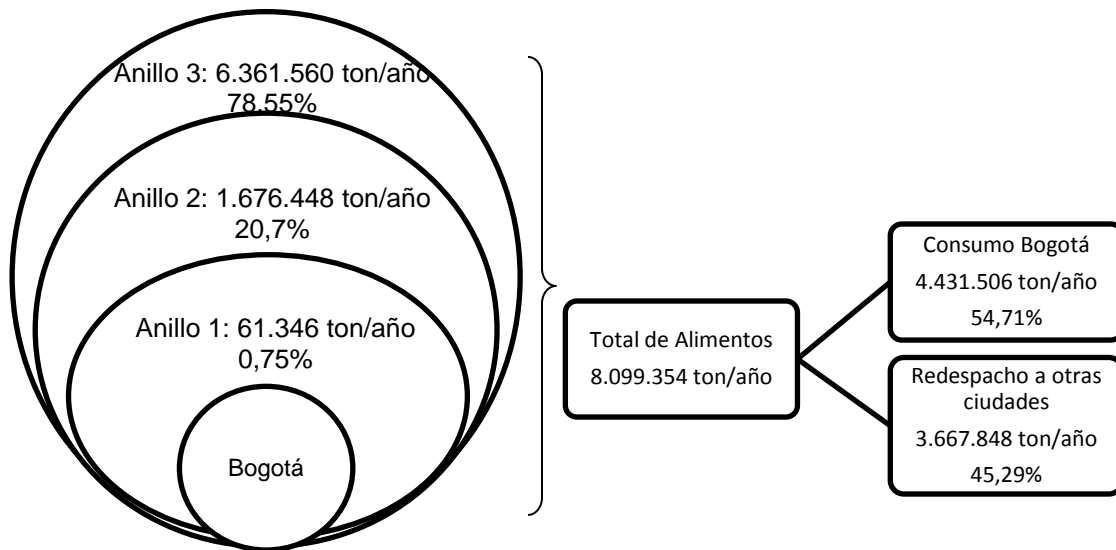
Origen de la carga

Las principales áreas de producción de alimentos que abastecen a Bogotá se clasifican en tres zonas denominadas anillos que son definidas por el Plan Maestro de Abastecimiento de Bogotá de la siguiente manera: El primer anillo, integra los 19 municipios aledaños a la ciudad, abastece el 0,75% del consumo de la ciudad, siendo especialmente importante en leche, hortalizas, frutas y papa. El segundo anillo, reúne al resto de municipios de Cundinamarca y agrega los departamentos de Meta, Boyacá y Tolima; es responsable de otro 20,7% del abasto de la capital, e incluye la producción de papa, arroz, carne de res, carne de pollo, huevos plátano, yuca, cítricos, papaya, hortalizas (arveja verde, tomate y cebolla) y panela. El restante 78,55% proviene del tercer anillo compuesto por los demás departamentos del país.

De 8,1 millones de toneladas de alimentos que ingresan por año, a Bogotá, cerca de las tres cuartas partes son abastecidas por productores tradicionales y el restante 25% por productores tecnificados con cultura empresarial; se calcula en cerca de 2 millones de productores rurales están involucrados en el abastecimiento de Bogotá, por año.

Bogotá es considerado el primer receptor de carga del país, recibe 19.81% del total de la carga, del cual el 32.41% son productos agrícolas, lo que significaría que a Bogotá ingresa 6,42% de la carga agrícola generada por todo el país (UESP, 2005).

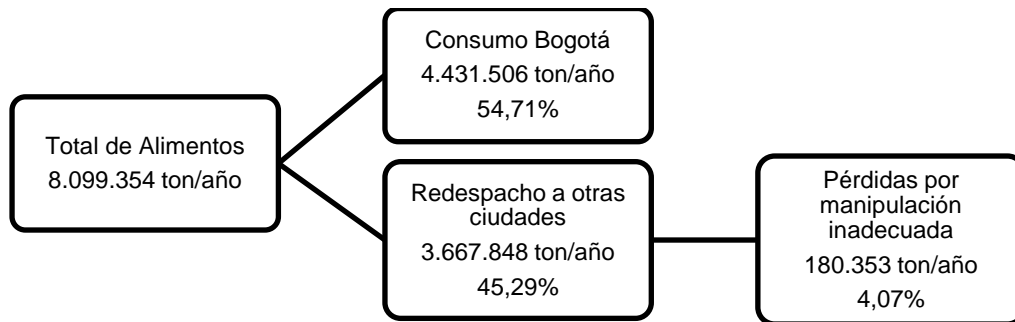
Figura 3-4: Áreas de Producción de alimentos que abastecen a Bogotá



Elaboración: Propia.

Fuente: Matriz Origen Destino de Carga Nacional 2013

Figura 3-5: Destino de alimentos que ingresan a Bogotá



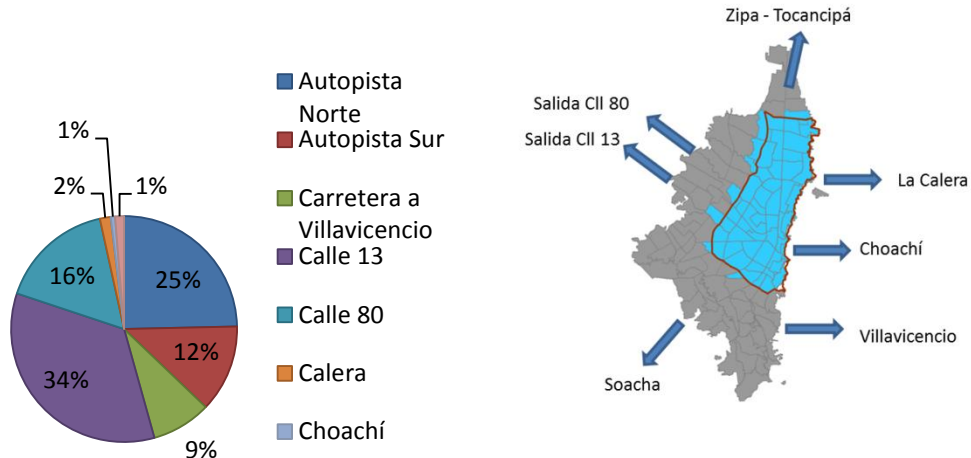
Elaboración: Propia. Fuente: Actualización a 2013 de (UESP, 2005)

Del flujo total entrante de alimentos a la ciudad de Bogotá el 54,71% se destina para el consumo y dentro de esta cantidad se presentan pérdidas debido a ineficiente manipulación de los productos, lo cual se hace evidente en las 65 toneladas de basuras que se producen diariamente en Corabastos y que tienen un costo de manipulación de \$140.000 por tonelada, aproximadamente \$3.300 millones por año.

La oferta de alimentos que ingresa a Bogotá, proveniente de los tres anillos de abastecimiento, está distribuida en las ocho (8) rutas de ingreso a la ciudad de la

siguiente manera: Tocancipá, 25%; La Calera, 2%; Choachí, 1%, Villavicencio, 9%; Soacha, 12%; Calle 13, 34%; calle 80, 16%. En total suman 8 099 354 toneladas por año, para los 33 productos de la canasta del Plan, de las cuales el 54,71% quedan en Bogotá y el 45,29% son re despachadas a otros destinos en el centro del país, hasta el anillo 2, e incluso el anillo 3.

Figura 3-6: Rutas de ingreso de los alimentos a Bogotá



Fuente: (SDM, 2010).

Los productos que llegan a Bogotá, vienen por intermedio de acopiadores /camioneros / transportistas (en Fruver, papa, panela, ganado en pie), y algunos productores, cada vez en menor proporción.

A Corabastos llega el 60.6 % de Fruver, papa, panela, y una parte cada vez menor de granos, abarrotes y otros productos durables. El 26% de los alimentos va a la industria (se destacan los mataderos, que reciben ganado en pie), las industrias lácteas (parte de la leche, ya viene pasteurizada en plantas localizadas en el primer y segundo anillo, en los alrededores de Bogotá); el 13% va a otros mayoristas, incluso a las empresas mayoristas, propias o en *outsourcing*, que surten a las grandes cadenas de supermercados.

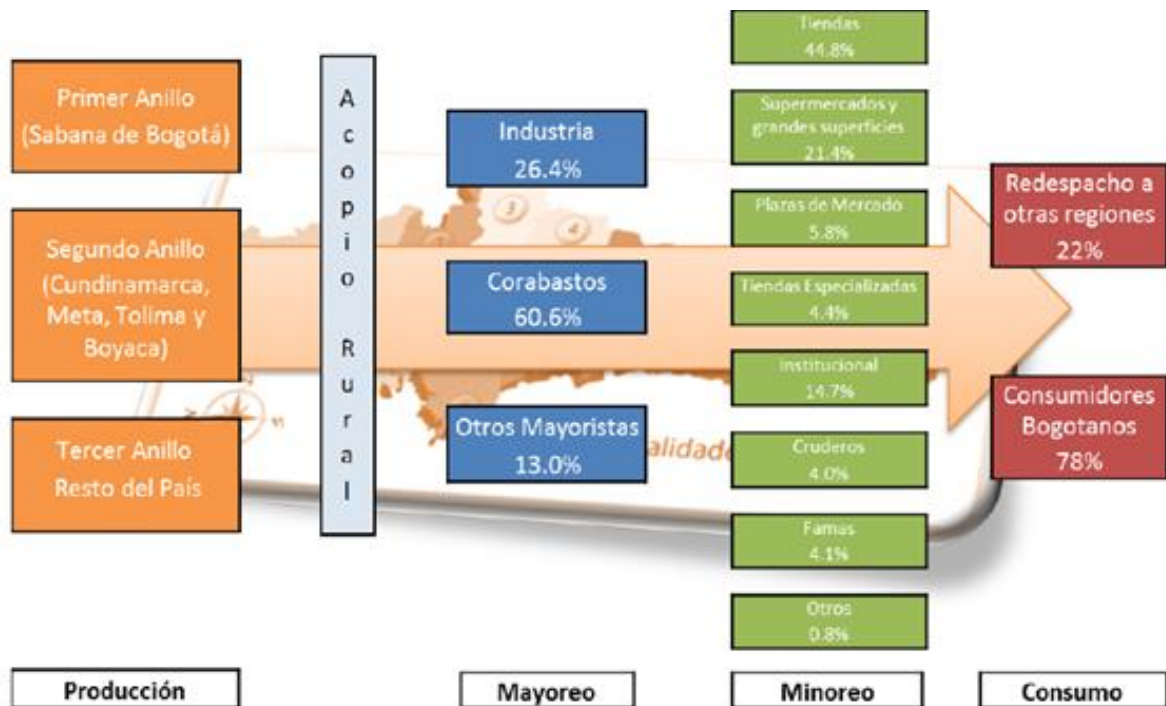
De acuerdo con el Plan Maestro de Abastecimiento de Bogotá, diariamente más de 26.000 productores envían sus productos a la capital a través de 1,846 camioneros /

intermediarios / transportadores; la gestión de mayoristas, procesadores y otros agentes y empresas al por mayor, reúne a 4.800 agentes.

La labor de distribución detallista /minorista, congrega a casi 135.000 agentes, entre empresas y micro detallistas, o sea familias – negocio (tienda, vivandero, ambulante, etc.).

Según entrevistas con funcionarios del Instituto para la Economía Social (IPES), los alimentos llegan a los consumidores de la siguiente manera; por medio de las tiendas tradicionales el 45%; por las tiendas especializadas el 4%; por los vivanderos de las plazas casi el 6%; por los supermercados y cadenas detallistas el 21.4%; por las famas el 4% (sólo carne, res y algo de pollo y cerdo); el mercado institucional, hoteles, restaurantes, comisariatos y similares el 15%; leche cruda el 4%, y otros, el saldo (**Figura 3-7**).

Figura 3-7: Flujo de Abastecimiento de Alimentos a Bogotá. Basado en: 33 Productos en 9 cadenas.



Elaboración: Propia

Fuente: Entrevistas IPES, 2013.

Particularidades de flujo por producto

La caracterización de cada una de las cadenas ha sido sintetizada en los estudios previos del Plan Maestro de Abastecimiento Alimentario de la Ciudad de Bogotá, y se describen a continuación:

Carne de res

Bogotá recibe el 75% de la carne como ganado en pie, que es sacrificado en el interior de la ciudad, y el 25% como carne procesada fuera de la ciudad. Un 28% de la oferta de la carne va refrigerada, cumpliendo normas de sanidad, pero el 72% se distribuye “caliente”, sin refrigeración y con importante posibilidades de deterioro y contaminación.

Leche y derivados lácteos

Del total de la leche se pasteuriza un 86%, pero aún llega un 14% como leche cruda al consumidor, lo cual está en contra de normas de más de 30 años que prohíben la venta de leche cruda.

Huevo

El huevo proviene de granjas especializadas, el 7% fluye por sistemas de distribución modernos, el resto fluye por el sistema tradicional, pero bajo control de las granjas o de mayoristas que ofrecen relativa eficiencia y control de calidad, con alta competencia entre agentes, que reducen costos y mejora el sistema.

Abarrotes

En el sector de los abarrotes domina la industria como proveedor, la cual ejerce calidad y marca; el sistema tradicional distribuye el 77% y el resto fluye en el sistema moderno de distribución, pero bajo la marca y el control de calidad del fabricante, y con suficiente competencia para evitar especulaciones o márgenes indebidos.

Granos

En los granos son dominantes por la oferta los importadores. En la distribución 46% va por los canales tradicionales, pero es muy relevante el comercio moderno de supermercados y cajas de compensación, que trabajan con economías de escala y precios de competencia. Hay mayoristas modernos, varios patrocinados por las

industrias, compitiendo con los de Corabastos. No hay distorsiones en mercados o precios de los granos.

Frutas y verduras

La oferta comercialización de frutas y verduras es dual: sistema tradicional dominante y moderno, tratando de ganar espacios con inversión, eficiencia y promoción. Domina el pequeño oferente minifundista, conectado con Corabastos, bajo un sistema de alta ineficiencia que afecta al consumidor final, pérdidas en la cadena del 22% de la producción. Es la cadena más rezagada y que exige grandes esfuerzos, pero así mismo, genera potencialidades y expectativas de cambio, ya que el consumo de Fruver es el de mayor crecimiento.

Panela

La panela proviene de un sistema integrado verticalmente en finca, que aporta interesantes logros de eficiencia, aunque con limitantes de calidad y uniformidad, dada la enorme dispersión en la oferta. La distribución de la panela sigue el sistema tradicional con dominio de Corabastos.

Papa

El sistema de distribución de la papa tiene algún parecido al de Fruver, la industria capta más del 10% de la demanda para procesamiento. Hay productores organizados y gremios responsables, que intentan agregar cambios en el sistema tradicional, pero domina el comercio de Corabastos. Hay un aumento de “lavaderos”, como empresas que agregan valor y mejoran la oferta, ello contribuye a que el sector moderno de distribución capta el 27% de la demanda intermedia.

En resumen, las cantidades de carga estimada de las cuales se ha presentado los indicadores en los anteriores apartes hace referencia a la que debe llegar a cada mesa por día, además teniendo en cuenta que esta pasa por diferentes agentes, utilizando distintos modos y medios a lo largo de la red de abasto.

3.2.2 Flujos de Información

En cuanto a los flujos de información y el uso de TICs dentro de la cadena, depende del agente y la posición en la que se encuentre. Generalmente los actores que utilizan herramientas más avanzadas, como sistemas de información para realizar la gestión de sus operaciones, son entes privados como industrias y operadores logísticos.

Los productores primarios, por razones económicas no tienen sofisticados sistemas de información, pero sin ellos cumplen sus objetivos de abastecer a la ciudad.

Los transportadores deben reportar el movimiento de carga al Ministerio de Transporte a través del Registro Nacional de Despachos de Carga (RNDC) donde especifican el tipo de carga, las características del vehículo de transporte, el origen y destino, las condiciones pactadas para el C/D y el costo del flete.

En el caso de Corabastos, cuenta con una oficina de prensa que informa a la ciudadanía diariamente los cambios en el mercado de alimentos a través de las cadenas radiales del país, lo cual es muy importante ya que es el agente con la mayor influencia en la determinación del precio de los productos alimentarios.

