



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA – DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

METODOLOGÍA PARA LA ELECCIÓN DEL TIPO DE CADENA DE SUMINISTRO EN SU ETAPA FINAL A PUNTOS DE VENTA PARA PERECEDEROS EN ZONAS CON ALTA CONCENTRACIÓN POBLACIONAL.

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
ABNER ISAI ESPINOSA GONZALEZ

TUTOR PRINCIPAL
M.I. JOSÉ ANTONIO RIVERA COLMENERO FACULTAD DE INGENIERÍA

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., Febrero 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente: DRA. FLORES DE LA MOTA IDALIA
Secretario: DR. ACEVES GARCÍA RICARDO
Vocal: M.I. RIVERA COLMENERO JOSÉ ANTONIO
1^{er}. Suplente: M. I. ZUÑIGA BARRERA SERGIO
2^{d o}. Suplente: DR. ANTÚN CALLABA JUAN PABLO

Lugar donde se realizó la tesis:
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO
CIRCUITO EXTERIOR, CIUDAD UNIVERSITARIA,
CIUDAD DE MÉXICO.

TUTOR DE TESIS:

M.I. RIVERA COLMENERO JOSÉ ANTONIO

FIRMA

Agradecimientos

A Dios que me ha permitido llegar hasta aquí

Dedicatoria

A mis abuelos y mi madre Judith Espinosa

A mi tío Armando

A mi maestro pero sobre todo amigo Dartois

Índice de contenidos

Página	Tema
1	1 Introducción
3	2 Antecedentes
3	2.1 Objetivo
3	2.2 Definición de cadena de suministro
6	2.3 Problema
9	2.4 Justificación
9	2.5 Hipótesis
10	2.6 Caracterización de la cadena de suministro
15	2.7 Actores básicos de la DUM
16	2.8 Áreas de la cadena de suministro
19	2.9 Requisitos de la cadena de suministro en zonas densamente pobladas
20	2.1 Transporte utilizados para distribución en zonas urbanas
25	2.11 Criterios principales de la cadena de suministro
28	2.12 Tendencias aplicadas a transporte urbano de mercancía
31	3 Estado del arte
31	3.1 Tipos de cadenas
31	3.11 Troncal por red y ruta (lechera)
33	3.12 Distribución centralizada
34	3.13 Descentralizada troncal
35	3.14 Descentralizada localizada
36	3.2 Tipos de envíos
36	3.3 Movimientos urbanos de mercancía
37	3.4 Otra forma de categorización de las cadenas de suministro
38	3.5 Propósito de la cadena de suministro
39	3.6 Metodologías
40	3.61 Kiviat
40	3.62 Scoring
42	3.63 Árbol de decisiones
44	3.64 Proceso analítico jerárquico(multi-criterio
50	3.65 Electre
52	3.66 Elección de metodología
55	3.67 Ejemplos de aplicación de la metodología elegida
56	4 Metodología para la elección de la cadena de suministro de perecederos
71	5 Conclusiones
75	Anexo II.-Glosario
76	6 Anexo II.- Bibliografía

Índice de tablas

Página	Tabla
7	2 Porcentaje del total de la población que habita en localidades urbanas
10	2.1 Muestra los actores mínimos en el flujo de los precederos desde el productor hasta el punto de venta
11	2.2 Muestra el consumo de las 18 verduras de mayor consumo en México
12	2.3 Muestra el consumo de las 19 frutas de mayor consumo en México
20	2.4 Muestra los transportes utilizados en zonas urbanas
41	3 Muestra los criterios y su importancia para método scoring
41	3.1 Muestra los grados de satisfacción por alternativa para método scoring
42	3.2 Muestra como calcular el puntaje por alternativa para método scoring
44	3.3 Muestra la estructura de criterios y subcriterios
47	3.4 Muestra la escala de Saaty
47	3.5 Muestra los índices de consistencia aleatoria en función de la dimensión de la matriz
53	3.6 Muestra las metodologías con sus ventajas, desventajas y un comentario acerca de la metodología
56	4 Ventajas y desventajas de las cadenas de suministro
58	4.1 Muestra el orden de importancia y la relación de las cadenas con los criterios
62	4.2 Muestra las características del tipo de cadena de suministro y comentarios al respecto
63	4.3 Resume cuáles serán los actores que interactuarán en el proceso analítico jerárquico
63	4.4 Muestra los criterios en orden de mayor a menor
46	4.5 Muestra la matriz con los valores de importancia asignados a los criterios: tipo de servicio, centro de acopio y vehículo
46	4.5.1 Presenta la tabla normalizada y el índice de consistencia de la tabla 4.5
65	4.6 Muestra la matriz con los valores de importancia asignados a los sub-criterios del tipo de servicio.
65	4.6.1 Muestra la normalizada y el índice de consistencia de la tabla 4.6
66	4.7 Muestra la matriz con los valores de importancia asignados a los sub-criterios de vehículo
66	4.7.1 Muestra la normalizada y el índice de consistencia de la tabla 4.7
66	4.8 Muestra el valor asignado al sub-criterio centro de acopio
67	4.9 Muestra la tabla con la importancia asignada al sub-sub-criterio pedido unitario por la cadena descentralizada troncal y descentralizada dedicada
67	4.9.1 Muestra la normalizada y el índice de consistencia de la tabla 4.9
68	4.10 Muestra la tabla con la importancia asignada al sub-sub-criterio pedido consolidado por la cadena descentralizada troncal y descentralizada dedicada
68	4.10.1 Muestra la normalizada y el índice de consistencia de la tabla 4.10
69	4.11 Muestra los porcentajes de importancia que las cadenas asignan a los sub-sub criterios pertenecientes al criterio tipo de servicio
69	4.12 Muestra los porcentajes de importancia que las cadenas asignan a los sub-sub criterios pertenecientes al criterio centro de acopio
70	4.13 Muestra los porcentajes de importancia que las cadenas asignan a los sub-sub criterios pertenecientes al criterio vehículo
71	4.14 Muestra la tabla de resultados de la metodología

Índice de figuras

Página	Figura
5	2.1 Componentes básicos generales de la cadena de suministro
16	2.2 Muestra la relación de áreas internas y externas con la cadena
18	2.3 Muestra las áreas externas internas; variables internas y externas; factores internos y externos
20	2.4 Bicicleta
21	2.5 Diablito
22	2.6 Motocicleta
22	2.7 Camioneta estaquitas
23	2.8 Camioneta 3 ½
24	2.9 Camión de hasta 14 toneladas
24	2.10 Camión híbrido
25	2.11 Vehículo eléctrico
31	3.1 Muestra la cadena troncal por red y ruta
32	3.2 Muestra una distribución tradicional (ruta lechera)
33	3.3 Muestra la distribución centralizada dedicada
34	3.4 Muestra la cadena descentraliza troncal
35	3.5 Muestra la cadena descentralizada dedicada
50	3.6 Muestra el diagrama de pasos para el proceso analítico jerárquico
54	3.7 Muestra la gráfica de Kiviat para la elección de la metodología
59	4 Muestra los cinco criterios y las cuatro cadenas

Índice de gráficas

Página	Gráfica
7	2.0 Muestra el porcentaje del total de habitantes viviendo en zonas
12	2.1 Consumo en toneladas de verduras más consumidas en México
13	2.2 Consumo en toneladas de las 19 frutas más consumidas en México

1 Introducción

Durante las últimas décadas la distribución urbana de mercancías se ha visto drásticamente impactada por la gran cantidad de avances tecnológicos los cuales han propiciado un desarrollo cada vez más rápido de esta, lo cual a su vez propicia que los tiempos entre los eslabones en la cadena de suministro se acorten cada vez más, tal es el caso de la comunicación, a modo de ejemplo, anteriormente los pedidos eran solicitados de manera urgente por vía telefónica, esta comunicación fluía desde un punto fijo a otro por igual fijo, por lo cual el envío de documentación más rápido después del teléfono era vía fax. Hoy estas tecnologías son aún vigentes; sin embargo, otras más versátiles y rápidas están remplazándolas, si no es que ya lo han realizado casi en su totalidad.

Existen empresas las cuales utilizan la herramienta "internet" para realizar sus gestiones internas y externas, para reducir tiempos en los eslabones de la cadena de este modo acortan tiempos entre pedido y entrega, como otro ejemplo esta e-commerce por medio del que se propicia que ventas ya no sean directas en un expendio o local, si no ventas virtuales, ahora se puede comprar desde la comodidad de cualquier lugar. Por lo antes mencionado y otros aspectos la cadena de suministro cada día es más exigente y demandante en la gestión y control de sí misma, lo que hace que sea un reto.

Actualmente los sectores como el empresarial, estudiantil, laboral e incluso de investigación se enfocan en la problemática de la cadena de suministro cuyas son de gran interés para los programas de gobierno, empresas industriales, empresas comerciales y empresas de servicios. Todo tipo de artículos son trasladados de un punto a otro para hacer una transformación, una venta, dar un servicio o un intercambio de mercancías, por tal motivo es tan importante la cadena de suministro en un mundo globalizado, donde actualmente todas los artículos o servicios se pueden vender en casi cualquier parte del mundo y para lograr eso, se necesita una buena cadena de suministro la cual haga que sea esto posible.

Existe un aumento en la cantidad de artículos que se venden en las ciudades, pero, y ¿Cómo llegan? La respuesta la encontramos a través de la cadena de suministro eficiente, segura, optima y eficiente o tal vez no tan eficiente, pero si funcional. Cabe mencionar a las grandes cadenas tiendas de autoservicio las cuales día a día aumentan la cantidad de producto de diferente índole.

La problemática de la cadena de suministro es una de las piezas clave para obtener beneficios a través de incrementar el valor de un servicio o artículo por su gestión y optimización de algún(as) área(s) dentro de la cadena de suministro, teniendo como objetivos y prioridades: servicio al cliente, entregas a tiempo, eficiencia de transporte, cero mercancía dañada(calidad de recepción y entrega), controles de calidad durante el transporte, bajo costo, vialidades, todo esto aplicado a los productos que se comercializarán, así también el clasificado, gestión y control de las áreas dentro de la cadena se implementa para obtener mayores beneficios a través de ello.

2 Antecedentes

Objetivo

Determinar una metodología para elegir la cadena más adecuada en la etapa final de la cadena de suministro para la distribución de perecederos (frutas y verduras) en zonas urbanas de alta densidad.

Definición de cadena de suministro

Al existir cambios en cualquier ámbito, los términos y sus definiciones proliferan. En el caso de la logística no es la excepción. En un determinado momento dentro de la evolución logística de negocios se usaron términos como: Distribución física, administración de materiales, administración logística entre otros, ellos usados para referirse al control de los flujos de materia prima, mercancías e información. En cada etapa de las operaciones empresariales se adoptan tres conceptos claves:

- Logística: La cual se puede entender cómo el proceso de materiales moviéndose a través de toda la empresa
- Administración de materiales: Esta contempla el movimiento de materiales y componentes dentro de la empresa.
- Distribución física: Esta se toma como los movimientos a los productos terminados o finales desde la planta hasta el consumidor final.

De acuerdo con lo citado por Ballou (2004) podemos entender a la logística como: La parte del proceso de la cadena de suministro que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficiente y efectivo de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos del cliente.¹

En la actualidad con los cambios en la organización de la producción y la globalización de los mercados el proceso de aprovisionamiento-producción-distribución se ha integrado a los procesos de otras unidades de negocio convirtiéndose en una red de empresas, haciendo del cliente un socio de negocio

¹ Ronald H. Ballou; "Logística, Administración de la cadena de suministro"; 5ta edición; México Pearson Education; 2004; P 4;

de las empresas proveedoras y éstas a su vez clientes socios de otras compañía que los abastecen. Al par de ello, la empresa fabricante del producto final actúa como proveedora de las compañías mayoristas y éstas a su vez de comercios al menudeo. Así los diferentes participantes se han visualizado como eslabones de una cadena a la que se le denomina cadena de suministro.

Se puede decir a grandes rasgos que la gestión de relaciones múltiples por medio de la cadena de suministro es llamada: administración de la cadena de suministro. Estrictamente la cadena de suministro no es una cadena de negocios de persona a persona, ni de relaciones entre una empresa a otra, sino más bien una red de unidades de negocios con relaciones múltiples. En este sentido la cadena de suministro consiste en procesos de excelencia y representa una nueva manera de manejar las transacciones comerciales y relaciones con otras unidades de negocio.

Para tener más claro la definición de cadena de suministro tengamos en cuenta las siguientes definiciones la primera aportada por Anne Miller Porter, 1997²: La cadena de suministro es un proceso que busca alcanzar una visión clara del suministro basado en el trabajo conjunto de clientes, consumidores y vendedores para anular los costos que no agregan valor, mejorando la calidad, el cumplimiento de los pedidos, mayor velocidad y para introducir nuevos productos y tecnologías.

La segunda citada por Jiménez³: La cadena de suministro es el conjunto de empresas eficientemente integradas por los proveedores, los fabricantes, los distribuidores y vendedores mayoristas o detallistas coordinados que buscan ubicar uno o más productos en las cantidades correctas, en los lugares correctos, y en el tiempo preciso, buscando al menor costo de las actividades de valor de los integrantes de la cadena y satisfacer los requerimientos de consumidores.

Componentes básicos generales de la cadena de suministro (Véase Fig. 2.1)

- Proveedores de insumos productivos
- Planta de transformación
- Envío y consolidado de mercancía o artículos
- Centros de distribución
- Cliente final

² Porter, Anne Millen. "One Focus, One Supply Base". Purchasing, June 5, Pp. 50-59, 1997

³ José Elías Jiménez Sanchez; Un nuevo enfoque logístico; publicación técnica n. 125; Senfandila, Qro.; P 72



Figura 2.1 Componentes básicos generales de la cadena de suministro, elaborado en base a Elías Jiménez; Marco conceptual de la cadena de suministro; 2002; P 72.

Los miembros con los cuales cuenta la cadena de suministro son de dos tipos, los primeros son todas esas compañías autónomas o unidades comerciales estratégicas que llevan a cabo actividades de valor agregado, operativas o de gestión en los procesos comerciales produciendo un rendimiento específico para un cliente en particular o mercado.