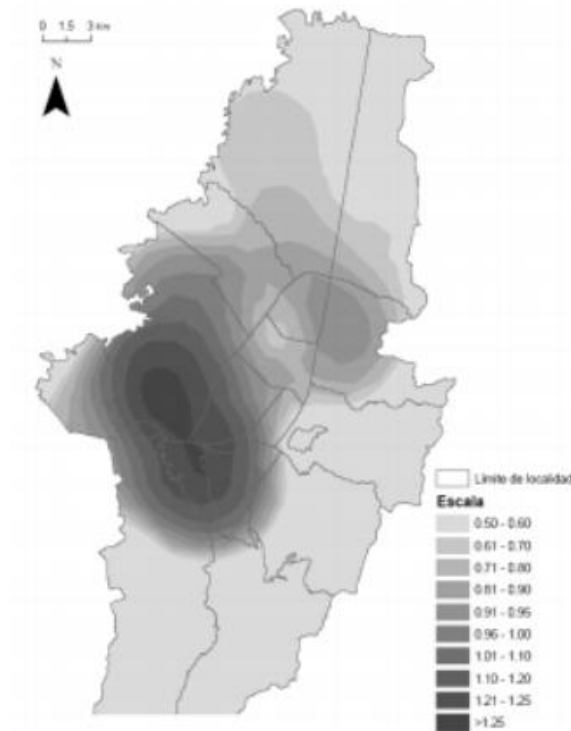
3.2.3 Flujo de Externalidades

Dentro del flujo de externalidades de la cadena de suministro de alimentos de Bogotá, se encuentran diferentes aspectos que a diario se evidencian.

El Impacto producido por los vehículos que transitan por las vías de la ciudad, que son necesarios porque son los que posibilitan el abasto de alimentos, producen en su utilización contaminación auditiva, emisiones y congestión vehicular, que afectan a toda la ciudad. Se estimó que para el 2008, en Bogotá las emisiones de PM (material particulado) provenientes del sector de transporte de carga representaron el 30% de las emisiones de las fuentes móviles, siendo el sector de mayor aporte después del transporte público colectivo (Ambiente, 2009). En el mapa de la **Figura 3-8** se evidencia la concentración de emisiones en los corredores y nodos logísticos de Bogotá como la Calle 13, Puente Aranda y Corabastos.

Además es importante recordar que del el 54,71% de alimentos que ingresan a la ciudad y que se destina para el consumo, se presenta un porcentaje de pérdidas debidas a la ineficiente manipulación de los productos, lo cual se hace evidente con las 65 toneladas de basuras que se producen diariamente en Corabastos.

Figura 3-8: Mapa de iso-concentraciones de PM_{10} en Bogotá para el año 2008.



Fuente: (Ambiente, 2009).

3.2.4 Infraestructura

Describir la infraestructura actual destinada al manejo de alimentos en la capital y la región es una tarea extensa debido a su tamaño y a la cantidad de actores que están involucrados en la cadena.

La descripción se realiza basado en información secundaria y una serie de visitas realizadas a actores como: CORABASTOS, IPES, SUPPLA que manejan volúmenes considerables de carga y son indispensables en el flujo de alimentos en Bogotá. Durante las visitas se evidenció la necesidad de estudios especializados, que encuentren la información faltante de la infraestructura de Bogotá o que actualicen las estadísticas, ya

que la ciudad ha tenido un desarrollo acelerado en los últimos años y se han generado grandes cambios en todos los actores. Por lo tanto, es importante expresar que el trabajo que se realice con este fin, será un insumo fundamental en todos los procesos de toma de decisión que tiene que ver con la cadena suministro de alimentos de la ciudad y la región.

Siguiendo el orden de la cadena los alimentos son recibidos en su mayoría por el ente comercial de CORABASTOS.

Actualmente la entidad de CORABASTOS comprende un área total de 420.000 metros cuadrados (**Figura 3-9**). Se encuentra situada en la Avenida Carrera 80 No. 2-51, en la ciudad de Bogotá D.C.

Figura 3-9: Panorámica de la infraestructura de Corabastos.



Fuente: Propia

Su infraestructura está compuesta por 57 bodegas para venta y almacenaje de los productos alimenticios; una red de fríos para conservación y almacenaje de frutas; tres cámaras de congelación y tres de refrigeración, además de un túnel de congelación rápida.

Dentro de las instalaciones se encuentra un edificio destinado para la administración, caracterizado por ser el más alto del lugar.

Dentro de las zonas que no están destinadas al almacenaje de carga se encuentra una amplia área de circulación vehicular y peatonal; parqueaderos, zona financiera con 16 entidades bancarias, oficinas comerciales, centro médico y odontológico; dos estaciones de servicios, un concesionario de vehículos y diagnosticentros; restaurantes, cafeterías y comidas rápidas; oficinas de correo y encomiendas; y una zona de ferreterías y venta de insumos que apoyan las actividades comerciales.

Corabastos alberga a 6500 comerciantes entre mayoristas y minoristas. Presenta un ingreso diario de alimentos, en el cual se movilizan 12.400 toneladas diarias de alimentos, sin mediar contratos y con pagos generalmente de contado. El producto más representativo en la comercialización es la papa, 26% con un promedio de 1.700 toneladas diarias, el 33% corresponde a las hortalizas entre las que sobresalen la cebolla junca, cebolla de bulbo, la arveja, mazorca y zanahoria, las frutas representan el 25%, plátanos el 6%, Granos y procesados 8%; huevos, cárnicos y lácteos el 2%. Los departamentos de donde proviene el mayor volumen de alimentos son: Cundinamarca, Boyacá y Meta.

Con el fin de participar en un entorno de economías abiertas, la entidad se encuentra desarrollando lo necesario para convertirse en operador logístico del proceso de intermediación de productos agroindustriales mediante la generación de valor agregado, y el fomento del proceso de comercialización.

En este sentido la entidad se está concentrando en la modernización de la empresa con acciones como la recuperación de la malla vial, la inversión de terceros, el impulso de la marca propia Corabastos S.A. en productos perecederos, el registro como importadora, y la creación de fichas técnicas de los productos y empaques, brindando asesoría a los comerciantes en normas de comercio internacional (Fuente: Entrevistas con Gerente Comercial Corabastos, 2013).

Dentro del campo de los Agentes Minoristas con participación pública se encuentran las plazas de mercado distritales, las cuales son agentes de carga que influyen en el abastecimiento de alimentos. El ente público de gestión es el Instituto para la Economía Social – IPES con la función principal de administrar las plazas de mercado en coordinación con la política de abastecimiento de alimentos. Por ello, el IPES es la

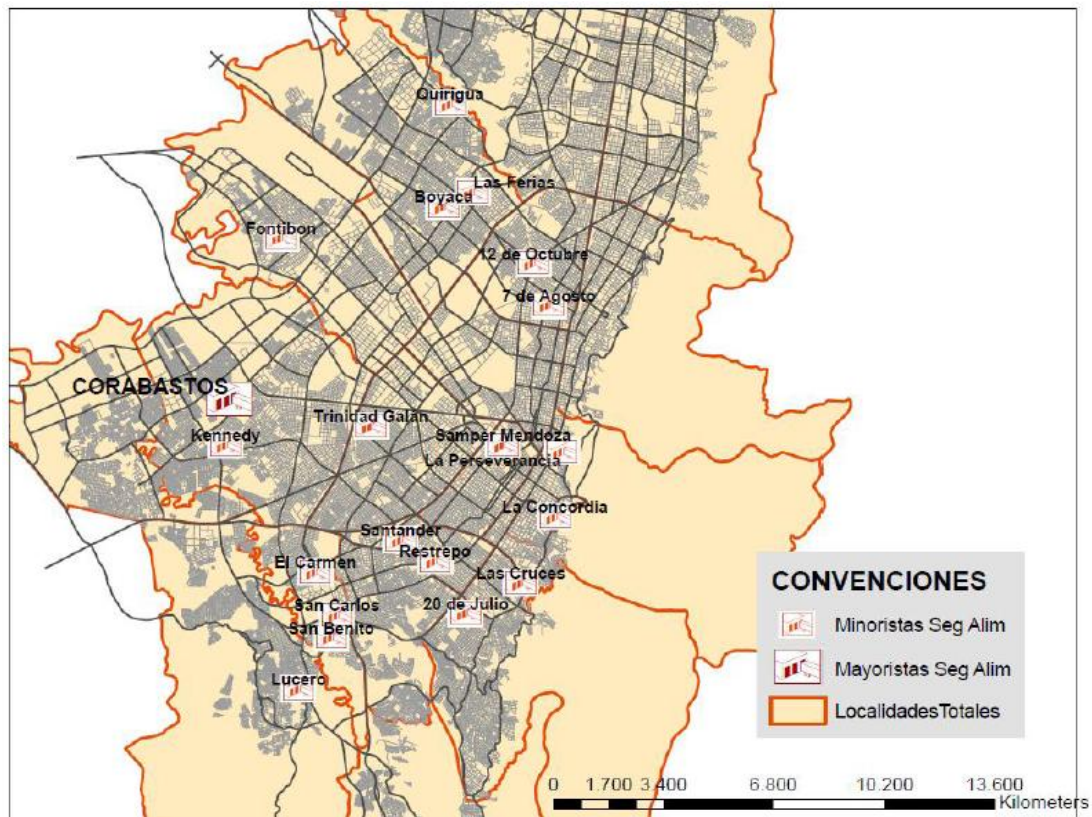
entidad encargada de promover y ejecutar las políticas públicas frente a la administración del Sistema Distrital de Plazas de Mercado.

Bogotá cuenta con 19 plazas de mercado públicas, una en cada localidad (**Figura 3-10**). En Bogotá se registran un total de 65 plazas de mercado entre públicas y privadas.

Plazas de mercado distritales

Para la caracterización de las plazas de mercado públicas se toma como referencia un estudio realizado por la Universidad Nacional de Colombia en 2001 (Convenio de cooperación docente e investigativa entre la unidad ejecutiva de servicios públicos UESP y la Universidad Nacional. “Plazas de Mercado” Diagnóstico General), sumado a estudios actuales y a una verificación in situ en el 2013, donde se constató que sobre infraestructura, locación y servicios no han surgido cambios sustanciales en los últimos 12 años.

Figura 3-10: Localización de plazas de mercado distritales y Corabastos



Fuente: (IPES, 2013).

Las plazas de mercado distritales son definidas por el Plan de Ordenamiento Territorial como equipamientos de provisión de alimentos que proveen actualmente 3.227 puestos y 847 locales para un total de 4.124 unidades de comercialización con una ocupación del 75% (el 25% de desocupación corresponde a unas plazas específicas que generan el porcentaje de desocupación: 12 de Octubre, Las Cruces, San Carlos, La Concordia y El Carmen). Los terrenos que ocupan las plazas de mercado distritales representan 72.000m². El área construida, de estos equipamientos es de 64.335 m² y el área comercial de 32.667 m².

Como estructuras físicas estos equipamientos de 30, 40, 50 o 60 años de vida no han tenido inversiones en mantenimiento, ni en actualización y en algunos casos se trata de edificaciones a medio construir. En general son grandes infractoras de normas vigentes aplicables a ellas, como las de Urbanismo, con muy altos índices de ocupación las de espacio público, las de parqueos, las de construcción, las de sismo resistencia, las de recolección de desechos sólidos, las de manipulación de alimentos especialmente carnes y pescado, las de publicidad exterior, las sanitarias, las de accesibilidad para discapacitados.

En términos generales, el estudio de la Universidad Nacional de Colombia en 2001 indica que son deficientes los cuartos de basuras, las zonas de descargue, las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias y las de gas. No hay consideración ninguna por el discapacitado y en general los acabados de pisos han cumplido con su ciclo de vida. No hay diseño de sismo resistencia pues la ley fue expedida con posterioridad a la construcción de las plazas.

3.2.5 Servicios Prestados a La Carga

Dentro de este aspecto es importante resaltar la inocuidad y asepsia con la que se debe transportar el alimento debido a las diversas manipulaciones que en estos servicios prestados a la carga se genera.

3.2.5.1 Transporte

Para el transporte de alimentos, los vehículos deben cumplir las condiciones que se indican en la resolución 2505 del 2004, proferida por el Ministerio de transporte. Esta

resolución fue expedida acorde con el decreto 3075 de 1999, establecido por el Ministerio de la Protección Social, que establece las políticas de en materia de vigilancia sanitaria de los productos.

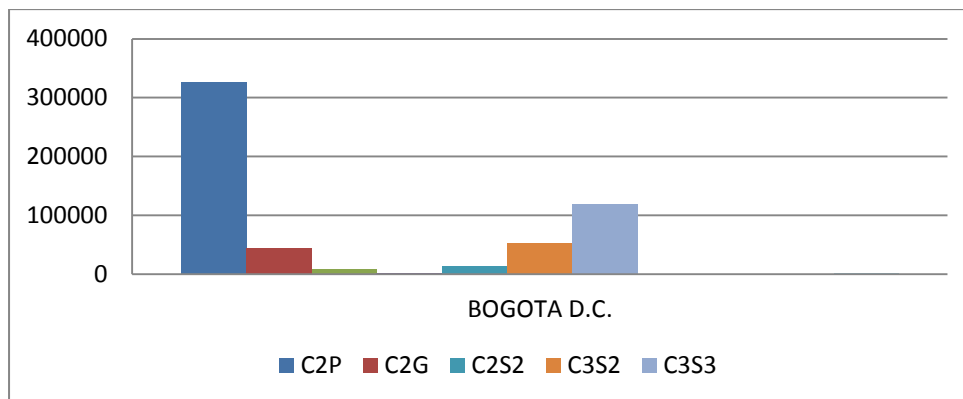
En el año 2013, según la matriz origen-destino nacional de carga, ingresaron 566.995 vehículos con carga alimentaria, cuya gama varía desde las tracto camiones de más de 30 toneladas de capacidad de carga, hasta camiones de estacas de una tonelada. El promedio diario de camiones que ingresan a la ciudad es de 1.553 utilizando la malla vial urbana.

De la carga que ingresó a la ciudad en 2013 se re despacharon 3.667.848 toneladas una vez se negociaron entre mayoristas de Corabastos y mayoristas regionales; para esto se utilizaron 371.986 vehículos (en promedio 1.019 por día).

La movilización de alimentos como materia prima de la industria de alimentos se estimó en 738.625 toneladas, con un promedio de 194 viajes por día.

La movilización de los alimentos dentro de la ciudad, conectando mayoristas e industrias con los canales detallistas, en las 9 cadenas, requirió en el 2013 de 325.761 vehículos de una a diez toneladas de capacidad, con un promedio diario de 892 vehículos recorriendo la ciudad (**Figura 3-11**).

Figura 3-11: Tipos de vehículos que realizan el transporte de abastecimiento alimentario a Bogotá en 2013.



Elaboración: Propia

Fuente: Matriz origen destino de carga nacional 2013.

Dado la cantidad de vehículos que se movilizan por la ciudad y su necesidad para llevar acabo los procesos de abastecimiento de alimentos, se concluye que la malla vial es un factor determinante en la cadena sobre el cual se debe trabajar.

3.2.5.2 Almacenamiento

CORABASTOS que es un ente que domina el mercado mayorista y tiene fuerte influencia en la cadena de suministro de Bogotá, se ha preocupado por los servicios prestados a la carga y su preocupación la han justificado de la siguiente manera: “Desde 2004 nos encontrábamos frente a un nuevo contexto de los mercados mayoristas en lo económico, cultural y tecnológico, nuevos escenarios y escalas de evolución de Apertura económica, globalización, seguridad alimentaria, competitividad, Ley anti-terrorismo de Estados Unidos, Trazabilidad en Europa, Tratados de Libre comercio y la necesidad de modernizar la comercialización, para estar a la vanguardia del cambio con nuevos patrones de consumo; competitividad y dinamismo de los mercados dada la llegada y proliferación de grandes superficies en el país; Nuevas estructuras de los mercados o modelos institucionales, sistemas tipo HoReCa (Hoteles, Restaurantes y Casinos); Capacidad innovadora dinámica, competitiva y rentable igualmente, enfrentados a un panorama oscuro e indefinido por la incertidumbre del mercado, las condiciones reales de nuestro país, el proceso de recesión que mantenía gran parte de la economía en condiciones de postración” (CORABASTOS, 2013).

Hacer un re direccionamiento del proceso de comercialización de los productos agroalimentarios para Colombia, es una tarea compleja pero esencial y más aún cuando el país afronta enormes problemas en materia de empaques, estandarización de las unidades de medida, calidad, trazabilidad entre otros.

Los procesos de comercialización no sólo son competencia del gobierno nacional, todos los actores de la cadena alimentaria deben participar activamente en el desarrollo de la misma.

Por ello CORABASTOS logró que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural avalara un Reglamento técnico para los empaques de los productos agroalimentarios que se producen, se importen y se comercialicen en todo el territorio nacional, el cual fue

adoptado según Resolución del MADR N° 0224 de Septiembre de 2007 y RTC 02 Adoptado según Resolución 00224 de Septiembre de 2007.

Anteriormente las negociaciones comerciales de las centrales de abastecimiento se efectuaban según la necesidad del comercializador, lo que reflejaba enormes irregularidades en los procesos de pos cosecha. Hoy en día los requerimientos de los mercados exigen valores agregados desde el primer eslabón de la cadena, también dan gran importancia a los procesos de trazabilidad.

Figura 3-12: Visita de campo a la zona de servicios empaque y embalaje.



Fuente: Propia.

Lo anterior, marca la pauta en el manejo de la carga, porque CORABASTOS no es solo un ente consolidador y des consolidador de carga, sino también dentro de las relaciones de poder es el actor con mayor fuerza en el mercado que impone la pauta en la cadena de suministro.

En cuanto a las condiciones de infraestructura de las plazas de mercado públicas, de acuerdo con el estudio de la Universidad Nacional y las actualizaciones del mismo, se presenta un deterioro físico de los edificios por carencia de inversiones programadas en mantenimiento o actualización, así como una ausencia de espacios para la prestación de servicios logísticos como el cargue y descargue, cuartos de almacenamiento de residuos sólidos, pérdida de vocación como instrumentos reguladores de precios, lo que redunda en ineficiencias en la manipulación de los productos con pérdidas hasta del 30% del producto. La Tabla 6 presenta un resumen de las condiciones de infraestructura.

Tabla 6. Condiciones generales de infraestructura de las plazas de mercado públicas

Plaza de Mercado	Área Construida M ²	Área Comercial (Locales + Puestos) M ²	Compradores promedio / día	Evaluación infraestructura* (0 – 5 mejor)
Boyacá	912	812	148	0,3
Doce de Octubre	4.391	2.511	400	2,5
El Carmen	1.267	574	426	2,6
Fontibón	4.147	1.563	2289	4,0
Kennedy	3.830	2.177	1363	3,5
La Concordia	2.190	764	215	2,9
La Perseverancia	1.265	787	669	3,0
Las Cruces	1.918	632	470	1,9
Las Ferias	5.373	2.620	3441	2,1
Los Luceros	1.897	732	621	2,8
Quirigua	4.295	2.391	632	3,5
Restrepo	10.566	5.981	2581	3,3
Samper Mendoza	4.561	2.030	587	2,5
San Benito	N.D.	N.D.	3120	N.D.
San Carlos	1.358	362	119	2,3
Santander	3.716	2.412	675	1,8
Siete de Agosto	3.505	2.381	1642	3,1
Trinidad Galán	3.360	1.540	1264	4,4
Veinte de Julio	4.170	2.290	2734	4,3

*Evalúa: Estabilidad, mantenimiento de acabados, estacionamientos, cuarto de basuras, zona descargue, baños.

N.D. – Información no disponible.

Fuente: Información Secretaría de Desarrollo Económico – Entrevistas 2013.

3.2.6 Normatividad

El Sistema de Seguridad Alimentaria, mediante el cual se definen los procesos de Abastecimiento, Almacenamiento y Distribución de los Alimentos para la ciudad de Bogotá, se encuentra regulado por la Ley 9 de 1979 decretada por el Congreso de la República, de manera específica en el Título V, en donde se dictan medidas sanitarias y

se establecen normas específicas a las que deben sujetarse los Alimentos, Aditivos, bebidas o materias primas en cuanto a su producción, manipulación, elaboración, transformación, conservación, almacenamiento, transporte, comercialización, consumo, importación y exportación, definido para los establecimientos industriales y comerciales que se dediquen a dicha a la realización de las actividades mencionadas.

Se dictan medidas normativas en cuanto a los requerimientos de funcionamiento, los equipos y utensilios, las operaciones de elaboración, proceso y expendio, la gestión de empaques, envases o envolturas, el manejo de rótulos y la publicidad, disposiciones para los patrones y trabajadores involucrados en todas las operaciones, medidas sanitarias en cuanto a los medios de transporte de los alimentos, prohibiciones en el manejo de aditivos y residuos que afecten a la salud de los consumidores, y los requerimientos para los procesos de exportación e importación. De manera específica se encuentra definidas medidas sanitarias para el manejo, instalaciones, inspección, procedimientos, transporte, entre otros, de productos perecederos como las carnes y sus derivados, porcinos, aves, productos derivados de la pesca, de la leche y sus derivados, huevos, frutas y hortalizas, etc.

En el Decreto 3075 de 1997 establecido por la Presidencia de la República, se dictan las condiciones básicas de Higiene en la fabricación de Alimentos y se definen Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) para las empresas que se dediquen a la fabricación, el procesamiento, envase, almacenamiento y expendio de alimentos. Se establecen condiciones en cuanto a la Localización, Accesos, Diseño y Construcción, Disposición de las Residuos e Instalaciones Sanitarias y todo lo concerniente a las estructuras físicas de las Edificaciones e Instalaciones, y Disposiciones de BPM respecto a los equipos y utensilios utilizados, al personal implicado en la manipulación de Alimentos, los requisitos Higiénicos de Fabricación, Control de Calidad, Saneamiento, y el Almacenamiento, Distribución, Transporte y Comercialización de los Alimentos.

Mediante el Decreto 315 de 2006, la Alcaldía Mayor de la ciudad de Bogotá D.C. estructura y adopta el Plan Maestro de Abastecimiento de Alimentos y Seguridad Alimentaria para Bogotá Distrito Capital, como instrumento de la política de Seguridad Alimentaria y Nutricional que actuará sobre la función de abastecimiento para garantizar por un lado, la disponibilidad suficiente y estable de los suministros de alimentos con

calidad y con criterio nutricional en el nivel local, y por el otro, el acceso a éstos de manera oportuna y permanente por parte de todas las personas, por la vía de la reducción del precio y el fortalecimiento de los circuitos económicos tanto urbanos como rurales.

De igual forma pretende garantizar un efectivo aprovisionamiento por parte de la población y la comercialización de productos de la canasta básica de alimentos a precio justo y al alcance de todas y todos, articulando la producción distrital, regional y nacional a la demanda integrada de alimentos por medio del desarrollo de procesos transparentes y confiables y de la conformación de una red de equipamientos de apoyo al sector. De manera general, en el Plan de Seguridad Alimentaria se definieron unas políticas, estrategias y proyectos que apuntan fundamentalmente a aspectos sociales, económicos, operacionales, de integración y articulación territorial, educativos, sostenibilidad y de participación en cumplimiento de los objetivos planteados en el Plan.

De manera agregada al Plan de Seguridad Alimentaria, el Concejo de Bogotá D.C. mediante el Acuerdo 96 de 2003 decretó la implementación de un Sistema Distrital de Plazas de Mercado para la ciudad de Bogotá Distrito Capital, definido como un conjunto de medidas y acciones operativas, técnicas, económicas y jurídicas, que favorezcan la prestación del servicio de suministro de alimentos a través de estos bienes, que busquen mejorar la calidad de los productos que se expendan en las mismas, reducir los canales de intermediación, lograr mejores precios para el consumidor final, incrementar el número de usuarios y fortalecer la cadena productiva en lo que hacen parte los comerciantes y vivanderos vinculados a cada una de ellas y con el propósito de mejorar las condiciones nutricionales de la población, especialmente de las clases menos favorecidas.

3.2.7 Trabajo de Campo in situ – Cargue y Descargue en 12 UPZ

Las dinámicas generales del abastecimiento de alimentos presentadas hasta el momento tienen un impacto directo en actividades logísticas puntuales como el cargue y descargue de mercancías, debido a las características de los medios de transporte, el tipo de carga, los servicios logísticos previos a la entrega de última milla, entre otros.

En esta sección se presenta la caracterización de las actividades de cargue y descargue de alimentos en doce UPZ del centro ampliado de la ciudad de Bogotá, que con base en información primaria de encuestas y aforos realizados en Diciembre de 2013 y descritos en el capítulo de la Metodología, se identifican los parámetros de demanda, medios de transporte y tecnologías utilizadas que posteriormente serán utilizados en la modelación de la estrategia de consolidación de carga.

Demanda de actividades de cargue y descargue

El inventario de establecimientos que requieren para su actividad el abastecimiento o distribución de alimentos, de acuerdo con la Cámara de Comercio, se detalla en la Tabla 7, en la que se incluyen los supermercados y almacenes de cadena, las plazas de mercado públicas y privadas (Las Ferias, Siete de Agosto, Doce de Octubre, Restrepo y Paloquemao) localizadas en las UPZ estudiadas.

Tabla 7. Número de establecimientos que demandan / ofertan alimentos en cada UPZ

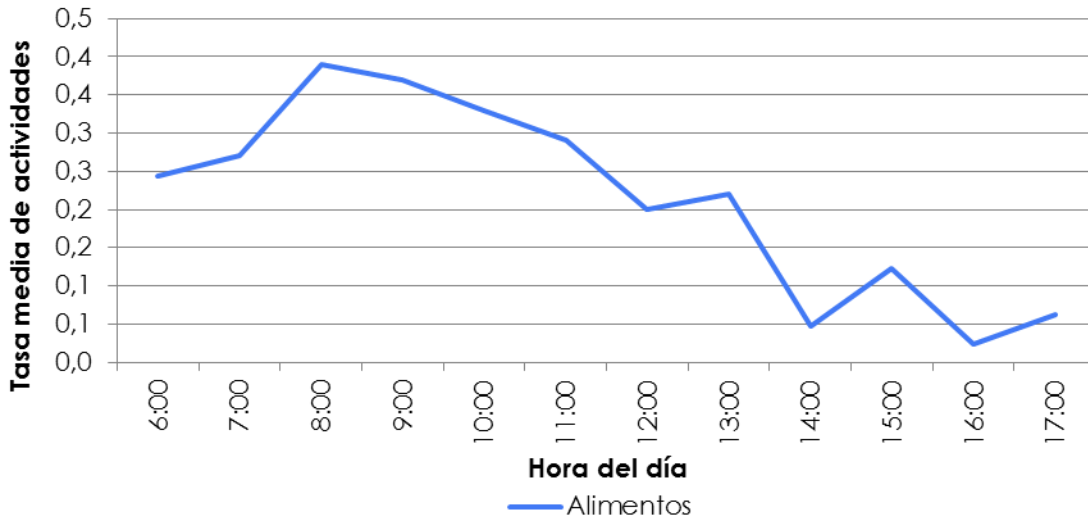
	Chapinero	Chicó Lago	Galerías	La Candelaria	La Sabana	Las Ferias	Las Nieves	Los Alcázares	Puente Aranda	Restrepo	Santa Bárbara	Zona Industrial	Total general
Alimentos	107	82	211	88	347	393	185	271	34	200	119	51	2188

Elaboración: Propia. Fuente: Cámara de Comercio de Bogotá

Las actividades de entrega / recepción de alimentos se realizan predominantemente en las horas de la mañana, con tasa promedio de llegadas de hasta 0,8 vehículos por hora a los establecimientos en una hora pico como las 8:00 a.m. (**Figura 3-13**). Este comportamiento se explica dadas las dinámicas de los proveedores rurales que se desplazan a la ciudad en horas de la madrugada para realizar sus entregas y poder retornar a sus lugares de origen durante las horas día, así como la operación regular de plazas de mercado y centros mayoristas como Corabastos cuyas horas pico van desde las 3 a.m. hasta las 2:00 p.m.

La concentración de flujos que genera este comportamiento impacta de manera negativa la movilidad de la ciudad en estas franjas horarias por las principales vías de acceso a la ciudad.

Figura 3-13: Estimación de la tasa media de actividades de C/D de alimentos.



Fuente: SEPRO – UNAL

Basados en la estimación de la tasa promedio de llegadas de vehículos, y el número de establecimientos que demandan operaciones de C/D de alimentos en cada una de las UPZ, se presenta la Tabla 8 donde se calcula el número promedio de actividades de C/D diaria de alimentos por zona.

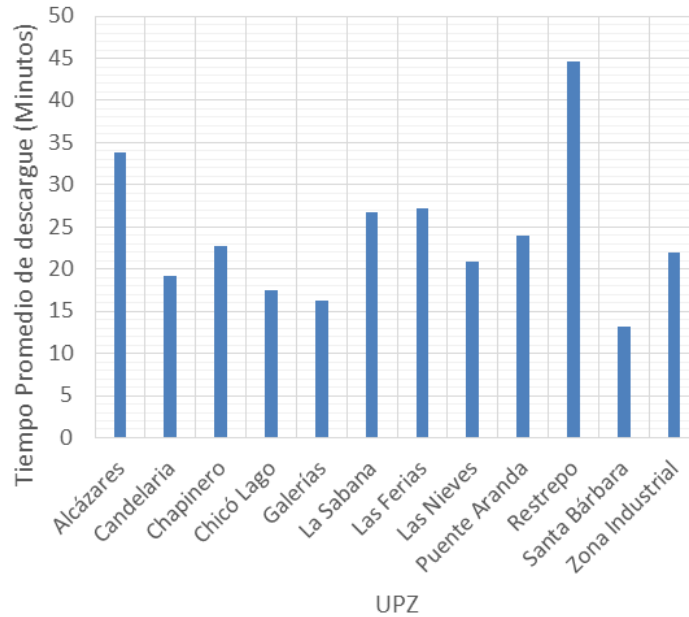
Tabla 8. Número de actividades de C/D diarias estimadas para cada UPZ

	Chapinero	Chicó Lago	Galerías	La Candelaria	La Sabana	Las Ferias	Las Nieves	Los Alcázares	Puente Aranda	Restrepo	Santa Bárbara	Zona Industrial	Total general
Alimentos	270	452	527	226	889	992	465	681	82	496	290	131	5500

Fuente: SEPRO – UNAL.

Para determinar la demanda de cada una de las zonas, además de la tasa de ocurrencia de las actividades, y el número de operaciones, es necesario conocer el tiempo promedio de descarga así como la capacidad del medio de transporte que lleva la mercancía. La **Figura 3-14** presenta el tiempo promedio que tienen las operaciones de entrega de mercancías en las UPZ estudiadas.

Figura 3-14: Tiempo promedio (minutos) de descarga de alimentos por UPZ



Fuente: Propia.

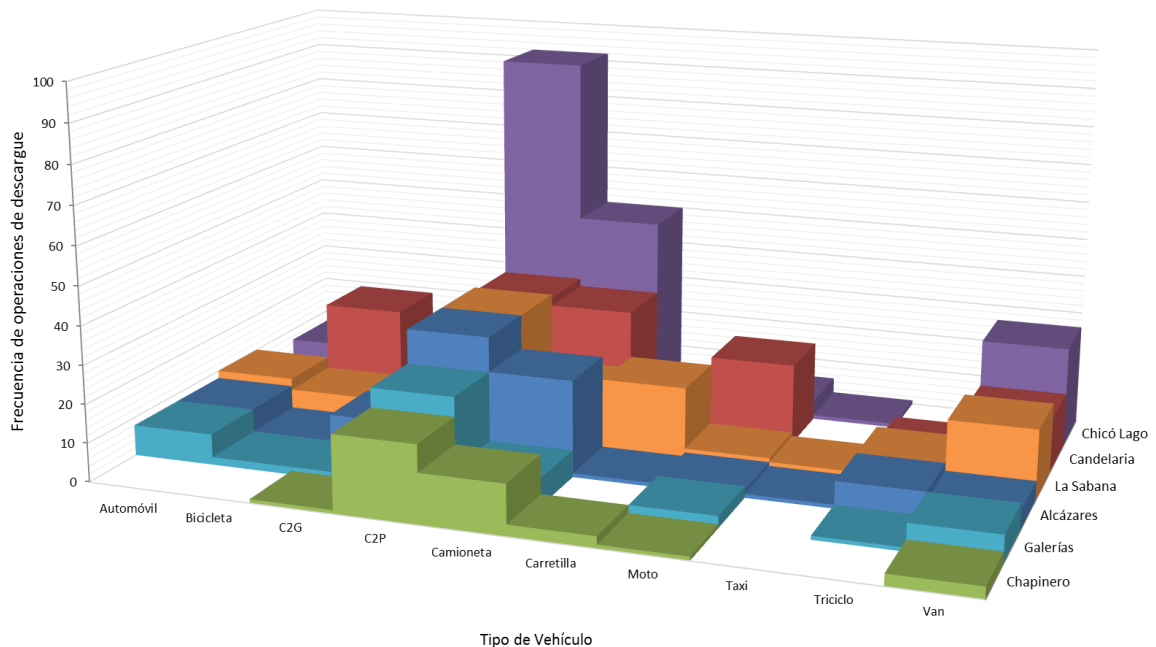
Las zonas con mayor tiempo promedio en la atención de la demanda de alimentos corresponden al Restrepo, Alcázares, Las Ferias y La Sabana, que son las zonas donde particularmente se encuentran las plazas de mercado Siete de Agosto y Doce de Octubre (Alcázares), Paloquemao (La Sabana), las Ferias y Restrepo en la UPZ del mismo nombre. La agregación de la demanda de alimentos presentada por las plazas de mercado, hace que los medios de transporte que las abastezcan tengan una mayor capacidad para atender las cantidades de pedido, y a su vez se requieran mayores tiempos para la actividad logística de descarga. El tiempo de la UPZ el Restrepo es considerablemente mayor debido a que la plaza de mercado ubicada en esta zona es la más grande de las plazas de mercado públicas de la ciudad con cerca de 6.000 m² de área comercial como se evidenció en la Tabla 6.