Los segundos son los miembros de apoyo los cuales apoyan previendo los recursos, conocimientos y utilidades para los miembros primarios de la cadena de suministro. Como ejemplo de esto: Cuando un fabricante compra una maquinaria se asegura la existencia y funcionamiento de dicho equipo para ese nuevo artículo, así el proveedor se convierte en un miembro primario del proceso de desarrollo del producto del fabricante. Sin embargo, también se convierte en un miembro de apoyo, pues el suministro del equipo no agrega valor por sí mismo valor al rendimiento del proceso aunque el propio equipo agregue valor.

Problema

Una gran porción de los sectores (Industrial, comercial, servicios, etc.) cuentan con áreas encargadas de distribuir determinadas mercancías, productos o servicios, a consecuencia de esto muchas veces no se contempla una metodología para referencia del por qué elegir determinada cadena de suministro. La cadena se va acoplado o modificando empíricamente de acuerdo al desarrollo del abastecimiento de mercancías o servicios.

Existen grandes comercializadoras las cuales están cada vez logrando adaptarse sin no a todo, casi a todo tipo de necesidades en la cadena de distribución. En el sector de perecederos se observa que muchos de los puntos pequeños o medianos están pereciendo ante la limitada o nula competitividad que se enfrenta a la desarrollada y bien gestionada cadena de distribución de las grandes comercializadoras.

Las cadenas se enfrentan en la actualidad a retos como lo son: calidad, servicio, tiempo y costo, una forma de lograrlo es re-estructurar o diseñar la cadena de suministro, la primera se realiza sobre una cadena existente la cual presente problemas o fallas, mientras que la segunda se planea en base a prospecciones basados en estudios de mercado, competencia. Las características que se desean de la cadena ya sea en re-estructura o diseño son: que tenga flujo de información eficiente, flexible, versátil, práctica y competitiva, entre muchas otras cualidades para así obtener beneficios.

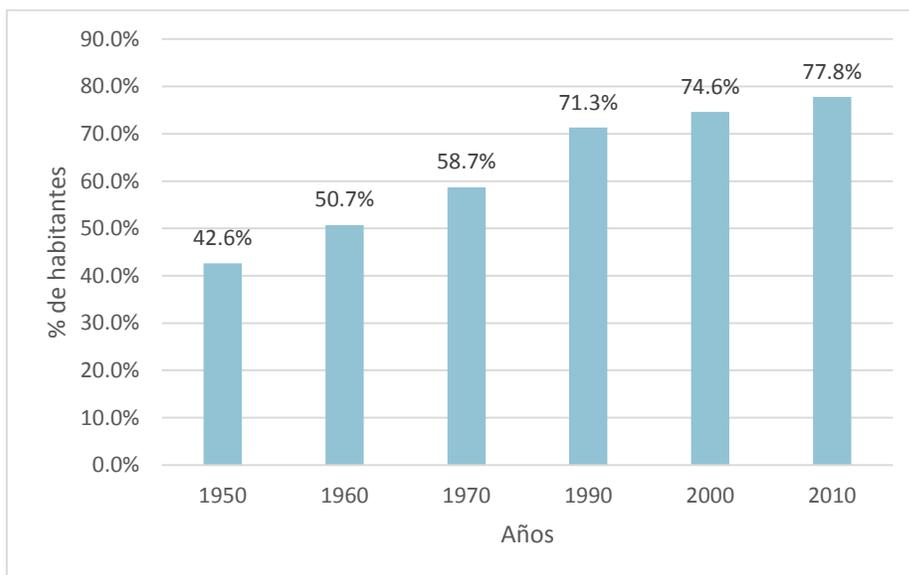
La cadena se observa generalmente como uno de los último recursos para obtener beneficios y como un tabú se cree que al invertir en ello esto será un gasto innecesario y poco redituable; y cuándo de disuade de lo contrario, siempre se considera desde el punto de vista económico y no de otro tipo como la buena relación con el cliente, su satisfacción y en dado caso de tomarse en cuenta estos últimos se intenta a la menor oportunidad el plasmarlos o reflejarlos en beneficios económicos, lo cual es difícil de estimar con precisión.

La población presenta una mayor tendencia a vivir en las zonas urbanas, esto es notorio a través de las estadísticas, por encima del 77% de la población en México se concentra en las zonas urbanas, lo que hace que sea un reto el abastecimiento de frutas y verduras, para el consumo diario de las masas en las grandes ciudades. A través del censo de 2010 INEGI obtuvo que el 77.8% de la población vive en área urbanas, el 22.2 % vive en zonas rurales, la población en este caso se considera rural o urbana de acuerdo a la cantidad de habitantes que en ella viven; más de 2,500 habitantes zona urbana, menos de 2,500 habitantes zona rural.

Desde el año de 1943 con un 43 % de la población viviendo en las zonas urbanas se ha desarrollado a un 77.8% que al censo de 2010 viven en zonas urbanas. Véase tabla 2 y gráfica 2.

Datos	Años	Porcentaje
	1950	42.6%
	1960	50.7%
	1970	58.7%
	1990	71.3%
	2000	74.6%
	2010	77.8%

Tabla 2. Porcentaje del total de la población que habita en localidades urbanas
http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P



Gráfica 2. Muestra el porcentaje del total de habitantes viviendo en zonas urbanas
http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P

La cadena de suministro necesita adaptarse a las necesidades del cliente, esto no quiere decir que dejara de lado sus propios beneficios que necesita para seguir obteniendo ganancias, si no dará un margen hasta dónde le es conveniente tener

un alcance; para ser más específicos se intentará ejemplificar. Una cadena ubica en la parte final de su eslabón 100 puntos de entrega final, pero uno de ellos está demasiado alejado, otro tiene ventas nulas y uno más tiene horarios de recepción fuera de horario laboral de la cadena y sus ventas son pocas. Ahora la cadena podría atender los 100 puntos, pero, es importante saber que tal vez y sólo tal vez a un punto acuda y no haga entrega de ningún producto, a otro acuda y sólo entregue una cantidad de producto y por último que la cadena tenga que cambiar (alargar) sus horarios de trabajo; a modo de ejemplo son solo algunas de las posibilidades, pero no todas, se puede decidir acerca de atender los puntos o no hacerlo, por lo cual el problema se puede encontrar en la forma de operar por parte de la cadena como puede ser: Atención al 100 por ciento de los clientes; entrega en todo horario; o atención a clientes para brindar la mayor satisfacción posible. Todo lo anterior es una problemática, porque existen interacciones entre las partes de la cadena y para dar solución a ello se necesita contemplar cada una de ellas y cómo interactúan entre sí para así tratar de entender el cómo dar una solución lo más acertada posible.

Justificación

El presente trabajo tiene dos fines el primero es intentar mostrar una alternativa al funcionamiento actual de la cadena de suministro en perecederos de frutas y verduras en zonas densamente pobladas y que éste trabajo se utilice como una herramienta para la cadena de suministro de perecederos; y el segundo pero no por ello menos importante, es para poder obtener un grado académico.