Medios de transporte

El tiempo promedio de descargue es un insumo para el dimensionamiento de la demanda de carga de alimentos, pero su análisis debe contemplar además el tipo de vehículo que realiza la operación y la frecuencia de las operaciones realizadas por cada uno. La **Figura 3-15** y la **Figura 3-16** presentan el comportamiento de entregas de alimentos por cada UPZ teniendo en cuenta el tipo de vehículo que realiza la operación.

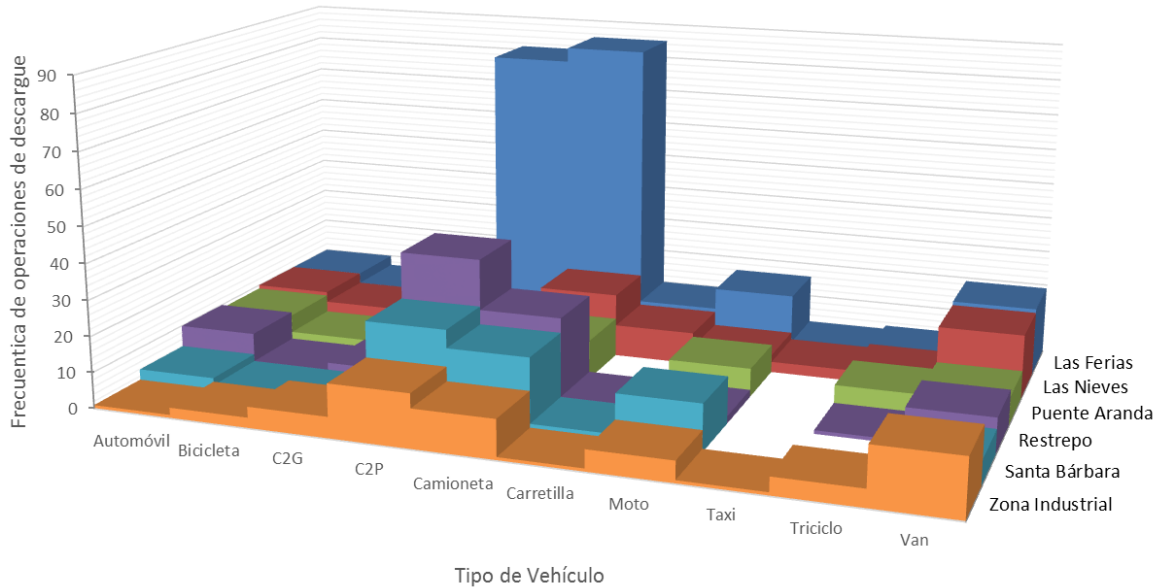
El comportamiento generalizado de las UPZ advierte la utilización intensiva de los camiones de 2 ejes con capacidad entre 2 y 10 toneladas (C2P) y las camionetas para las actividades de entrega de alimentos. Las zonas con una alta frecuencia de operaciones por tipo de vehículo evidencia un bajo nivel de consolidación de pedidos, requiriendo múltiples operaciones durante el día. Es el caso de UPZ como las Ferias y Chicó Lago donde el comercio al por menor y la pequeña industria concentrada geográficamente demanda frecuentemente carga en cantidades menores.

Figura 3-15: Número de operaciones diarias de descargue de alimentos por tipo de vehículo en seis UPZ.



Fuente: Propia.

Figura 3-16: Número de operaciones diarias de descargue de alimentos por tipo de vehículo en seis UPZ.



Fuente: Propia.

Contrario al tiempo de duración promedio del descargue, la frecuencia de operaciones de entrega de alimentos en zonas como el Restrepo, la Sabana y Los Alcázares es menor que en las demás UPZ, cuya justificación radica en la agregación de carga en los pedidos por parte de los nodos con mayores niveles de demanda de carga como las plazas de mercado.

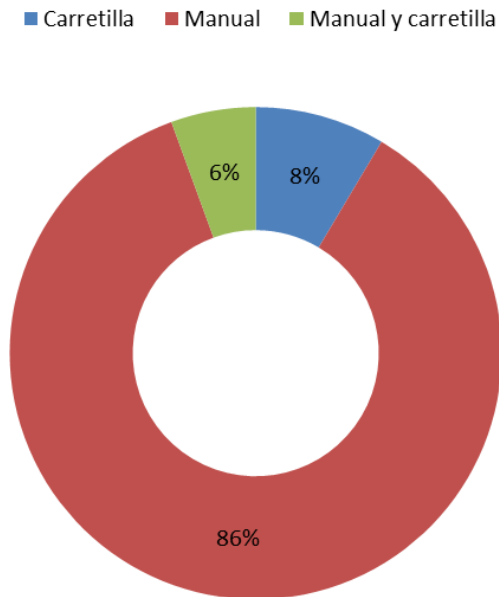
Esta situación deja entrever la necesidad de la consolidación de pedidos en las zonas intra urbanas de Bogotá, para lograr la disminución de la frecuencia de operaciones, incluso utilizando los mismos medios de transporte. Es decir, se disminuye el número de viajes causando impactos positivos en la movilidad, la eficiencia logística y la generación de externalidades.

Tecnologías para el descargue de mercancías

La eficiencia del sistema logístico, complementario a la agregación de pedidos, depende de las tecnologías utilizadas para el descargue de mercancías cuyo uso disminuye los tiempos de permanencia de los vehículos en los establecimientos demandantes de carga y se reducen los riesgos de accidentes laborales y daños en la salud de los trabajadores. Sin embargo, de acuerdo con los resultados del trabajo de campo en esta materia, se

evidenció que cerca del 92% de las operaciones se realizan manualmente, y el porcentaje (8%) restante usa como herramienta de apoyo para el transporte la carretilla (**Figura 3-17**).

Figura 3-17: Tecnología usada para el descargue de alimentos



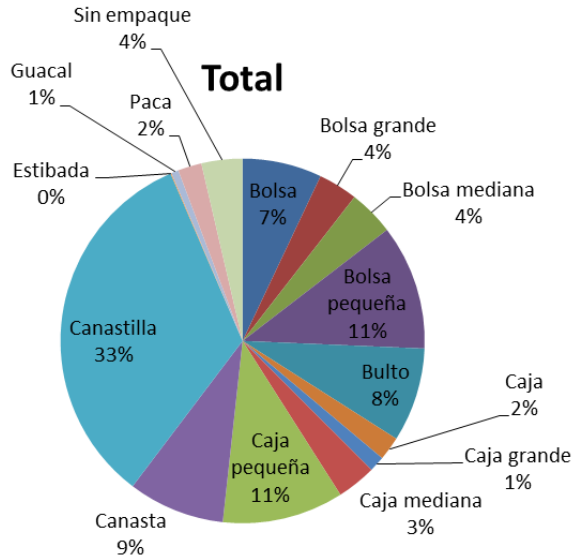
Fuente: Propia.

La ausencia de tecnologías de apoyo para el descargue de alimentos, además de los posibles impactos en la salud ocupacional de las personas que realizan la operación, genera pérdidas en la calidad de los productos a causa de la inapropiada manipulación que pudiera evitarse con el uso de artefactos como el montacargas, ausente en este tipo de actividades, y altos tiempos de operación comparados con la eficiencia que pudiera lograrse con condiciones tecnificadas de actividad logística de C/D.

Los tiempos de descargue manual llegan a registrar valores de hasta 270 minutos para carga de vehículos C2G (28 toneladas), y de 214 minutos para vehículos C2P (10 toneladas), teniendo en cuenta que cerca del 98% de las operaciones son realizadas por una sola persona.

Aunado al uso de tecnologías, los servicios a la carga previos a la entrega final de los productos determinan la eficiencia de las actividades de C/D. La **Figura 3-18** presenta la participación del tipo de empaque y embalaje encontrado para los alimentos en las UPZ.

Figura 3-18: Empaques y embalajes de los productos descargados



Parte de la explicación de la ausencia de tecnología en el descargue de mercancías se debe a la forma como se consolida la carga previo a la entrega. De los casos registrados en el trabajo de campo, ninguno evidenció el uso de estibas que permitiera el descargue automatizado de la carga.

Tomando como insumo la tasa de ocurrencia de las operaciones de C/D, el número de las actividades logísticas (C/D) por zona, el tiempo promedio de operación, las capacidades de los vehículos, las herramientas utilizadas para el descargue y los empaque y embalajes de la carga entregada, se calcula la demanda de alimentos diaria para cada una de las UPZ, como insumo principal para el modelo matemático y la simulación de la estrategia de consolidación de carga.

4. Modelo de operación de los servicios logísticos de consolidación (3PL) en Bogotá

Los modelos de consolidación de carga se han visto como una alternativa para la atención de las necesidades del sector primario, diseñados para incrementar la eficiencia de los procesos de abasto, almacenamiento y distribución a través de la cadena de suministro.

(Bookbinder & Higginson, 2002b) afirman que la mayoría de trabajos en éste ámbito buscan analizar la mejor combinación entre los costos de transporte, inventario y producción, contra la estrategia de envíos directos, en unas relaciones B2B entre las empresas generadoras/demandantes de carga y aquellas dedicadas a la prestación de los servicios logísticos 3PL.

4.1.1 Servicios 3PL

El panorama que se ha generado con la creación de diversas empresas proveedoras de servicios logísticos que prestan servicio a la carga, en estudios realizados en Estados Unidos por (Lieb & Bentz, 2005) se evidencia que el 80% de las grandes empresas manufactureras han utilizado los proveedores de servicios logísticos. Adicionalmente, (Seviaridis & Spring, 2007) comenta que el sector de los 3PL se está consolidando en el mercado al ofrecer mayores soluciones logísticas, en contextos nacionales e internacionales, generando cadenas de valor con clientes y proveedores, incluso manejando algunos procesos productivos de las diversas empresas con las que trabajan.

(Chase & Requier, 2002) afirman que la evolución mundial de los servicios logísticos se debe a diversas causas que hacen parte del desarrollo de los países y los procesos de globalización como son la reglamentación en el transporte, el enfoque en las competencias básicas, la reducción de inventarios, los avances en las tecnologías de

información y la ampliación progresiva del portafolio de servicios ofrecidos por las 3PL; pasando de ofrecer sólo servicios de transporte, almacenamiento, etiquetado, entre otros, a ofrecer servicios más sofisticados como procesamiento de pedidos, consolidación de carga, diseño de redes de distribución, entre otros (Fossati & Monge Mora, 2009).

Las empresas buscan una diferenciación en el mercado y asocian la necesidad de un 3PL con la creación de aspectos estratégicos de la organización (Persson & Virum, 2001), los cuales se relacionan con el rendimiento y la rentabilidad del negocio, por lo cual es fundamental adquirir recursos, relaciones y alianzas que permitan interactuar con otras empresas y de esta forma se vuelve fundamental que las 3PL ofrezcan servicios que generen valor agregado al producto, mejoren el servicio al cliente, retornen utilidad a la empresa, tengan alta cobertura y capacidad de solucionar los diversos problemas logísticos de la misma.

4.1.2 Servicios Logísticos de productos perecederos

Al analizar las dinámicas de demanda y oferta de servicios logísticos en contextos particulares, es de especial atención los requerimientos especiales que surgen en cadenas como las alimentarias o también denominadas ASC (Agricultural Supply Chains), en las que día tras día las exigencias de sanidad e higiene son mayores, requiriendo una manipulación adecuada, en condiciones de permeabilidad, de frío, limpieza, desinfección adecuadas para impedir que el producto sufra algún deterioro antes, durante y después del proceso logístico.

En éste contexto particular de las industrias alimentarias, se evidencia también el uso de los procesos logísticos y los avances tecnológicos para el desarrollo de sus actividades, en especial para la conservación, salubridad e higiene del producto así como en la recuperación y el uso de sus desechos (Matheus, Perdomo, & Rosales, 2004). Como se menciona en (Tarantilis & Kiranaudis, 2001) el principal factor que influye en la conservación de los alimentos es el proceso de distribución por lo cual es fundamental tener el control sobre el deterioro y desgaste de los productos transportados y manipulados, que en el caso de productos alimenticios como frutas, verduras, frijoles, huevos, carne, pescado entre otros puede obstaculizar el desarrollo correcto de todos los procesos a los que están sometidos dichos alimentos.

De esta forma se ve que en la SC de los productos alimenticios y perecederos es fundamental el manejo de los mismos, el mantenimiento de las condiciones adecuadas de presión, temperatura, higiene y asepsia, con el objetivo de mantener la conservación y lograr la entrega del producto requerido por el cliente.

En casos particulares, por ejemplo India, entre el 20% y el 30% del producto cosechado se pierde durante el proceso de transporte de la granja a la fábrica (Bhardwaj & Palapathy, 2008). En el caso de Madrid, (White, 2007) evidencia que en más del 30% de los camiones refrigerados existen cambios de temperatura al interior del mismo durante los trayectos de viaje desde el proveedor hasta el centro de distribución y en el 15% de los viajes, desde el centro de distribución hasta las tiendas.

Estos antecedentes motivan la focalización de esfuerzos en el diseño de servicios logísticos como la consolidación de carga, que tengan en cuenta la particularidad de los productos que fluyen en la SC, en relaciones B2B que vinculan prestadores de servicios 3PL.

Los acercamientos académicos a la identificación de diseño de servicios logísticos en la industria agro industrial muestra la falta de estudios minuciosos en logística de perecederos, puesto que en trabajos como los desarrollados por (Arcos, Mosquera, & Villada, 2008; Piali & Simayan, 2011; Ruiz García, Barreiro, Robla, & Lunadei, 2010), se centran básicamente en el manejo del servicio de transporte como eje fundamental para la conservación y buen manejo de productos perecederos, sin embargo, no se han identificado otros procesos logísticos que aportan valor a los productos y permitirían llegar a mantener la calidad del alimento perecedero durante toda la cadena de suministro, como se indica particularmente en (Arcos et al., 2008), los productos del sector agropecuario como perecederos obligan a las empresas que los manipulan o utilizan a tomar las medidas precisas en los diversos procesos como transformación, almacenamiento, transporte, distribución y seguimiento, debido a que determinan la vida útil del mismo.

Además de la falta de estudios académicos detallados en la prestación de servicios logísticos de cadena agro industriales, se evidencia que la tendencia de prestación de servicios por parte de empresas especialistas 3PL, es que las "PYMES no se benefician

de ésta oferta dados los limitados volúmenes que mueven, y en caso de recibirlos, raramente se pueden beneficiar de sus tarifas más atractivas” (BID, 2011), teniendo en cuenta que gran proporción de las empresas del sector agro industrial corresponden a PYMES. Además, el BID identifica la ausencia de operadores logísticos de carácter local orientados específicamente a PYMES. Esta circunstancia es preocupante en un país como Colombia en el que de acuerdo con la Encuesta Anual Manufacturera, el 96,4% de los establecimientos corresponden a la tipología de PYMES, que generan el 63% del empleo nacional, participando en el 45% de la producción manufacturera y el 37% del valor agregado.

El acceso limitado de las PYMES a servicios logísticos especializados ha llevado a los empresarios a desarrollar procesos de forma empírica, que se alejan de los niveles eficientes de operación, en el que los costos logísticos ascienden al 30%, mientras que en países como Estados Unidos se encuentran entre el 8% y el 10%, representando fuentes de desventaja competitiva con respecto a las grandes compañías tanto nacionales como internacionales con las que comparten su nicho de mercado.

4.1.3 Modelado de las estrategias de consolidación

Las estrategias de consolidación de carga han sido desarrolladas como un medio para lograr la coordinación entre las decisiones de gestión de inventarios y de distribución. Iniciativas específicas incluyen metodologías como el Inventario Gestionado por el Proveedor (VMI – *Vendor Managed Inventory*) con Entregas de Tiempo Definido (TDD – *Time Definite Delivery*) y Almacenamiento / Distribución de la Tercera Parte (3PW/D - *Third Party Warehousing / Distribution*) (Cetinkaya, 2005).

4.1.3.1. Estrategias de consolidación de carga con VMI con Entregas de Tiempo Definido (TDD)

En la estrategia VMI, de acuerdo con los requerimientos que han sido establecidos, las entregas deben ser hechas en cada periodo de orden en las cadenas de abastecimiento tradicionales en busca de un flujo de materiales suave, pero esto puede llevar a que los vehículos de transporte no vayan completamente llenos lo que no optimiza el pago por la utilización del vehículo (Disney, Potter, & Gardner, 2003). Se desean vehículos viajando

completamente llenos, y así los costos de transportes se reducen ya que la demanda de transporte se minimiza (Disney et al., 2003).