Muchas de las cadenas que existen actualmente no cuentan con un conocimiento básico o retroalimentación de experiencias que han vivido otras cadenas de suministro ya sean similares o no; cuyas experiencias pueden verse reflejadas en fallas o casos de éxito; además, para el caso de cadena de perecederos existen pocos ejemplos documentados referidos al estudio en la cadena de suministro de perecederos en su etapa final de distribución. Se realizó la recopilación, revisión y análisis de información existente encontrada a través de buscadores como: Dirección General de Bibliotecas (UNAM), Google, Yahoo, solo por nombrar algunos buscadores; Con los cuales se obtuvieron resultados de algunos trabajos que sirvieron al presente trabajo como referente para saber si existían o no antecedentes acerca del tema de trabajo, dicha búsqueda arrojó que existen artículos, tesis y publicaciones, con temas similares más no iguales, ya que algunos van desde el punto de consolidación en campo y repartición (caso de Martha Liliana), en otro proporcionar el marco de referencia de las cadenas de suministros agrícolas (Zulma Viancha) y por último Elías Jiménez proporciona una breve explicación sobre las relaciones en la cadena de perecederos.

- Modelos y configuraciones de cadenas de suministro en productos perecederos. Vianchá Sánchez, Zulma Hasbleidy; Ene-Jul 2014
- Logística de distribución de productos perecederos de economía campesina. Casos Fuente de Oro, Meta y Viotá, Cundinamarca; Martha Liliana Reina Usuga. Universidad Nacional de Colombia.
- Marco conceptual de la cadena de suministros: Un nuevo enfoque logístico. José Elías Jiménez Sanchez. Publicación técnica n. 125 IMT; Sanfandila Qro.

Se indican tres referentes de algunos otros encontrados, pero, estos se toman a modo de ejemplo por ser cada uno con diferente fin ya sea, artículo, tesis o publicación.

La cadena de suministro para perecederos no es un tema aun agotado o sobre explotado, por ello se considera como un campo al cual aún se pueden realizar aportes importantes a través de una metodología la cual nos permita elegir alguna

decisión acerca de cuál es la mejor configuración para mejorar aspectos como el servicio, la atención, el tiempo y la satisfacción del cliente, solo por nombrar algunos.

El presente pretende mostrar una alternativa en la etapa final de la cadena de distribución para aminorar lo que en un plazo no muy lejano se vislumbra como la continuación de una incorrecta implementación de la cadena de suministro de los pequeños y medianos negocios cuyas cadenas tienen sus fuentes de ingreso en su funcionalidad, y que hasta ahora se maneja y decide sobre ello empíricamente en su gran mayoría.

Hipótesis:

Determinar una metodología para la selección del último eslabón en la cadena de suministro de frutas y verduras, el cual sea lo más adecuado en la distribución de perecederos al menudeo en zonas de alta concentración poblacional.

Caracterización de la cadena de suministro

Para la caracterización de la cadena de suministro se deben de tomar en cuenta al menos tres aspectos, los cuales son:

- Quienes conforman la cadena de suministro
 - Miembros principales: los que agregan valor en el proceso comercial
 - Miembros de apoyo : arrendador de almacén, banco, transportista
- El alcance de cada miembro
- La función que realizan

Además, se debe de saber cuáles son cruciales para la cadena, por ejemplo uno crucial es el proveedor primario o Agricultor.

En la actualidad los esquemas de distribución de mercancías en zonas urbana han sido perturbados y modificados por altos costos en distribución, desperdicios durante el transporte, contaminación por los desechos de embalajes, etiquetas, mermas, etc. Esto hace que la cadena de distribución por medio de centrales de abasto y mercados tradicionales se vean debilitados y cada vez sean menos competentes ante los nuevos modelos de distribución que presentan las grandes y organizadas cadenas de tiendas de autoservicio.

Uno de los mayores parteaguas entre la cadena tradicional (central abastos-mercados) y las cadenas de autoservicio, comprende que la cadena de autoservicio se maneje como una integración en un solo responsable de sus componentes desde el campo hasta la distribución a un punto en específico, a diferencia de los comerciantes mayoristas individuales, los cuales no tienen una organización específica (Véase tabla 2.1).

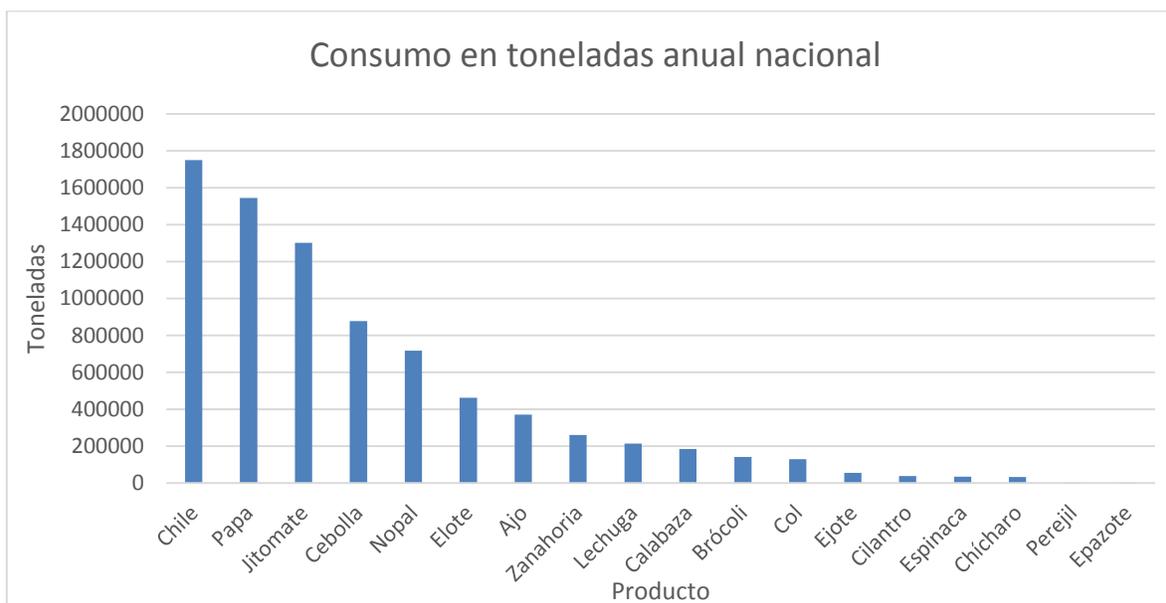
<i>Cadenas de C. abastos y mercados</i>		<i>Cadenas comerciales</i>	
Eslabón	Actor(es)	Eslabón	Actor(es)
Productor	Agricultor	Agricultor	Agricultor
Compras	Coyote o intermediario primario	Comprador	Compras de cadena comercial
Consolidación	Comprador primario	Consolidación	Almacén consolidación cadena comercial
Ventas y servicio al cliente	Comprador primario o intermediario secundario	Ventas y servicio al cliente	Tiendas cadena comercial
Distribución	Intermediario secundario o intermediario n...	Distribución	logística, transporte
Punto de venta	Destinatario final o insumo de otra cadena de suministro	Punto de venta	Destinatario final o insumo de otra cadena

Tabla 2.1 Muestra los actores mínimos en el flujo de los precederos desde el productor hasta el punto de venta.

Como se puede observar en la tabla 2.1, mientras la cadena comercial tiene una estructura con dos actores independientes, la cadena de abastos y mercados puede contar con más actores independientes con lo cual cada uno de ellos desea obtener una ganancia y sí a esto le agregamos que adquieren los artículos en menor volumen, el precio será más elevado al adquirirlo; entre más actores tenga la cadena más caro es para el consumidor final, cada uno de ellos agrega un costo, tiempo, etc. Las cadenas de abasto no necesariamente son exclusivas de un tipo de producto por lo que pueden mover muchos tipos de artículos haciéndose especialistas de dichos productos. A continuación se muestran algunos productos que se consumen en el mercado nacional, la información fue obtenida CONNACA.

Grupo	Producto	Toneladas	%	% Acumulado
Verduras	Chile	1749437	21.57%	21.6%
	Papa	1544518	19.04%	40.6%
	Jitomate	1301736	16.05%	56.7%
	Cebolla	877757	10.82%	67.5%
	Nopal	716990	8.84%	76.3%
	Elote	461243	5.69%	82.0%
	Ajo	369635	4.56%	86.6%
	Zanahoria	259724	3.20%	89.8%
	Lechuga	212743	2.62%	92.4%
	Calabaza	184398	2.27%	94.7%
	Brócoli	141108	1.74%	96.4%
	Col	129019	1.59%	98.0%
	Ejote	54938	0.68%	98.7%
	Cilantro	37157	0.46%	99.1%
	Espinaca	34376	0.42%	99.5%
	Chícharo	33115	0.41%	100.0%
	Perejil	2216	0.03%	100.0%
	Epazote	1299	0.02%	100.0%

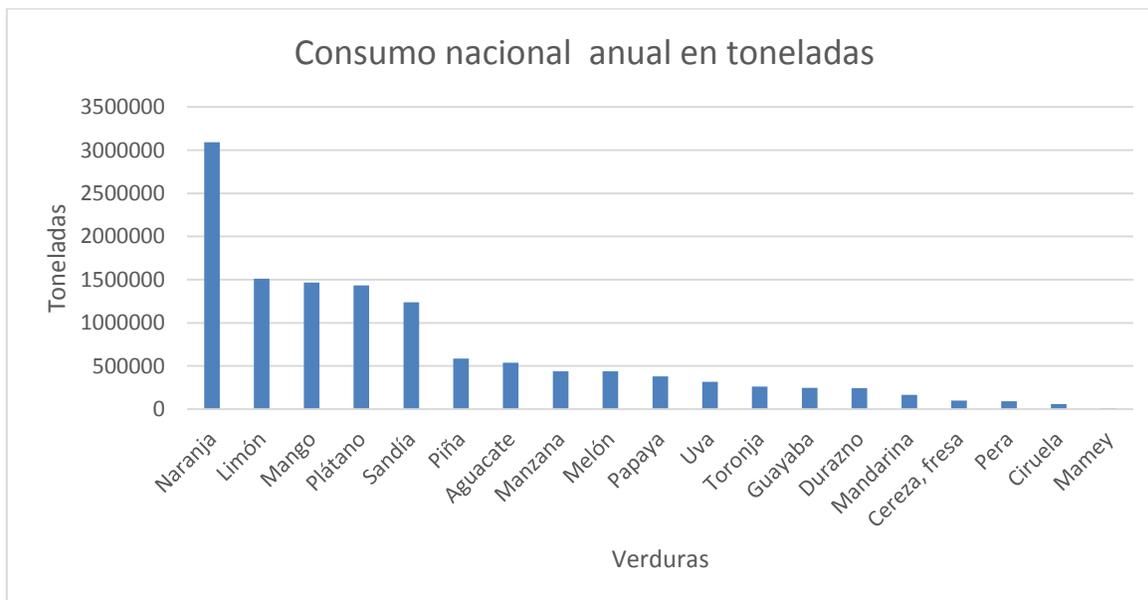
Tabla 2.2 muestra el consumo de las 18 verduras de mayor consumo en México. Modificada a partir de CELA Centro de Logística Alimentaria modelo A; página 28.



Gráfica 2.1 Consumo en toneladas de verduras más consumidas en México, elaboración en base a CELA; p28.

Grupo	Producto	Toneladas	%	% Acumulado
Frutas	Naranja	3090597	24%	24.5%
	Limón	1511443	12%	36.5%
	Mango	1467376	12%	48.1%
	Plátano	1433770	11%	59.5%
	Sandía	1237877	10%	69.3%
	Piña	586079	5%	73.9%
	Aguacate	537367	4%	78.2%
	Manzana	438921	3%	81.6%
	Melón	438467	3%	85.1%
	Papaya	378951	3%	88.1%
	Uva	318303	3%	90.6%
	Toronja	261708	2%	92.7%
	Guayaba	245813	2%	94.7%
	Durazno	243618	2%	96.6%
	Mandarina	167109	1%	97.9%
	Cereza, fresa	100224	1%	98.7%
	Pera	90419	1%	99.4%
	Ciruela	60607	0%	99.9%
	Mamey	11140	0%	100.0%

Tabla 2.3 muestra el consumo de las 19 frutas de mayor consumo en México. Modificada a partir de CELA Centro de Logística Alimentaria modelo a; página 28.



Gráfica 2.2 Consumo en toneladas de las 19 frutas más consumidas en México. En base a CELA; p28.

Las tablas 2.1 y 2.2 muestran los consumos en toneladas de los perecederos más consumidos entre las familias México, se observa que la naranja tiene un consumo muy alto en las frutas, mientras que en verduras lo es el chile.

El consumo de perecederos (frutas y verduras) abarca una parte muy importante de la población; muchos de los mercados tradicionales han sido rebasados por la versatilidad y bajo costo de la red de tiendas de autoservicio y su cadena de suministro.

Cada vez son más las tiendas que se instalan lo más cercano dentro de las zonas de mayor densidad poblacional, a diferencia de los antiguos mercados los cuales se encuentran acentuados y por la falta de coordinación entre quienes los integran, no han logrado nuevos modelos de distribución, los cuales puedan competir contra las grandes cadenas de autoservicio.

Una característica o rasgo muy propio de la cadena de suministro es debido a la naturaleza de los productos, los cuales no tienen un periodo largo de vida útil o en estado óptimo para su consumo, esto es importante considerarlo, pues a diferencia de otras cadenas de suministro en caso de que el artículo o mercancía se vea en el estado de espera (caducará), retorno (riesgo de caducar) o desperdicio (caducó) es muy difícil el poder recobrar alguna parte del costo de este, lo cual hace que se convierta en una inversión no recuperable.

La cadena debe presentar una relación fuerte entre el los clientes y el proveedor, ésta se basa no sólo en el negocio o el ganar-ganar, sino también en compartir información y la mutua cooperación para la mejora de la cadena para ser más competitivos.

En las cadenas de suministro las relaciones tienden a ser a largo plazo y los intercambios los realizan entre actores de la cadena y abarca desde simples órdenes de compra hasta información sobre el estado de ventas del cliente o información de horarios y demandas.

La cadena muestra una cooperación entre todos los eslabones involucrados y a su vez una cadena de suministro busca eliminar la mayor cantidad de actores o eslabones.