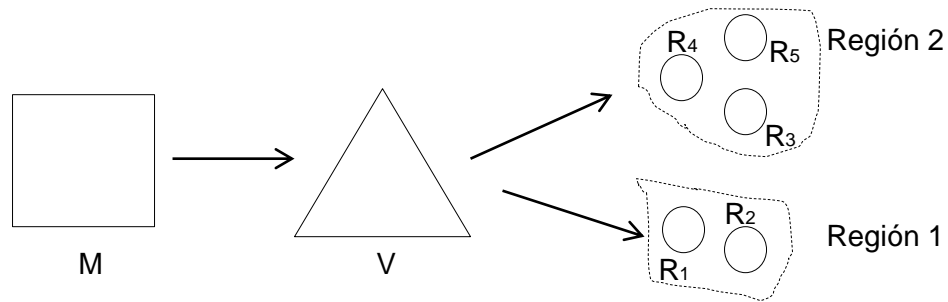
Como solución a ésta problemática, (Disney et al., 2003) identifica dos mecanismos: los productos pueden ser llevados a centros de consolidación, consolidar cargas de diferentes proveedores o entregar de forma conjunta a un grupo de clientes; o establecer reglas de pedido en las que sólo se permitan cargas de vehículos completos, es decir, se establecen restricciones a los clientes para que pidan y reciban sólo con cargas completas de vehículos.

(Çetinkaya & Lee, 2000) modelan las estrategias de consolidación de carga para sistemas VMI, considerando el caso en el que el proveedor tiene una política de reabastecimiento del inventario (s, S), y una política de consolidación de carga basada en tiempo, para la atención de la demanda de sus clientes. Dentro de los supuestos del modelo se encuentran:

- El proveedor observa una secuencia de demandas aleatorias de un grupo de clientes ubicados en una zona geográfica específica. En un escenario ideal, estas demandas se atienden inmediatamente. Sin embargo, se considera el caso en el que el proveedor tiene la libertad de no entregar los pedidos pequeños hasta no acumular un envío FTL (Full Truck-Load).
- Los minoristas están dispuestos a esperar a expensas de un costo de espera.
- Un nuevo ciclo de consolidación de carga empieza cada vez que una decisión de despacho es tomada. Así, todas las órdenes que llegan durante un ciclo de consolidación se combinan para formar una cantidad mayor de envío, que al alcanzar un nivel se despacha el transporte.

El objetivo del modelo es minimizar el costo total de aprovisionamiento, transporte, manejo de inventario y tiempo de espera, atendiendo los requerimientos del cliente a tiempo. La

Figura 4-1 presenta el esquema general del problema en consideración.

Figura 4-1 Consolidación en sistemas VMI

Fuente: (Çetinkaya & Lee, 2000)

Los parámetros tenidos en cuenta son:

A_R : Costo fijo de reaprovisionamiento del inventario

c_R : Costo unitario de compra

h : Costo unitario de mantener el inventario por unidad de tiempo

A_D : Costo fijo de despacho

c_D : Costo unitario de transporte

w : Costo unitario por espera del cliente por unidad de tiempo

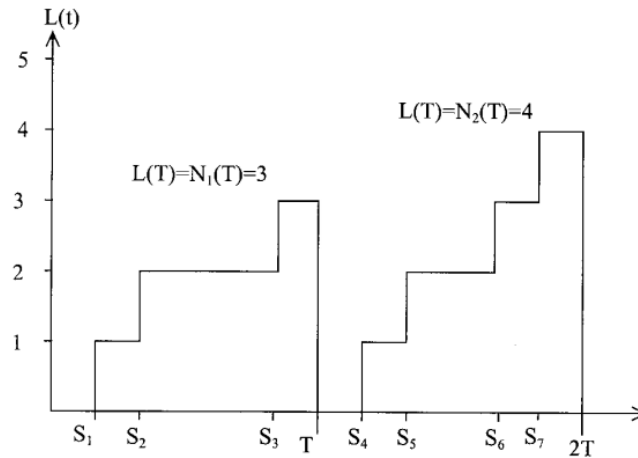
En el modelo formulado, se parte del supuesto que las demandas se generan siguiendo un proceso estocástico con un tiempo entre llegadas $X_n: n = 1, 2, \dots$. Se considera el caso donde $X_n \geq 0$, $n = 1, 2, \dots$ son variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas (i.i.d.) de acuerdo con la función de distribución $F(\cdot)$ donde $F(0) < 1$. Para $S_0 = 0$ y $S_n = \sum_{j=1}^n X_j$ se define

$$N(t) = \sup \{n: S_n \leq t\}$$

Así, $N(t)$ es un proceso de nacimiento y muerte que registra el número de órdenes de pedido realizados en el instante t . Bajo una política de consolidación basada en tiempo, la decisión de despacho es tomada cada T unidades de tiempo, resultando el máximo valor de T la longitud del ciclo de consolidación de carga. La realización de un proceso de

consolidación se denota por $L t$, que representa el tamaño de la carga acumulada hasta el instante t , y cuyo comportamiento se ejemplifica en la **Figura 4-2**.

Figura 4-2 Realización de procesos de consolidación $L t$.



Fuente: (Çetinkaya & Lee, 2000)

El nivel de inventario en V en el instante t se denota por $I t$, y Q representa el nivel de inventario inmediatamente después que una orden de reaprovisionamiento llega. De esta manera se establece la rutina del comportamiento del inventario:

1. $I t$ y $L t$, $t = T, 2T, \dots$ son observados.
2. El proveedor emplea una política especial de (s, S) con $s = 0$ y $S = Q$. Por lo tanto Q es el nivel de inventario objetivo. Si $I t < L(t)$, entonces se genera una orden de reaprovisionamiento de cantidad $Z t$, donde

$$Z t = \begin{cases} Q + L t - I t, & \text{if } I t < L(t) \\ 0, & \text{if } I t \geq L(t) \end{cases}$$

3. Una vez se recibe $Z t$, una carga de tamaño $L t$ se despacha instantáneamente.
4. Un nuevo ciclo de consolidación de carga empieza con $Y t$ unidades en inventario empieza, donde

$$Y_t = \begin{cases} Q, & \text{if } I_t < L(t) \\ I_t - L(t), & \text{if } I_t \geq L(t) \end{cases}$$

El problema recae entonces en la determinación simultánea de Q^* y T^* con los que se minimiza el costo total del sistema logístico estudiado. Aplicando la ecuación de balance de los procesos de nacimiento y muerte, (Çetinkaya & Lee, 2000) definen la expresión del costo total así:

$$C_{Q,T} = \frac{E[\text{Costo ciclo de reaprovisionamiento}]}{E[\text{Longitud del ciclo de reaprovisionamiento}]} \quad [3]$$

Donde el ciclo de reaprovisionamiento se define como el intervalo de tiempo entre dos decisiones consecutivas de ordenar un nuevo pedido Z_t . De tal forma que el problema se plantea de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} &\min C_{Q,T} \\ &\text{Sujeto a} \\ &Q \geq 0, \\ &T \geq 0. \end{aligned}$$

De acuerdo con Çetinkaya et. al., la expresión para $C_{Q,T}$ es:

$$\begin{aligned} \text{Costo Total} = &\text{costo total de aprovisionamiento} + \text{manejo de inventario} + \text{transporte} \\ &+ \text{costo por el tiempo de espera} \end{aligned}$$

$$C_{Q,T} = \frac{A_R \lambda}{Q} + c_R \lambda + \frac{h \lambda T (Q - 1)}{Q} + \frac{h(Q - 1)}{2} + \frac{A_D}{T} + c_D \lambda + \frac{w \lambda T}{2} \quad [4]$$

Donde,

A_R = Costo fijo de reaprovisionar el inventario

$Q = Q + 1$ donde Q es el nivel de inventario objetivo

c_R = Costo unitario de compra

λ = tasa media de llegada de una orden de pedido

h = Costo unitario de mantener el inventario por unidad de tiempo

T = Tiempo entre decisiones consecutivas de despacho de mercancía

A_D = Costo fijo de despacho

c_D = Costo unitario de despacho

$w =$ Costo unitario por espera del cliente por unidad de tiempo

La solución aproximada, con evaluación satisfactoria de precisión realizados por Çetincaya et. al., del problema de optimización determina un óptimo global cuando los valores de Q y T cumplen la siguiente relación:

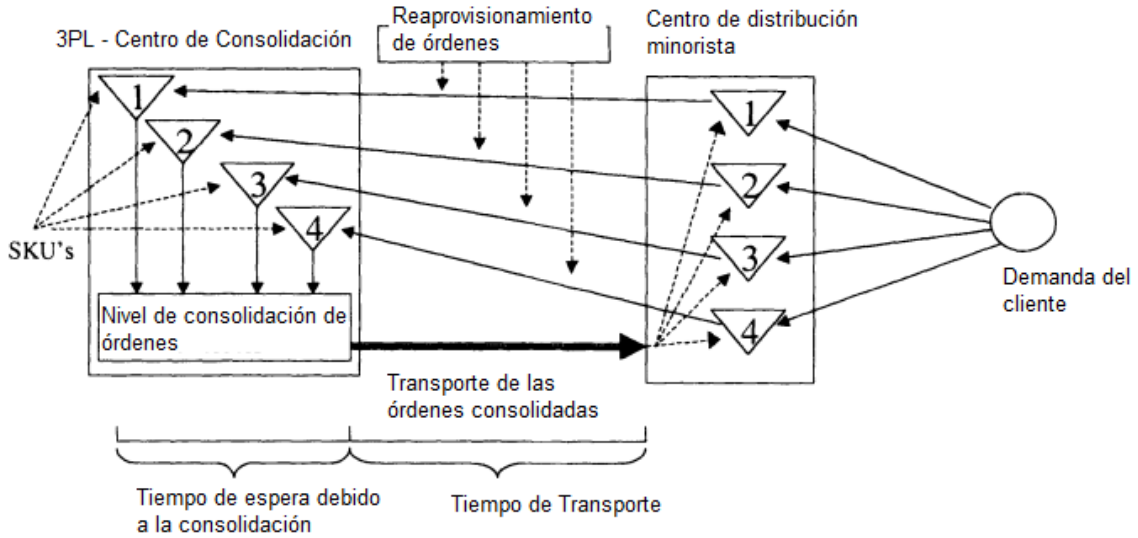
$$Q = \frac{\overline{2A_R\lambda}}{h} \quad \text{y} \quad T = \frac{\overline{2A_D}}{\lambda(w+2h)} \quad [5]$$

4.1.3.2. Estrategias de consolidación de carga con 3PW/D

Estrategias de consolidación con 3PW/D asumen la prestación de servicios logísticos especializados en almacenamiento y distribución en los que se deben tomar decisiones sobre el tamaño del envío y la frecuencia del mismo hacia clientes ubicados en una zona en particular. La diferencia con la estrategia de consolidación asociada a VMI, reside en que las decisiones de consolidación son tomadas por un agente (tercero) prestador de servicios logísticos especializados de almacenamiento y distribución a una empresa productiva a la que presta el servicio, no de manera exclusiva, sino combinando los envíos con otras empresas para aprovechar economías de escala.

(Estrada Romeu, 2007) menciona que en estos casos, el ajuste temporal de los servicios de transporte ya no se hace específicamente para cada cliente. Los prestadores de servicios logísticos fijan unos plazos de distribución de la mercancía o unos horarios de envío fijos, que se determinan con el objetivo de cumplir con las expectativas y preferencias del máximo número de clientes.

Esta tipología de servicios se denomina *Less-Than TruckLoad* (LTL), ya que el tamaño de la mercancía o envío de un solo cliente es muy inferior a la capacidad del vehículo de transporte. Por tanto, es necesario que cada viaje del vehículo sea cargado con envíos de múltiples clientes para incrementar su ocupación (Estrada Romeu, 2007). La **Figura 4-3** presenta el sistema analizado.

Figura 4-3 Representación esquemática del sistema de 3PW/D.

Fuente: (Smits & de Kok, 2002)

El modelado de este tipo de situaciones es desarrollado por (Çetinkaya & Bookbinder, 2003), en el que se considera un envío de peso w , cuyo costo de transporte por el prestador de servicios logísticos 3PL es $c(w)$, tal que

$$c w = \begin{cases} c_N w, & w < MWT \\ c_V w, & w \geq MWT \end{cases}$$

Donde $c_V < c_N$ son las tarifas tanto por volumen como fijas respectivamente, y MWT es el mínimo peso para obtener descuentos por cantidad.

Siguiendo la lógica del modelado de la consolidación de carga para estrategias VMI, (Çetinkaya & Bookbinder, 2003) definen la función de costo total de la siguiente forma:

$$C T \approx \begin{cases} c_N \lambda \mu + \frac{h \lambda \mu T}{2}, & T \leq \frac{WBT}{\lambda \mu} \\ \frac{h \lambda \mu T}{2} + \frac{c_V MWT}{T}, & \frac{WBT}{\lambda \mu} < T \leq \frac{MWT}{\lambda \mu} \\ c_V \lambda \mu + \frac{h \lambda \mu T}{2}, & T > \frac{MWT}{\lambda \mu} \end{cases}$$

[6]

Donde,

c_N = Tarifa independiente del volumen

c_V = Tarifa dependiente del volumen

λ = Tasa media de llegada de una orden de pedido

μ = Peso promedio de las cargas a consolidar

h = Costo unitario de mantener el inventario por unidad de tiempo

T = Tiempo entre decisiones consecutivas de despacho de mercancía

MWT = Cantidad mínima para obtener descuentos por cantidad

$$WBT = \frac{c_V MWT}{c_N}$$

De acuerdo con (Çetinkaya & Bookbinder, 2003), el tiempo entre envíos consolidados que minimiza la función de costo sólo se justifica para $\frac{WBT}{\lambda\mu} < T^* \leq \frac{MWT}{\lambda\mu}$, en el que T^* satisface

$$T^* = \frac{\sqrt{2c_V MWT}}{h\lambda\mu} \quad [7]$$

Para los demás casos no se justifica la consolidación de carga por lo que se realizan las entregas mediante envíos directos.

4.1.4 Propuesta de estrategia de consolidación para productos perecederos

Tomando como referencia las estrategias de consolidación de carga presentadas en la sección 4.1.3., se desarrolla la evaluación de la eficiencia del sistema logístico de una cadena agroindustrial que abastece la ciudad capital bajo un enfoque de simulación.

4.1.4.1. Diseño de la Red de Simulación

El diseño de la red de simulación del sistema logístico identificado, parte con el nodo de generación de carga perecedera, tomando como producto piloto el arroz colombiano cuya producción se presenta mayoritariamente en los departamentos del Tolima, Meta y Casanare con una participación del 31.69%, 18.35% y 16.72% respectivamente, del total nacional.

El nodo focal para el estudio se encuentra localizado en Bogotá, a donde converge diariamente carga arrocerera en camiones de 40 toneladas de capacidad, para el caso del Tolima, 28 toneladas, para el caso del Meta y de 17 toneladas para el arroz proveniente del resto del país. Los camiones deben esperar bajo una regla de primero en llegar, primero en salir (FIFO – First In First Out) en un centro de consolidación de carga que desconsolida y distribuye en pequeños envíos la carga al interior de la ciudad.

La descarga se hace de forma manual, debido a la ausencia de estrategias de cooperación en las que se tenga en cuenta la paletización de la carga para procurar la eficiencia en su manipulación. El arroz se estiba al interior de la bodega, consolidándolo en grupos de 17 toneladas, que corresponde a la capacidad de los medios disponibles por el 3PL para la posterior distribución, a través de los 12 vehículos con los que se cuenta para llegar a los almacenes de cadena de 200 Km a la redonda de Bogotá.