Otra característica que hace diferencia es que en los mercados y en las centrales de abastos en gran parte esperan a que sus proveedores y clientes acudan a sus puntos de asentamiento para poder hacer transacciones de compra-venta a diferencia de las tiendas de auto servicio las cuales reducen cada vez más los eslabones entre los productores y el consumidor final, esto parte de eliminar a terciarios innecesarios para ellos.

Hoy en día la tecnología está permeando en todos los sectores y la cadena de suministro no es la excepción, en la actualidad el comercio a través de e-commerce es mayor y deja un gran reto para la distribución de los productos ofertados, como ejemplo de esto tenemos el crecimiento de Amazon como empresa enfocada al comercio electrónico, empresa enfocada a la venta por internet y su entrega a través de mensajería hasta la puerta del hogar; los productos con los cuales trabajan son miles y uno de sus mayores logros es el cumplimiento de la entrega en el tiempo mínimo posible; para ello la gestión en su cadena de suministro ah integrado avances importantes como lo son los llamados centros de cumplimiento en California, Indianápolis, y próximamente en Washington.

Otro muy importante es la creación de un servicio llamado puntos de recogida o recolección, los cuales funcionan mediante la recolección en alguna tienda cercana al cliente, esta ubicación es seleccionada vía internet, dando la opción de recolección en tienda, si el cliente acepta puede elegir uno de los 1,200 puntos que Amazon da a elegir en la Península y Baleares (modelo implementado en España), el pedido se almacenara por hasta 14 días en dicho sitio y para su recolección basta con mostrar la DNI (documento de identidad español)⁴.

Otro beneficio implementado por parte de Amazon es la integración de Uber (App que integra una red de transporte financiada por capital de riesgo), donde la entrega es gratuita dentro de una red urbana, en este caso sólo aplica en Washington; uno de los mayores retos para Amazon actualmente es la utilización de drones para la distribución de artículos, sin embargo, en los último días la FAA (Administración Federal de Aviación, EUA) dio oportunidad de que Amazon realice operaciones con drones para la distribución de artículos, algunas de las restricciones son que deben de ser utilizados sólo de día en no más de 112 m de altura⁵ y no volar a más de 160km/hr, Amazon planea usarlos en entregas de distancias mayores a 16 Km.

⁴ <https://www.amazon.es/gp/help/customer/display.html?nodeId=201337950>

⁵ <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2015/03/19/eu-autoriza-a-amazon-a-probar-flotilla-de-drones-169.html>

Actores básicos de la DUM

Para zonas urbanas

- El expedidor
- Compañía de transporte
- El receptor o dueño de tienda
- El consumidor final
 - Habitante
 - Visitante de establecimiento
- Administración pública
 - Gobierno local
 - Gobierno Federal

De acuerdo a Russo Francesco (2010)⁶

Los puntos proporcionados anteriormente son los básicos en la DUM, dado que se puede llegar a contar con otros, pero, con la interacción entre estos es elemental para la distribución urbana. Se pueden encontrar diversas fuentes en cuyas se proporcionen más actores, sin embargo este listado se tomó en cuenta dado la simplicidad del mismo.

Áreas de la cadena de suministro

Se han clasificado en dos ramas, se toma en cuenta que las internas son las que pueden ser modificadas internamente por alguno de los departamentos encargados de dichas áreas de suministro a través de un proceso evaluado por la misma cadena, sin embargo, las externas no dependen solo de un proceso interno, sino que forman parte de algo mayor y tienen el deber de cumplir con un requerimiento(s) externo(s), norma o pedimento, al cual está ligada la cadena de suministro, y para operar debe de cumplirlo(s) Véase figura 2.2.

⁶ Russo Francesco(2010). A classification of city logistics measures and connected impacts. *ELSEVIER*, [en línea]. 2010 n.2 [Fecha de consulta: 03 Marzo 2015] Disponible en www.sciencedirect.com. P 2.

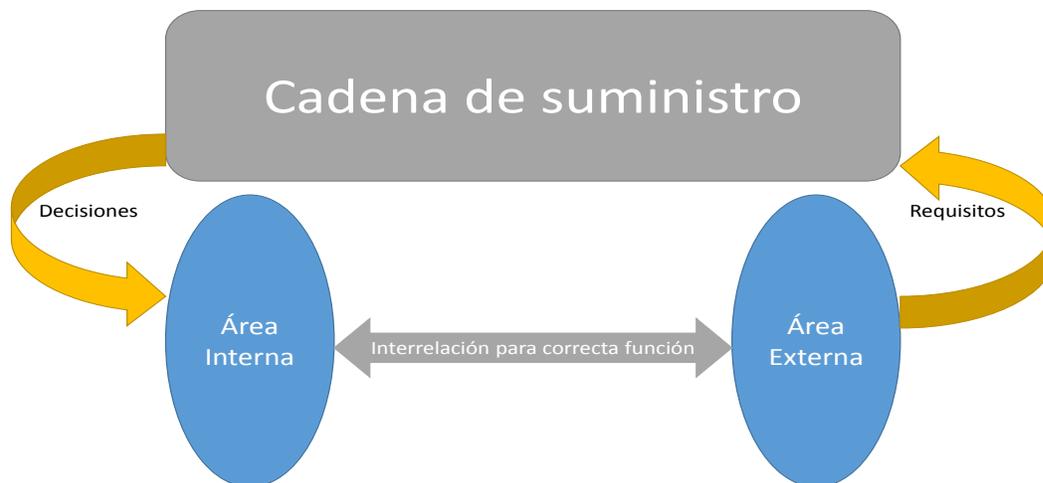


Figura 2.2 muestra la relación de áreas internas y externas con la cadena.

Como ejemplo de un área interna tomaremos el área de calidad la cual puede realizar cambios en algunos de los documentos internos para la aceptación de algún material, lote o para la recepción de algún insumo de algún proveedor, para ello no necesita tener que acudir a terceras instancias, salvo que salga de los lineamientos normativos que ejerce algún área externa.

Ahora bien un área externas es donde las facultades de la cadena no llega, como ejemplo podemos mencionar que una empresa no puede restringir que determinada clase de vehículos ájenos a ésta circule en determinado horario y tampoco puede hacer que determinados vehículos circulen por determinadas vías, como consecuencia de que no está dentro de sus funciones y mucho menos de sus alcances.

Para un correcto funcionamiento en la cadena se debe de contar con un equilibrio y relación de cumplimiento entra las áreas externas e internas que interactúan directamente con la cadena de suministro.

En seguida se muestra un listado de las áreas internas y externas de la cadena de suministro en el último eslabón.