Tabla 9. Parámetros de la simulación

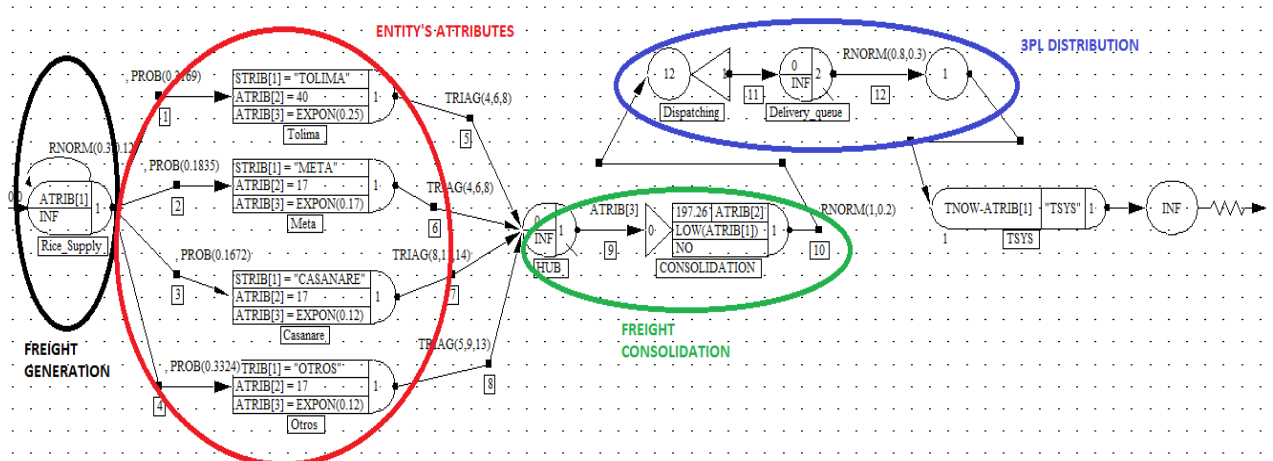
PARAMETRO	VALOR
Generación de carga arrocerera en Colombia (días)	Norm (0.3,0.12)
Probabilidad de arribo de carga del Tolima	31.69%
Probabilidad de arribo de carga del Meta	18.35%
Probabilidad de arribo de carga del Casanare	16.72%
Capacidad de los medios de transporte provenientes del Tolima	40 Ton
Capacidad de los medios de transporte provenientes del Tolima	28 Ton
Capacidad de los medios de transporte provenientes del Tolima	17 Ton
Tiempo de viaje Tolima-Bogotá (días)	TRIAG(4,6,8)
Tiempo de viaje Meta-Bogotá (días)	TRIAG(4,6,8)
Tiempo de viaje Casanare-Bogotá (días)	TRIAG(8,11,14)
Tiempo de viaje Resto del País-Bogotá (días)	TRIAG(5,9,13)
Tiempo de descargue de mercancías – Vehículos 40 Ton (días)	EXPON(0.25)
Tiempo de descargue de mercancías – Vehículos 28 Ton (días)	EXPON(0.17)
Tiempo de descargue de mercancías – Vehículos 17 Ton (días)	EXPON(0.12)
Q de consolidación en el Hub	197.26 Ton*
# Vehículos del 3PL	12
Capacidad de los vehículos del 3PL	17 Ton

Tiempo de distribución (días)	Norm(0.8,0.3)
Tiempo de simulación (días)	365

*Q es calculado a partir del modelo matemático de consolidación de carga con 3PW/D presentado en la sección anterior con parámetros consultados a un operador logístico de Bogotá.

La estructura de la red diseñada en el Software de Simulación Awesim with Visual Slam® en el que se cuenta con un generador de envíos de arroz que provienen de diversas partes del país de acuerdo con las probabilidades descritas en la Tabla 4 y que se asignan en el banner “entity’s attributes”. Posteriormente pasan a una función de des consolidación para que finalmente se realice la distribución por parte del 3PL. La **Figura 4-4** presenta la red de la simulación. Anexo 1. Archivo simulación.

Figura 4-4 Diseño de la red de simulación



Fuente: Propia.

4.1.4.2. Variables de Decisión

Las variables de decisión constan de dos naturalezas: las primeras corresponden a tiempo total que dura la carga en el sistema modelado, desde que se genera en los nodos de producción hasta que llega a los mercados de grandes superficies. Estas variables permiten identificar los problemas que se pueden ocasionar en la descomposición de los productos debido a su naturaleza perecedera, así como la determinación de los costos que se generan, puesto que están en función de los tiempos calculados en cada eslabón de la cadena.

El segundo tipo de variables corresponde a la cantidad de medios utilizados para la operación logística con su respectiva capacidad, ejemplo el número de vehículos a utilizar en la operación de distribución, que a través del diseño de escenarios se puede evaluar, identificando la mejor combinación entre el costo de almacenamiento y el costo de distribución.

Cada escenario contó con 55 corridas y los resultados presentados corresponden al promedio de las variables de decisión con su respectiva desviación estándar, valores máximos y mínimos.

4.1.4.3. Resultados por Escenarios

El primer escenario modelado corresponde a la situación actual, que cuenta con los parámetros del sistema descritos en la Tabla 4. La información de salida se muestra a continuación:

```

** AweSim SUMMARY REPORT **
  Thur May 01 17:03:08 2014

Simulation Project: Consolidation
Modeler: SEPRO
Date:
Scenario: BASECASE

Current simulation time   : 360.00
Statistics cleared at time: 0.000000

** OBSERVED STATISTICS REPORT for scenario BASECASE **

Label          Mean          Standard   Number of   Minimum     Maximum
              Value          Deviation  Observations Value         Value
-----
TSYS           14.623         1.587      1739        9.739       18.832

** FILE STATISTICS REPORT for scenario BASECASE **

File   Label or   Average   Standard   Maximum   Current   Average
Number Input Location Length     Deviation Length    Length    Wait Time
-----
  1    HUB Bogotá    0.451     0.993      8         0         0.140
  2    Queue Delivery 0.171     0.171      7         0         0.003

** ACTIVITY STATISTICS REPORT for scenario BASECASE **

Activity  Label or           Average   Standard   Entity     Maximum
-----

```

Number	Input Location	Utilization	Deviation	Count	Utilization
5	Travel Tol - Bog	6.411	2.347	387	14
6	Travel Met - Bog	3.523	1.712	209	9
7	Travel Cas - Bog	5.980	2.384	196	13
8	Travel Others - Bog	9.477	2.405	375	17
10	Storing at Hub	0.408	0.493	145	1

** SERVICE ACTIVITY STATISTICS REPORT for scenario BASECASE **

Activity Number	Label or Input Location	Server Capacity	Entity Count	Average Utilization	Standard Deviation
9	Manual Unload	1	1161	0.508	0.500
12	Distribution	12	1739	3.828	4.755

** BATCH STATISTICS REPORT for scenario BASECASE **

Batch Node	Average Number Waiting	Maximum Number Waiting	Average Waiting Time
9	3.538	10	1.097

De acuerdo con los resultados del primer escenario, se evidencia que la duración de una carga de arroz en el sistema es en promedio 14 días, antes de llegar al mercado de gran superficie, en una ventana de tiempo de un año, en el que se realizaron cerca de 1739 envíos hacia el Hub localizado en Bogotá. Este tiempo es considerablemente alto, atendiendo la naturaleza perecedera del arroz, que en menos de cinco meses, empieza a afectarse su calidad y valores nutricionales, teniendo en cuenta que todavía falta la etapa de comercialización, que puede durar cerca de 3 meses, lo que da poca holgura al proceso de abasto que se está llevando a cabo en la actualidad.

El tiempo de almacenamiento en el Hub de Bogotá, tal como se muestra en los resultados, en promedio 1,097 días, es bastante eficiente en éste sistema donde la frecuencia de envíos es alta; sin embargo esto contrasta con los altos costos debidos a la distribución que una flota de 12 vehículos de 17 toneladas de capacidad genera.

En el segundo escenario se reduce la flota de vehículos, pero se amplía la capacidad de los mismos, llegando a un número de 7 con una capacidad de 28 toneladas, con los que se distribuye las mercancías en los almacenes dentro del área mencionada. Algunos de los parámetros iniciales cambian, configurándose de la siguiente manera:

# Vehículos del 3PL	7
Capacidad de los vehículos del 3PL	28 Ton
Tiempo de distribución (días)	Norm(1.5,0.5)

Los resultados del escenario se presentan a continuación:

** AweSim SUMMARY REPORT **
Thur May 01 17:15:54 2014

Simulation Project: Consolidation
Modeler: SEPRO
Date:
Scenario: Consolidation 1

Current simulation time : 360.00
Statistics cleared at time: 0.000000

** OBSERVED STATISTICS REPORT for scenario BASECASE **

Label	Mean Value	Standard Deviation	Number of Observations	Minimum Value	Maximum Value
TSYS	15.792	1.635	1001	10.233	19.931

** FILE STATISTICS REPORT for scenario BASECASE **

File Number	Label or Input Location	Average Length	Standard Deviation	Maximum Length	Current Length	Average Wait Time
1	HUB Bogotá	0.581	1.210	10	0	0.181
2	Queue Delivery	0.191	0.757	7	0	0.068

** ACTIVITY STATISTICS REPORT for scenario BASECASE **

Activity Number	Label or Input Location	Average Utilization	Standard Deviation	Entity Count	Maximum Utilization
5	Travel Tol - Bog	6.395	2.327	380	14
6	Travel Met - Bog	3.429	1.788	208	9
7	Travel Cas - Bog	6.014	2.285	195	13
8	Travel Others - Bog	9.512	2.414	374	17
10	Storing at Hub	0.408	0.493	144	1

** SERVICE ACTIVITY STATISTICS REPORT for scenario BASECASE **

Activity Number	Label or Input Location	Server Capacity	Entity Count	Average Utilization	Standard Deviation
9	Manual Unload	1	1156	0.535	0.499

12 Distribution 7 1001 4.129 2.779

** BATCH STATISTICS REPORT for scenario BASECASE **

Batch Node	Average Number Waiting	Maximum Number Waiting	Average Waiting Time
9	3.663	11	1.141

El escenario propuesto evidentemente aumenta los tiempos de flujo de la mercancía, situación que no es favorable para las condiciones perecederas del producto, con un tiempo promedio de almacenamiento de 1,141 días. Sin embargo, reducciones en los costos son evidentes al disminuir la flota de vehículos, lo que además impacta de manera positiva el ambiente, reduciendo emisiones, ruido y congestión en la malla vial de las ciudades atendidas.

Finalmente se plantea un escenario ideal, en el que exista una coordinación entre los productores y el prestador de servicios 3PL, para la paletización de la carga, y una consolidación efectiva de mercancías, con 5 vehículos de capacidad de 17 toneladas que hacen entregas, en busca de aumentar la utilización de la flota, que hasta ahora, en los escenarios propuestos no ha pasado del 58%. Los parámetros modificados se detallan en la siguiente tabla:

Tiempo de descargue de mercancías – Vehículos 40 Ton (días)	EXPON(0.06)
Tiempo de descargue de mercancías – Vehículos 28 Ton (días)	EXPON(0.04)
Tiempo de descargue de mercancías – Vehículos 17 Ton (días)	EXPON(0.01)
# Vehículos del 3PL	5
Capacidad de los vehículos del 3PL	17 Ton
Tiempo de distribución (días)	Norm(0.8,0.3)

A continuación se presentan los resultados de la simulación:

** AweSim SUMMARY REPORT **
 Thur May 01 17:28:23 2014

Simulation Project: Consolidation
 Modeler: SEPRO
 Date:
 Scenario: Consolidation Final

Current simulation time : 360.00
 Statistics cleared at time: 0.000000

** OBSERVED STATISTICS REPORT for scenario BASECASE **

Label	Mean Value	Standard Deviation	Number of Observations	Minimum Value	Maximum Value
TSYS	13.531	1.542	725	7.682	16.877

** FILE STATISTICS REPORT for scenario BASECASE **

File Number	Label or Input Location	Average Length	Standard Deviation	Maximum Length	Current Length	Average Wait Time
1	HUB Bogotá	0.011	0.109	2	0	0.003
2	Queue Delivery	0.003	0.070	3	0	0.002

** ACTIVITY STATISTICS REPORT for scenario BASECASE **

Activity Number	Label or Input Location	Average Utilization	Standard Deviation	Entity Count	Maximum Utilization
5	Travel Tol - Bog	6.447	2.309	383	13
6	Travel Met - Bog	3.533	1.802	210	9
7	Travel Cas - Bog	6.083	2.249	197	13
8	Travel Others - Bog	9.476	2.556	378	17

** SERVICE ACTIVITY STATISTICS REPORT for scenario BASECASE **

Activity Number	Label or Input Location	Server Capacity	Entity Count	Average Utilization	Standard Deviation
9	Manual Unload	1	1168	0.096	0.295
12	Distribution	5	725	3.589	1.012

** BATCH STATISTICS REPORT for scenario BASECASE **

Batch Node	Average Number Waiting	Maximum Number Waiting	Average Waiting Time
9	3.457	10	1.066

Este escenario reduce considerablemente los costos de operación del sistema debido a la disminución de tiempos de almacenamiento, 1,066 días, así como los tiempos globales de flujo de productos, 13,531 días, logrado a partir de la cooperación entre agentes de la cadena al consolidar la carga de manera eficiente de tal manera que se agilizan las actividades de cargue, descargue, y se logra la reducción de la flota, aumentando su nivel de ocupación al 71,78%.

5. Conclusiones

El desarrollo de la disertación concluye con el diseño de una estrategia de consolidación de carga que considera para un caso piloto del sector agro industrial, cadena del arroz, un escenario ideal en el que exista una coordinación entre los productores y el prestador de servicios 3PL para la paletización de la carga, y una consolidación efectiva de mercancías, con 5 vehículos de capacidad de 17 toneladas que hacen entregas, en busca de aumentar la utilización de la flota, que hasta ahora, en los escenarios actuales no ha pasado del 58%.

La definición del escenario ideal se logra a partir de la definición de escenarios para la implementación de la estrategia de consolidación que consideran el tiempo del producto a lo largo del sistema, considerando ésta variable fundamental para la evaluación de factores como la naturaleza perecedera de la mercancía, la calidad, inocuidad y sanidad del producto. Así como la eficiencia en la utilización de los medios de transporte que resulta en reducción no sólo de costos del sistema logístico, sino también de impactos negativos en la movilidad de la ciudad en donde se realiza la operación.

El diseño de la estrategia de consolidación se ajusta a las particularidades del contexto estudiado, que para la definición de parámetros y reglas de operación requirió del conocimiento de las dinámicas de las redes productivas y de servicios. Los hallazgos para el caso de estudio en Bogotá, muestran la importancia del sector agro industrial no sólo para la seguridad alimentaria sino para los esquemas de movilidad y ordenamiento del espacio público, que son elementos poco visibles en estudios previos relacionados con la consolidación de carga.

La modelación de la consolidación de carga en el sistema logístico de una cadena agroindustrial que abastece la ciudad capital se realizó bajo un enfoque de simulación debido a que presenta ventajas, que no tienen en su totalidad los modelos presentados previamente, tales como: contienen diversas interacciones entre los elementos; contienen elementos afectados por la aleatoriedad, no predictibilidad, riesgo, etc.; incluye actividades cuyo desempeño es afectado por demoras en el tiempo; permite analizar los recursos del sistema logístico; permite evaluar las reglas, políticas, capacidades de resolución de problemas de operación que requieren los sistemas logísticos.

Los resultados de la consolidación de la carga de arroz muestran que ésta disminuiría la pérdida de productos como consecuencia de la disminución de días de tiempo de almacenamiento además de disminuir en 58,33% la capacidad total de transporte del servicio 3PL tenido en cuenta en este ejemplo, lo cual generaría beneficios que no son medidos en esta simulación como la reducción de emisiones de gases y el aumento en la velocidad del flujo de vehículos en la región.

La simulación de este estudio toma como ejemplo de estudio al arroz, el cual, si bien es perecedero, presenta una vida útil que significa más de seis veces el tiempo promedio que pasa en sistema una carga; sin embargo si se consideran productos de vida útil más corta como el caso de una fruta cuyo tiempo medio adecuado para el consumo humano puede ser inferior a tres meses, el riesgo de desabastecimiento y/o de pérdidas por su vencimiento disminuiría en mayor proporción a la del ejemplo, que fue de 6,57%.

Además de las futuras áreas de investigación vislumbradas en el recorrido por la literatura descrita en los capítulos 2 y 3, (Glock, 2012) reafirma la necesidad de contar con trabajos que destaquen la estructuración de la red para las actividades propias del JRP (definir quién entrega a quién,...), el desarrollo de modelos con parámetros dinámicos y la aplicación de los modelos teóricos a contextos reales.

En cuanto a futuras simulaciones o modelos de ASC semejantes a la simulación presentada en este trabajo, se podrían considerar opciones que se acerquen a la complejidad que se encuentra en la realidad. Por ejemplo la consideración de multiplicidad de productos con tiempos de vida útil probabilísticos variables, lo cual sería

aplicable a contextos como los de los países del trópico en donde las frutas y verduras frescas y no congeladas hacen parte de la dieta diaria de la mayoría de la población.

Otro estudio que podría considerarse sería aquel que contenga a un servicio 3PL que cuente con diferentes tamaños de transporte para distribuir carga en el que la demanda de los clientes varíe y se deba decidir en el HUB el tamaño de vehículo a enviar posiblemente integrando la opción de considerar ruteo en caso de permitir que dos clientes diferentes compartan la capacidad de un solo vehículo.