Las áreas de la cadena de suministro las podemos clasificar en internas y externas

Internas:

- Distribución
- Envíos
- Planeación
- Servicio al cliente

- Almacén
- Calidad
- Compras

Externas:

- Clasificación de tráfico
- Clasificación de horarios
- Clasificación de entrega
- Caracterización de la operación
- Caracterización de puntos de venta
- Identificación de impactos negativos

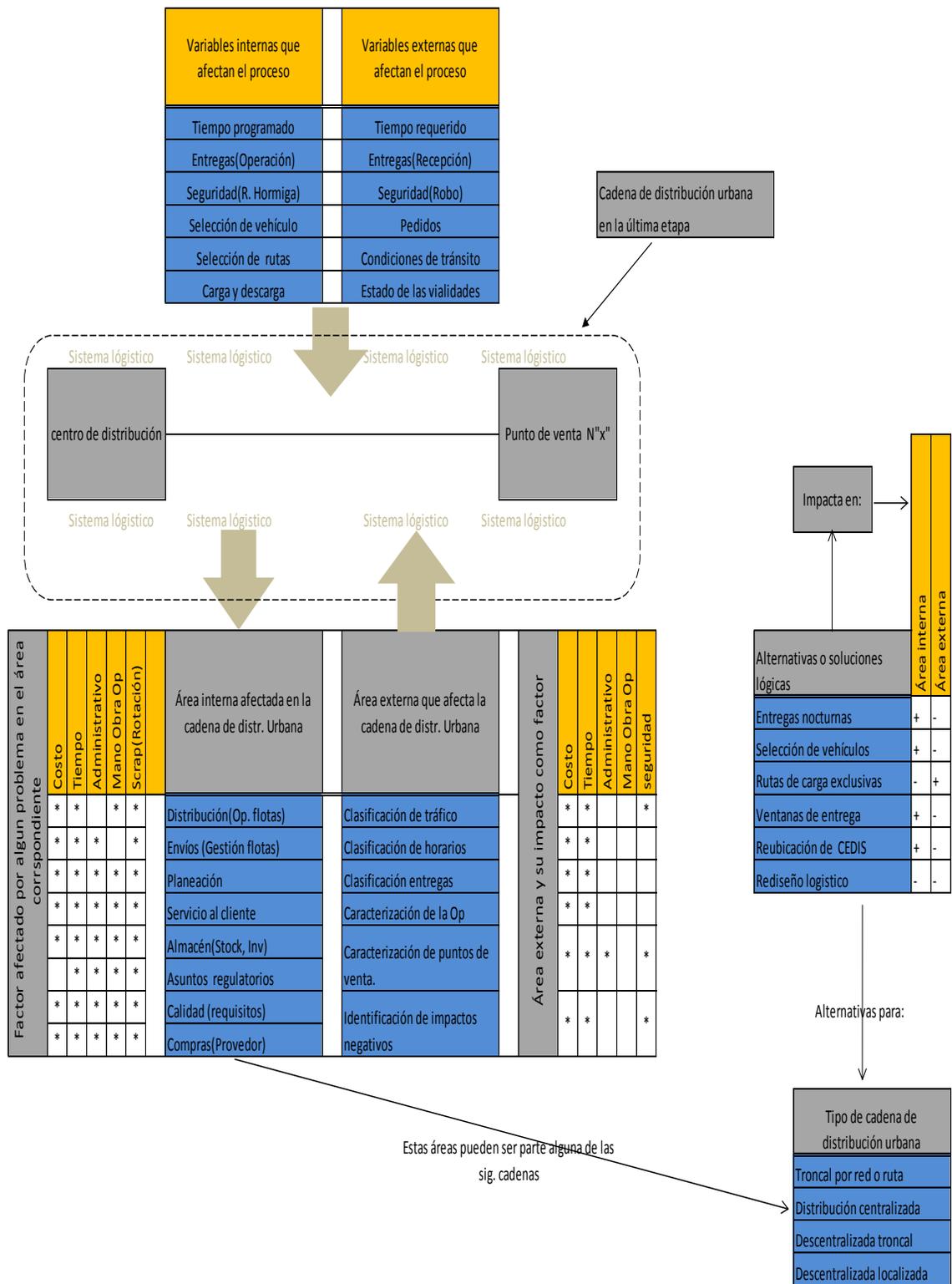


Figura 2.3 muestra las áreas externas internas; variables internas y externas; factores internos y externos.

Requisitos de la cadena de suministro en zonas densamente pobladas

La cadena de suministro en zonas de alta densidad poblacional tienen la necesidad de contar con algunas cualidades que son necesarias para su correcto funcionamiento, ejemplos de ello es:

- Que tengan un alcance capilar; esto es que lleguen a casi cualquier punto dentro de una zona dentro de toda el área densamente poblada.
- Que sea ágil y rápida; esto es que tenga una capacidad de respuesta pronta ante situaciones no previstas, para ser rápida se debe de tener agilidad en la atención de los pedidos, lo que nos lleva a que durante el proceso de un día normal la cadena pueda sufrir un cambio en el orden de sus operaciones sin afectar el resto de las demás operaciones.
- Que sea económico; se puede considerar como uno de los factores más visibles y generalmente se cree que una buena cadena es la que gasta menos en llegar al cliente final, en parte es cierto, porque al tener ahorros en los gastos de distribución la ganancia es mayor y por ende la empresa obtenga más beneficios; sin embargo, existen otros criterios a parte de este, que pueden ser si no igual de importantes casi iguales. Por ello, es que la cadena debe de ser económica.
- Que tenga cierta inmunidad a la congestión; muchas veces las cadenas de suministro están bien diseñadas y planeadas estructuralmente, si observamos las distancias entre los puntos son las más cortas o el almacén se localiza en partes estratégicas o las unidades son las más rápidas y ahorradoras, pero, se deja abierto el campo del tráfico, la congestión y todo lo que puede hacer que se retrasen las entregas en determinado periodo, por ello, es que es necesario una determinada inmunidad a la congestión.

Transporte utilizados para distribución en zonas urbanas

En la actualidad los vehículos utilizados en las zonas urbanas para el uso en cadenas de suministro son un mix, compuesto desde muy pequeños con cero consumo de algún tipo de energía (fósil, eléctrica, gas, etc.) hasta aquellos que utilizan grandes cantidades de combustible, cada uno de ellos es seleccionado para cubrir determinados requerimientos, como lo pueden ser, peso, volumen, distancia o requerimientos especiales, a continuación se muestra una tabla donde se muestran algunos de los ejemplos más importantes, se listan por tamaño del menor al mayor, el orden del listado no tiene relación con la funcionalidad o eficiencia de uno sobre otro. Véase tabla 2.4.

Vehículo	Combustible	Ventajas	Desventajas
Bicicleta o Triciclo (figura 2.4)	Transformación de fuerza humana a trabajo por pedaleo	Este tipo de transporte se hace cada vez más popular entre la distribución de colonias o zonas departamentales, así como en zonas de difíciles acceso. No tiene costo de combustible. Puede hacer varias vueltas en tipo hormiga (ida y vuelta). Es casi inmune a la congestión vial. Acceso en casi todo tipo de vías. Libre de emisiones	No puede cubrir áreas extensas, no puede cubrir pedidos mayores a la capacidad de una caja que se adapta en la parte trasera de la bicicleta. No puede transportar mucho peso. No se puede equipar es austero. No puede consolidar más de tres o cuatro pedidos