Un estudio más complejo podría tener en cuenta las variables presentadas en las dos propuestas anteriores en donde se cuente con una línea de ensamble de pedidos y un sistema de información que permita proveer kits de pedidos de múltiples productos de diferentes a múltiples clientes con demanda probabilística

Bibliografía

- Adarme, W. (2011). *Desarrollo metodológico para la optimización de la cadena de suministro esbelta con m proveedores y n demandantes bajo condiciones de incertidumbre. Caso aplicado a empresas navieras colombianas*. Universidad Nacional de Colombia.
- Ahumada, O., & Villalobos, J. R. (2009a). Application of planning models in the agri-food supply chain: A review. *European Journal of Operational Research*, 196(1), 1–20. doi:10.1016/j.ejor.2008.02.014
- Ahumada, O., & Villalobos, J. R. (2009b). Application of planning models in the agri-food supply chain: A review. *European Journal of Operational Research*, 196(1), 1–20. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377221708001987>
- Akkerman, R., Farahani, P., & Grunow, M. (2010a). Quality, safety and sustainability in food distribution: a review of quantitative operations management approaches and challenges. *OR Spectrum*, 32(4), 863–904. doi:10.1007/s00291-010-0223-2
- Akkerman, R., Farahani, P., & Grunow, M. (2010b). Quality, safety and sustainability in food distribution: a review of quantitative operations management approaches and challenges. *OR Spectrum*, 32(4), 863–904. Retrieved from <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s00291-010-0223-2>
- Ambiente, S. D. de. (2009). *Plan decenal de descontaminación del aire para Bogotá 2010 - 2020*. Bogotá.
- Andersson, D., & Norrman, A. (2002a). Procurement of logistics services—a minutes work or a multi-year project? *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 8(1), 3–14. doi:10.1016/S0969-7012(01)00018-1
- Andersson, D., & Norrman, A. (2002b). Procurement of logistics services—a minutes work or a multi-year project? *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 8(1), 3–14. doi:10.1016/S0969-7012(01)00018-1
- Arcos, C., Mosquera, S., & Villada, D. (2008). Evaluación de rutas para el transporte de productos perecederos en el sector rural. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 6(2), 40–46.

-
- Attanasio, A., Fuduli, A., Ghiani, G., & Triki, C. (2006). Integrated Shipment Dispatching and Packing Problems: a Case Study. *Journal of Mathematical Modelling and Algorithms*, 6(1), 77–85.
- Axelsson, B., & Wynstra, F. (2002). *Buying Business Services*. Wiley.
- Barney, J. B. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. Retrieved from <http://papers.ssrn.com/abstract=1505199>
- Baykasoglu, A., & Kaplanoglu, V. (2011). A multi-agent approach to load consolidation in transportation. *Advances in Engineering Software*, 42(7), 477–490. Retrieved from <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/pii/S096599781100055X>
- Bechtel, C., & Jayaram, J. (1997). Supply chain management: a strategic perspective. *The International Journal of Logistics Management*, 8(1), 15–34.
- Benjelloun, A., Crainic, T. G., & Bigras, Y. (2010). Towards a taxonomy of City Logistics projects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(3), 6217–6228. doi:10.1016/j.sbspro.2010.04.032
- BESTUFS. (2007). Guía de buenas prácticas sobre el transporte urbano de mercancía. BESTUFS co-ordination.
- Bhardwaj, S., & Palaparthi, I. (2008). Factors influencing indian supply chains of fruits and vegetables: A literature review. *The Icfai Univesity Journal of Supply Chain Management*, 5(3), 59–68.
- BID. (2011). *La logística como factor de competitividad de las PYMES en las Américas*. Santo Domingo, República Dominicana.
- Blackburn, J., & Scudder, G. (2009). Supply Chain Strategies for Perishable Products: The Case of Fresh Produce. *Production and Operations Management*, 18(2), 129–137.
- Bookbinder, J., & Higginson, J. (2002a). Probabilistic modeling of freight consolidation by private carriage. *Transportation Research Part E*, 38, 305–318.
- Bookbinder, J., & Higginson, J. (2002b). Probabilistic modeling of freight consolidation by private carriage. *Transportation Research Part E*, 38, 305–318.
- Browne, M., Piotrowska, M., G Woodburn, A., & Allen, J. (2007). Literature Review WM9: Part I - urban freight transport, carried out as part of Work Module 1, Green Logistics Project. *Transport, Work Modul*(January). Retrieved from <http://www.mendeley.com/catalog/literature-review-wm9-part-i-urban-freight-transport-carried-part-work-module-1-green-logistics-proj-1/>

- Cai, X., Chen, J., Xiao, Y., Xu, X., & Yu, G. (2013). Fresh-product supply chain management with logistics outsourcing. *Omega*, 41(4), 752–765. Retrieved from <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/pii/S0305048312001806>
- Carr, S., & Jang, W. (2009). Hub arc selection for freight consolidation. In *2009 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 1961–1963). IEEE. Retrieved from [http://www.sinab.unal.edu.co:2365/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5373220'](http://www.sinab.unal.edu.co:2365/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5373220'escapeXml='false'/>)
- Cetinkaya, S. (2005). Coordination of inventory and shipment consolidation decisions: A review of premises, models, and justification. In *Applications of supply chain management and e-commerce research* (pp. 3–52). New York: Springer Science+Business Media.
- Çetinkaya, S., & Bookbinder, J. H. (2003). Stochastic models for the dispatch of consolidated shipments. *Transportation Research Part B: Methodological*, 37(8), 747–768. Retrieved from <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/pii/S0191261502000607>
- Çetinkaya, S., & Lee, C.-Y. (2000). Stock Replenishment and Shipment Scheduling for Vendor-Managed Inventory Systems. *Management Science*, 46(2), 217–232.
- Chase, R., & Requier, D. (2002). *Manual de operaciones de manufactura y servicios*.
- Christopher, M. (1998). *Logistics and supply chain management : strategies for reducing cost and improving service* (2nd ed.). London: Financial Times/Pitman.
- Christopher, M. (2005). *Logistics and Supply Chain Management, creating value-added networks* (3rd ed.). Harlow: Financial Times Prentice Hall.
- Cooper, M. C., Lambert, D. M., & Pagh, J. D. (1997). Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics. *The International Journal of Logistics Management*, 8(1), 1–14. doi:10.1108/09574099710805556
- Cooper, M., & Ellram, L. (1993). Characteristics of supply chain management and implications for purchasing and logistics strategy. *The International Journal of Logistics Management*, 4(2), 13–24.
- Correia, V. de A., Oliveira, L. K. de, & Guerra, A. L. (2012a). Economical and Environmental Analysis of an Urban Consolidation Center for Belo Horizonte City (Brazil). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 770–782. doi:10.1016/j.sbspro.2012.03.146
- Correia, V. de A., Oliveira, L. K. de, & Guerra, A. L. (2012b). Economical and Environmental Analysis of an Urban Consolidation Center for Belo Horizonte City (Brazil). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 770–782. Retrieved from <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/pii/S1877042812006131>

-
- Creswell, J. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (Third Edit.). California: SAGE Publications.
- Defee, C., Williams, B., Randall, W., & Thomas, R. (2010). An inventory of theory in logistics and SCM research. *The International Journal of Logistics Management*, 21(3), 404–489. Retrieved from <http://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/09574091011089817>
- Disney, S. M., Potter, A. T., & Gardner, B. M. (2003). The impact of vendor managed inventory on transport operations. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 39(5), 363–380. doi:10.1016/S1366-5545(03)00014-0
- Estrada Romeu, M. (2007). *Análisis de estrategias eficientes en la logística de distribución de paquetería*. Universitat Politècnica de Catalunya. Retrieved from <http://www.tdx.cat/handle/10803/6625>
- FAO. (n.d.). FAO/World Bank workshop on reducing post-harvest losses in grain supply chains in Africa. The World Bank.
- FAO. (2010). FAO/World Bank workshop on reducing post-harvest losses in grain supply chains in Africa. The World Bank.
- Ferreira, F. A. (2006). *O OPERADOR LOGÍSTICO E A TERCEIRIZAÇÃO DOS SERVIÇOS LOGÍSTICOS*. Centro Tecnológico da Zona Leste.
- Ford, D. J. (Daniel J. (2006a). Inbound freight consolidation : a simulation model to evaluate consolidation rules. Massachusetts Institute of Technology. Retrieved from <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/36145>
- Ford, D. J. (Daniel J. (2006b). Inbound freight consolidation : a simulation model to evaluate consolidation rules. Massachusetts Institute of Technology. Retrieved from <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/36145>
- Forza, C., Romano, P., & Vinelli, A. (2000). Information Technology for Managing the Textile Apparel Chain: Current Use, Shortcomings and Development Directions. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 3(3), 227–243. doi:10.1080/713682770
- Fossati, F., & Monge Mora, D. M. (2009). A Segmentação dos Operadores Logísticos no Mercado Brasileiro de acordo com suas Capacitações para Oferecer Serviços. *ANOAD-RACE*, 3(1), 123–141.
- García, R. (2008). *Sistemas Complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. España: Editorial Gedisa.
- Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2004). *Introduction to logistics systems planning and control*. Hoboken, NJ, USA: J. Wiley.

- Glock, C. H. (2012). The joint economic lot size problem: A review. *International Journal of Production Economics*, 135(2), 671–686. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925527311004567>
- Goyal, S. K., & Deshmukh, S. G. (1992). Integrated procurement-production systems: A review. *European Journal of Operational Research*, 62(1), 1–10. doi:10.1016/0377-2217(92)90172-6
- Goyal, S. K., & Gupta, Y. P. (1989). Integrated inventory models: The buyer-vendor coordination. *European Journal of Operational Research*, 41(3), 261–269. Retrieved from <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/pii/0377221789902476>
- Grunow, M., & Rong, A. (2010a). A methodology for controlling dispersion in food production and distribution. *OR Spectrum*, 32(4), 957–978. Retrieved from <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s00291-010-0210-7>
- Grunow, M., & Rong, A. (2010b). A methodology for controlling dispersion in food production and distribution. *OR Spectrum*, 32(4), 957–978. Retrieved from <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s00291-010-0210-7>
- Guan, R., & Zhao, X. (2010). On contracts for VMI program with continuous review (r,Q) policy. *European Journal of Operational Research*, 207(2), 656–667. doi:10.1016/j.ejor.2010.04.037
- Hall, R. (1987). Consolidation strategy: inventory, vehicles and terminals. *Journal of Business Logistics*, 8(2), 57–73.
- Hamel, G., & Prahalad, C. K. (1993). Strategy as stretch and leverage. *Harvard Business Review*, 71(2), 75–84. Retrieved from <http://europaemc.org/abstract/MED/10124635>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hewitt, F. (1994). Supply Chain Redesign. *The International Journal of Logistics Management*, 5(2), 1–10.
- Hua, L.-K. (1962). Applications of Mathematical Methods to Wheat Harvesting. *Chinese Mathematics*, 2, 77–91.
- Huang, K., & Chi, W. (2007). A Lagrangian relaxation based heuristic for the consolidation problem of airfreight forwarders. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 15(4), 235–245. Retrieved from <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/pii/S0968090X06000593>
- Hunt, S. D., & Davis, D. F. (2008). GROUNDING SUPPLY CHAIN MANAGEMENT IN RESOURCE-ADVANTAGE THEORY. *The Journal of Supply Chain Management*, 44(1), 10–21. doi:10.1111/j.1745-493X.2008.00042.x
- ICBF, I. C. del B. F. (2014). Misión del ICBF.

-
- INVIMA, I. N. de V. de M. y A. (2013). Misión del INVIMA.
- IPES, I. P. la E. S. (2013). Misión IPES. Retrieved August 14, 2014, from www.ipes.gov.co
- Kanda, A., & Deshmukh, S. G. (2008). Supply chain coordination: Perspectives, empirical studies and research directions. *International Journal of Production Economics*, 115(2), 316–335. doi:10.1016/j.ijpe.2008.05.011
- Kang, J.-H., & Kim, Y.-D. (2010). Coordination of inventory and transportation managements in a two-level supply chain. *International Journal of Production Economics*, 123(1), 137–145. Retrieved from <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/pii/S0925527309002722>
- Khouja, M., & Goyal, S. (2008a). A review of the joint replenishment problem literature: 1989–2005. *European Journal of Operational Research*, 186(1), 1–16. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377221707003037>
- Khouja, M., & Goyal, S. (2008b). A review of the joint replenishment problem literature: 1989–2005. *European Journal of Operational Research*, 186(1), 1–16. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377221707003037>
- King, G., & Logan, S. (1964). Optimum Location, Number and Size of Processing Plants with Raw Product and Final Product Shipments. *Journal of Farm Economics*, 46(1), 94–108.
- Kirby, C., & Brosa, N. (2011). *La logística como factor de competitividad de las Pymes en las Américas* (p. 39). Santo Domingo, República Dominicana. Retrieved from file:///C:/Users/JuanPC/Downloads/Kirby_Brosa_final_Logistics-as-a-Competitiveness-Factor-for-SMEs-spanish.pdf
- Kleijnen, J. P. C. (2005). Supply chain simulation tools and techniques: A survey. *International Journal of Simulation and Process Modelling*, 1(1-2), 82–89. Retrieved from <http://ideas.repec.org/p/ner/tilbur/urnnbnlui12-174188.html>
- Klose, A., & Drexl, A. (2005). Facility location models for distribution system design. *European Journal of Operational Research*, 162(1), 4–29. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377221703008191>
- Lambert, D. M., & Cooper, M. C. (1998). Supply chain management: implementation issues and research opportunities. *The International Journal of Logistics Management*, 9(2), 1–20.
- Lambert, D. M., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of logistics management*. Boston: Irwin/McGraw-Hill.
- Langley, J. (2014). *Third-Party Logistics: Results and findings of the 19th annual study*. EEUU. Retrieved from www.3plstudy.com

- Lee, C.-Y., Centikaya, S., & Jaruphongsa, W. (2003). A dynamic Model for Inventory Lot Sizing and Outbound Shipment at a Third-Party Warehouse. *Operations Research*, 51(5), 735–747.
- Lee, E., & Farahmand, K. (2010). Simulation of a base stock inventory management system integrated with transportation strategies of a logistic network. In *2010 Winter Simulation Conference* (pp. 1934–1945).
- Li, X., & Wang, Q. (2007). Coordination mechanisms of supply chain systems. *European Journal of Operational Research*, 179(1), 1–16. doi:10.1016/j.ejor.2006.06.023
- Lieb, R., & Bentz, B. (2005). The use of Third-Party Logistics by Large American Manufacturers. *Transportation Journal*, 6–15.
- Lima, L. (2004). A EVOLUÇÃO DOS PRESTADORES DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS NO BRASIL: O SURGIMENTO DOS 4PLs. Florianópolis: UNIVERSIDAD FEDERAL DE SANTA CATALINA.
- Liu, C.-L., & Lyons, A. C. (2011). An analysis of third-party logistics performance and service provision. *Transportation Research Part E Logistics and Transportation Review*, 47(4), 547–570. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S136655451000116X>
- Lowe, T. J., & Preckel, P. V. (2004). Decision Technologies for Agribusiness Problems: A Brief Review of Selected Literature and a Call for Research. *Manufacturing & Service Operations Management*, 6(3), 201–208. Retrieved from <http://msom.journal.informs.org/cgi/doi/10.1287/msom.1040.0051>
- Lucas, M. T., & Chhajet, D. (2004). Applications of Location Analysis in Agriculture: A Survey. *The Journal of the Operational Research Society*, 55(6), 561–578.
- Ma, H., Miao, Z., Lim, A., & Rodrigues, B. (2011). Crossdocking distribution networks with setup cost and time window constraint. *Omega*, 39(1), 64–72. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0305048310000277>
- Malhene, N., Trentini, A., Marques, G., & Burlat, P. (2012a). Freight consolidation centers for urban logistics solutions: The key role of interoperability. In *2012 6th IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies (DEST)* (pp. 1–6). IEEE. Retrieved from http://www.sinab.unal.edu.co:2365/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6227939'escapeXml='false'>
- Malhene, N., Trentini, A., Marques, G., & Burlat, P. (2012b). Freight consolidation centers for urban logistics solutions: The key role of interoperability. In *2012 6th IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies (DEST)* (pp. 1–6). IEEE. Retrieved from http://www.sinab.unal.edu.co:2365/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6227939'escapeXml='false'>

-
- Matheus, J., Perdomo, C., & Rosales, M. (2004). Manejo de desechos orgánicos y su aprovechamiento en la agricultura. *Interamer*, 200–203.
- Melo, M. T., Nickel, S., & Saldanha-da-Gama, F. (2009). Facility location and supply chain management – A review. *European Journal of Operational Research*, 196(2), 401–412. doi:10.1016/j.ejor.2008.05.007
- Mentzer, J. T., Stank, T. P., & Esper, T. L. (2008). SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND ITS RELATIONSHIP TO LOGISTICS, MARKETING, PRODUCTION, AND OPERATIONS MANAGEMENT. *Journal of Business Logistics*, 29(1), 31–46. doi:10.1002/j.2158-1592.2008.tb00067.x
- MinAgricultura, M. de A. y D. R. (2013). Misión del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- MinCIT, M. de C. I. y T. (2031). Misión del Ministerio.
- Mirchandani, P. B., & Francis, R. L. (1990). *Discrete location theory*. New York: Wiley.
- Moon, I. K., Cha, B. C., & Lee, C. U. (2011). The joint replenishment and freight consolidation of a warehouse in a supply chain. *International Journal of Production Economics*, 133(1), 344–350. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925527310000332>
- Mula, J., Peidro, D., Díaz-Madroño, M., & Vicens, E. (2010). Mathematical programming models for supply chain production and transport planning. *European Journal of Operational Research*, 204(3), 377–390. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377221709005694>
- Novaes, A. (2001). LOGÍSTICA E GERENCIAMENTO DA CADEIA DE DISTRIBUIÇÃO: ESTRATÉGIA, OPERAÇÃO E AVALIAÇÃO.
- Perez-Franco, R., Caplice, C., Singh, M., & Sheffi, Y. (2011). Expressing a supply-chain strategy as a conceptual system. *ESD- Working Paper MIT*.
- Persson, G., & Virum, H. (2001). Growth strategies for logistics service providers: a case study. *International Journal of Logistics Management*, 12(1), 53–64.
- Pfohl, H.-C., Köhler, H., & Thomas, D. (2010). State of the art in supply chain risk management research: empirical and conceptual findings and a roadmap for the implementation in practice. *Logistics Research*, 2(1), 33–44. doi:10.1007/s12159-010-0023-8
- Piali, H., & Simayan, P. (2011). A need for paradigm shift to improve supply chain management of fruits & vegetables in India. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 1(1), 1–20.

- Pirkul, H., & Jayaraman, V. (1998). A multi-commodity, multi-plant, capacitated facility location problem: formulation and efficient heuristic solution. *Computers & Operations Research*, 25(10), 869–878. doi:10.1016/S0305-0548(97)00096-8
- Pooley, J., & Stenger, A. (1992). Modeling and evaluating shipment consolidation in a logistics system. *Journal of Business Logistics*, 12(2), 153–175.
- Rabinovich, E., & Bailey, J. P. (2004). Physical distribution service quality in Internet retailing: service pricing, transaction attributes, and firm attributes. *Journal of Operations Management*, 21(6), 651–672. doi:10.1016/j.jom.2003.11.004
- Rantala, J. (2004). Optimizing the Supply Chain Strategy of a Multi-Unit Finnish Nursery Company. *Silva Fennica*, 38(2), 203–215.
- Riveros, D. P. B., & Silva, P. P. B. (2004). La logística competitiva y la administración de la cadena de suministros. *Scientia et Technica*, 1(24), 201–206. Retrieved from <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/7347>
- Romano, P. (2003). Co-ordination and integration mechanisms to manage logistics processes across supply networks. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9, 119–134. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1478409203000086>
- Rong, A., Akkerman, R., & Grunow, M. (2011a). An optimization approach for managing fresh food quality throughout the supply chain. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 421–429. doi:10.1016/j.ijpe.2009.11.026
- Rong, A., Akkerman, R., & Grunow, M. (2011b). An optimization approach for managing fresh food quality throughout the supply chain. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 421–429. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925527309004290>
- Rosa, F. (2011). Strategies for the Agro-food Sector (Vol. 1, pp. 340–359). Innsbruck-Igls, Austria.
- Ruiz García, L., Barreiro, P., Robla, J., & Lunadei, L. (2010). Testing zigbees motes for monitoring refrigerated vegetable transportation under real conditions. *Sensor*, 10, 4968–4981.
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2006). *The handbook of logistics and distribution management*. London: Kogan Page.
- Salin, V. (1998). Information Technology in agri-food Supply Chains. *International Food and Agribusiness Management Review*, 1(3), 329–334.
- SDM, S. D. de M. (2010). *Estudio para determinar la matriz origen destino de carga y desarrollo de acciones para la regulación de la logística de carga interna en la ciudad*. Bogotá.

-
- SDP, S. D. de P. (2009). *Diagnóstico económico, urbanístico y de gestión del suelo para el desarrollo de la operación estratégica - centralidad Corabastos*. Bogotá.
- Seviaridis, K., & Spring, M. (2007). Third Party Logistics: a literature review and research agenda. *The International Journal of Logistics Management*, 18(1), 125–150.
- Smits, S. R., & de Kok, A. G. (2002). Approximations for the Waiting Time in (s,nQ)-Inventory Models for Different Types of Consolidation Policies. In *Quantitative approaches to distribution logistics and supply chain management* (pp. 395–417). Berlin: Springer-Verlag.
- Sridharan, R. (1995). The capacitated plant location problem. *European Journal of Operational Research*, 87(2), 203–213.
- Stadtler, H. (2008). *Supply chain management and advanced planning concepts, models, software, and case studies* (4th ed.). Berlin: Springer.
- Taniguchi, E., Thompson, R., & Yamada, T. (2004). Visions for City Logistics. In *Logistics systems for sustainable cities* (pp. 1–16). Portugal: Elsevier.
- Tarantilis, C., & Kiranaudis, C. (2001). A meta-heuristic algorithm for the efficient distribution of perishable. *Journal of Food Engineering*, 50(1), 1–9.
- Tyan, J., Wang, F.-K., & Du, T. (2003). An evaluation of freight consolidation policies in global third party logistics. *The International Journal of Management Science*, 31, 55–62.
- UESP, U. E. de S. P. (2005). Plan Maestro de Abastecimiento de Alimentos y Seguridad Alimentaria de Bogotá. Bogotá.
- Ülkü, M. A. (2012). Dare to care: Shipment consolidation reduces not only costs, but also environmental damage. *International Journal of Production Economics*, 139(2), 438–446. doi:10.1016/j.ijpe.2011.09.015
- Ülkü, M. A., & Bookbinder, J. H. (2012). Optimal quoting of delivery time by a third party logistics provider: The impact of shipment consolidation and temporal pricing schemes. *European Journal of Operational Research*, 221(1), 110–117. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377221712002147>
- Von der Gracht, H. A., & Darkow, I.-L. (2010). Scenarios for the logistics services industry: A Delphi-based analysis for 2025. *International Journal of Production Economics*, 127(1), 46–59.
- Vorhies, D., & Morgan, N. (2005). Benchmarking Marketing Capabilities for Sustainable Competitive Advantage. *Journal of Marketing*, 69, 80–94.
- Wang, S.-D., Zhou, Y.-W., & Wang, J.-P. (2010). Supply chain coordination with two production modes and random demand depending on advertising expenditure and

- selling price. *International Journal of Systems Science*, 41(10), 1257–1272. doi:10.1080/00207720903244105
- Wanke, P. F., & Saliby, E. (2009). Consolidation effects: Whether and how inventories should be pooled. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 45(5), 678–692. Retrieved from <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/pii/S1366554509000192>
- White, J. (2007). How cold was it? Know the whole story. *Frozen Food Age*, 56, 38–40.
- Wilson, M. M. J., & Roy, R. N. (2009a). Enabling lean procurement: a consolidation model for small- and medium-sized enterprises. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(6), 817–833. Retrieved from <http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?issn=1741-038X&volume=20&issue=6&articleid=1801230&show=html>
- Wilson, M. M. J., & Roy, R. N. (2009b). Enabling lean procurement: a consolidation model for small- and medium-sized enterprises. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(6), 817–833. doi:10.1108/17410380910975096
- Zeithaml, V. A., & Parasuraman, A. (1985). Problems and strategies in service marketing. *Journal of Marketing*, 49, 33–46.
- Zhang, G., Habenicht, W., & Ludwig Spieß, W. E. (2003). Improving the structure of deep frozen and chilled food chain with tabu search procedure. *Journal of Food Engineering*, 60(1), 67–79. doi:10.1016/S0260-8774(03)00019-0
- Zhou, G., Hui, Y. Van, & Liang, L. (2011). Strategic alliance in freight consolidation. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 47(1), 18–29. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1366554510000736>

ANEXO 1 – INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

PARTE A – ENCUESTA A ESTABLECIMIENTOS

Fecha: Encuestador: Hora Inicio: Hora Final: Encuesta N°

Tipo de Empresa: Pública Privada Mixta Sector Económico: Industria Comercio Servicios Número UPZ:

Tiempo de Operación: Código CIU: Establecimiento: Propio Arrendado Familiar

Nombre Encuestado: Cargo: Propietario Gerente Jefe de Área Operario

PREGUNTAS

A Cuántos empleados tiene la empresa?

- (1) Menos de 10
- (2) Entre 11 y 50
- (3) Entre 51 y 200
- (4) Más de 200

B La empresa se encuentra clasificada cómo:

- (1) Persona Natural
 - (2) Sociedad Anónima (6)
 - (3) S.A.S. (7)
 - (4) Sociedad Limitada (8)
 - (5) Sociedad Colectiva
 - (6) Sociedad en C.S. (10)
 - (7) Sociedad en C.A. (11)
 - (8) Sociedad E. Mixta
 - (9) Cooperativa
 - (10) Sociedad unipersonal
 - (11) Otra
- ¿Cuál?

C ¿Sus operaciones de venta se realizan?

- (1) Al por menor
- (2) Al por mayor
- (3) Por Servicios

D ¿Cuál es el alcance del mercado que tiene su empresa?

- (1) Local
- (2) Regional
- (3) Nacional
- (4) Internacional

E ¿En qué horario y días realiza la recepción y/o despacho de mercancías?

HORARIOS	CARGUE							DESCARGUE						
	L	M	Mc	J	V	S	D	L	M	Mc	J	V	S	D
6:01 am - 9:00am														
9:01 am - 12:00am														
12:01 am - 3:00pm														
3:01 pm - 6:00pm														
6:01 pm - 9:00pm														
9:01 pm - 12:00pm														
12:01 pm - 3:00am														
3:01 am - 6:00am														

F Frecuencia con la que realiza las operaciones:

- | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|--------------------------|----------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | (1) Diario | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | (5) Mensual |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | (2) 2-3/Semana | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | (6) Trimestral |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | (3) Semanal | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | (7) Semestral |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | (4) Quincenal | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

G Los productos y/o servicios que produce/comercializa son dirigidos a:

- (1) Público en General
 - (2) Grandes Superficies
 - (3) Mayoristas
 - (4) Canal Tradicional
 - (5) Puntos de Venta (Propios)
 - (6) Ventas Catalogo
 - (7) Ventas por Internet
 - (8) Industria
 - (9) Servicios
 - (10) Otro
- ¿Cuál?

H ¿A cuántos SMMLV asciende sus gastos mensuales de Funcionamiento (incluyendo Arriendo y Servicios)?

- (1) 0 – 1 SMMLV
- (2) 1 – 2 SMMLV
- (3) 2 – 3 SMMLV
- (4) 3 – 4 SMMLV
- (5) 4 – 5 SMMLV
- (6) 5 – 6 SMMLV
- (7) 6 – 7 SMMLV
- (8) Más de 7 SMMLV

L Los vehículos en que transporta mercancías son:

C	D	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) Propios
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) Proveedor/Cliente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) Tercero
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(4) Otro

¿Cuál? _____

M A cuántos SMMLV ascienden los costos mensuales asociados al transporte:

<input type="checkbox"/>	(1) 0 – 1 SMMLV
<input type="checkbox"/>	(2) 1 – 2 SMMLV
<input type="checkbox"/>	(3) 2 – 3 SMMLV
<input type="checkbox"/>	(4) Más de 3 SMMLV

N ¿Quién asume los costos de operación de C/D de mercancí

C	D	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) Propietario
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) Proveedor/Cliente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) Tercero

O ¿Cuánto personal tiene disponible las para el C/D de mercancías?

C	D	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) De 1 a 3
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) De 4 a 6
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) De 7 a 10
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(4) Más de 10

P ¿Se presentan pérdidas con la mercancía (rompimiento de cajas, derrame de productos, entre otros) durante el transporte y/u Operación de Cargue/Descargue?
¿Qué porcentaje de pérdida (merma)?

	SI	NO	0 – 5%	5 – 10%	10 – 20%	20 – 30%	Más del 30%
Transporte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cargue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Descargue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q ¿Estaría dispuesto a modificar los horarios de cargue/descargue de mercancías?

<input type="checkbox"/> SI	Sí la respuesta es SI , indique el horario:	<input type="checkbox"/> Diurno
<input type="checkbox"/> NO		<input type="checkbox"/> Nocturno

R Si pudiera realizar las operaciones de Cargue/Descargue de mercancías en horario **NOCTURNO**, ¿Qué tipo de requerimientos solicitaría?

<input type="checkbox"/>	Seguridad Especializada
<input type="checkbox"/>	Exención de Impuestos
<input type="checkbox"/>	Infraestructura adecuada
<input type="checkbox"/>	Otros ¿Cuáles? _____

S ¿Estaría dispuesto a establecer estrategias de coordinación con las demás empresas del sector para las operaciones de C/D de mercancías?

¿Por qué? _____

PARTE B – INSTRUMENTO DE AFOROS

	FORMATO DE INVENTARIO DE OPERACIONES DE C/D	CARACTERIZACIÓN, ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS DE GESTIÓN DE LAS OPERACIONES LOGÍSTICAS ASOCIADAS AL CARGUE Y DESCARGUE DE MERCANCÍAS EN 10 ZONAS DE BOGOTÁ	CD-SDM-2013
			VERSIÓN 1

AFORADOR: <input style="width:90%;" type="text"/>	UPZ: <input style="width:90%;" type="text"/>	FECHA TOMA: <input style="width:90%;" type="text"/>
SUPERVISOR: <input style="width:90%;" type="text"/>	CORREDOR: <input style="width:90%;" type="text"/> ENTRE <input style="width:90%;" type="text"/>	HORA DE INICIO PROGRAMADA: <input style="width:90%;" type="text"/> INICIO TOMA: <input style="width:90%;" type="text"/>
		HORA DE FINALIZACIÓN PROGRAMADA: <input style="width:90%;" type="text"/> FIN TOMA: <input style="width:90%;" type="text"/>

ID	ESTACIONAMIENTO DEL VEHÍCULO							CARGA				OPERACIÓN CARGUE/DESCARGUE (C/D)												
	INICIA (HH:MM)	TERMINA (HH:MM)	PLACA VEHÍCULO	TIPO VEHÍCULO	LUGAR ESTACIONAMIENTO	POSICIÓN ENTRAMO	ÁNGULO	BODEGA	TIPO CARGA	EMPAQUE	CANTIDAD	GENERADOR RECEPTOR	ESTIBADOR	INICIA (HH:MM)	TERMINA (HH:MM)	PERSONAS INVOLUCRADAS	HERRAMIENTAS	PROCESOS	UBICACIÓN CARGA	OCUPACIÓN ESPACIO	C	D	OBSERVACIONES	
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								

VEHÍCULO	ESTACIONAMIENTO	UBICACIÓN	ÁNGULO	TIPO CARGA	EMPAQUE
B: Bicileta	BA: Bahía	A1: Costado A límite 1	0°	PR: Perecederos	CA: Cajas
TC: Triciclo	CA: Cafazado	A1: Costado A límite 1	45°	NP: No Perecederos	BU: Bultos (cajos)
M: Moto	PA: Parquadero	A1: Costado A medio	90°	MA: Materiales	SC: Sacos
MC: Motocarro	AN: Andén	A2: Costado A medio		maquinaria	CJ: Cajas de Cartón
A: Automóvil	CL: Clorineta	A2: Costado A límite 2		construcción	B: Bolsas
T: Taxi	ES: Establecimiento	B1: Costado B límite 1		RE: Residuos	OT: Otros
V: Van		B1: Costado B límite 1		MA: Maquinaria	
CA: Camioneta		B1: Costado B límite 1		PE: Peligrosos	
C2P - C2G		B1: Costado B medio		SP: Servicio Público	
C3		B2: Costado B medio		PA: Paquetes	
C4		B2: Costado B límite 2		ES: Escombros	
C5				BM: Emergencias	
C5+				AV: Animales vivos	
O: Otro					
C: Carretilla					B: Caja pequeña CJP

HERRAMIENTAS	PROCESOS	INFRAESTRUCTURA	OCUPACIÓN
E: Estibadora	EP: Empaque	B0: Bodega	M: Mima
B: Banda transportadora	BT: Embalaje	M: Muelle	PA: Parcial
C: Carretilla	ET: Etiquetado	BA: Bahía	TO: Total
G: Grúa	TB: Transbordo	M: Ma	
M: Montacarga	TR: Trasego	PA: Parquadero	
L: Levador	BO: Entrada bodega	AN: Andén	
R: Rampa	FA: Factoración	CL: Clorineta	
S: Equipo de seguridad		N: Ninguna	
MA: Manual			

OBSERVACIONES

FIRMA AFORADOR

FIRMA SUPERVISOR

Hoja ____ de ____