Figura 2.4

Vehículo	Combustible	Ventajas	Desventajas
Diablito (figura 2.5)	Transformación de fuerza de empuje o arrastre manual a trabajo.	El transporte en diablito es el más utilizado en las centrales de abastos. Los centros comerciales la utilizan para el transporte de pequeñas cantidades de bultos. Puede hacer varias vueltas sin costo por combustible. Es casi inmune a la congestión vial. En caso de descompostura su costo de mantenimiento es bajo. No necesita mucho espacio para su estacionamiento. Acceso en casi todo tipo de vías. Libre de emisiones	Por tener mayor capacidad en peso y volumen es te cubre un área muy corta esto es menos aún a la de la bicicleta. No se puede equipar es austero. No puede consolidar más de tres o cuatro pedidos.
Vehículo	Combustible	Ventajas	Desventajas
Motocicleta (figura 2.6)	Transformación de combustible fósil a trabajo.	Puede cubrir distancias largas en poco tiempo, esto en consideración al diablito y la bicicleta. Tiene un consumo bajo de combustible, tiene un buen porcentaje de inmunidad a la congestión. Puede hacer varias vueltas tipo hormiga (ida y vuelta). En caso de descompostura su costo de mantenimiento es bajo. No necesita un espacio amplio de estacionamiento. Acceso a vías estrechas, medianas y grandes. Bajas emisiones.	No puede transportar mucho peso, se limita a determinado volumen el cual corresponde al tamaño de su caja colocada en la parte trasera. Es una inversión mayor en comparación al diablito y la bicicleta. Tiene un costo mayor de mantenimiento en caso de descompostura



Figura 2.6

Vehículo	Combustible	Ventajas	Desventajas
Camioneta estaquita o cabeza de hormiga (figura 2.7)	Transformación de combustible fósil a trabajo	Puede cubrir distancias considerables en una zona urbana, tiene una capacidad de hasta 1 ½ toneladas cupo total. Es versátil en comparación a transportes más grandes. Su consumo de combustible en base al peso y el volumen que puede transportar es bueno. Puede hacer determinado número de vueltas al día. Acceso a vías estrechas, medianas y grandes	Se puede ver afectada por la congestión o el tráfico de las zonas muy pobladas, el consumo de combustible es mayor al de la motocicleta. Su inversión para adquirirla es mayor a una motocicleta, tiene un costo considerable en caso de descompostura. Necesita un espacio considerable para cargas y descargas. Considerable cantidad de emisiones



Figura 2.7

Vehículo	Combustible	Ventajas	Desventajas
Camioneta 3 ½ toneladas (figura 2.8)	Transformación de combustible fósil a trabajo	Puede cubrir distancias largas en una zona urbana. Puede transportar hasta 3 ½ toneladas por recorrido. El volumen que puede transportar es muy considerable en comparación con la camioneta estaquitas. El consumo en comparación a un transporte más grande es menor. Se puede equipar con requerimientos para transportar determinados productos. Puede consolidar varias entregas. Acceso en vías medianas y grandes	Se puede ver afectada por la congestión vial. Necesita de un área de carga y descarga mayor al de la estaquita. Se limita a un número menor de vueltas por la cantidad y volúmenes que puede transportar. La inversión para un vehículo así es mucho mayor al de los antes mencionados. Acceso limitado a vías pequeñas. Considerable cantidad de emisiones



Figura 2.8

Vehículo	Combustible	Ventajas	Desventajas
Camión de hasta 14 toneladas (Figura 2.9)	Transformación de combustible fósil a trabajo	Puede cubrir distancias muy largas. Puede transportar grandes volúmenes y también peso en consideración de los demás vehículos. Puede consolidar el pedido de toda una ruta de entrega. Acceso a vías medianas y grandes. Pueden ser equipados.	Se ve afectado por la congestión vial de las zonas urbanas, poco acceso a calles pequeñas. El costo de adquisición es mucho mayor a todos los antes mencionados. Reparación costosa Vs moto, diablito o bicicleta. Produce más emisiones que los antes mencionados.



Figura 2.9

Vehículo	Combustible	Ventajas	Desventajas
Camiones híbrido (Figura 2.10)	Transformación de electricidad y un combustible fósil a trabajo	Pueden cubrir distancias medias. Transportan un peso y volumen considerable. Los gastos de combustible son bajos en consideración a su similar 100% dependiente de algún combustible fósil. Pueden consolidar toda la carga de una ruta. Pueden ser equipados. Menor cantidad de contaminantes en comparación a su similar. Baja emisión en comparación con su similar. Acceso a vías medianas y grandes.	Son muy costosos en comparación a todos los anteriores. Se reduce a uno o dos recorridos en un horario laboral por su carga y descarga. Existen pocos vehículos de estos en servicio, un ejemplo implementación es grupo PepsiCo con 100 camiones en Marzo de 2015.



Figura 2.10

Vehículo	Combustible	Ventajas	Desventajas
Vehículos eléctricos (Figura 2.11)	Transforman electricidad en trabajo.	Son recargables. Cubren áreas considerables. Pueden llevar un volumen y peso mucho mayor al de una moto. Son veloces en comparación al diablito o la bicicleta. Libre de emisiones. Acceso a vías estrechas, medianas y grandes. Pueden ser equipados.	La inversión para vehículos de este tipo es costosa. El peso a transportar en comparación con su similar en combustión fósil es menor. Su reparación es costosa.
	 <p data-bbox="396 1003 532 1035">Figura 2.11</p>		

Los datos que se proporcionan fueron elaborados en base a datos tomados en campo, teniendo como referencia la zona urbana CDMX específicamente el área centro.

Algunos de los vehículos utilizados para la distribución de cadenas de suministro no se han el listado; se hace mención a los más utilizados en la zona centro de la CDMX. Los eléctricos e híbridos son mencionados aún que no son usados para distribución de perecederos en la CDMX, se hace referencia a estos puesto en la actualidad uno de los principales problemas es la contaminación y un factor que produce contaminación es la distribución urbana.

Criterios principales de la cadena de suministro

Criterios, sub- criterios y sub-sub-criterios de la cadena de suministro, para poder deducir cuál de las cadenas es mejor para una zona densamente poblada considerando criterios y sub-criterios los cuales se enlistan a continuación; no se mencionan todos los criterios y sub-criterios, pero, si los que se consideran más

importantes. Cada criterio incluye un desglose de cada sub-criterio mencionado, el orden de los criterios tampoco se enlista de acuerdo a la importancia de estos, para ello, se aplicará alguna metodología la cual facilite su clasificación.

Entorno

- Densidad poblacional
 - Alta densidad poblacional
 - Baja densidad poblacional
 - Ingresos bajos
 - Ingresos medios
 - Ingresos altos
 - Población dispersa
 - Población concentrada

- Clasificación de clientes
 - Clientes cautivos
 - Clientes no desarrollados (nuevos)

- Cantidad de puntos de entrega
 - Rotación de pedidos por día
 - Volumen de pedidos por día
 - Peso por envío
 - Pedido programado
 - Sin pedido programado

- Distancia entre puntos de entrega
 - Amplia distancia de entrega
 - Reducida distancia de entrega

- Tipo de zona
 - Habitacional
 - Comercial
 - Industrial
 - Recreativa

- Tipo de pago
 - Pre-pago, pago por tarjeta vía internet o depósito
 - Post-pago, pago con contra recibo de la mercancía

- Tipo de intercambio comercial
 - Uso de e-commerce,
 - Directo en local
 - Uso de moneda local
 - Uso de diferentes denominaciones monetarias

Tipo de servicio

- Entrega con ventanas de tiempo
 - Con un horario flexible en la entrega recepción (diurna, nocturna o mixto)
 - Sin horario flexible en horario en la entrega recepción entrega diurna
- Entrega de pedido
 - Por pedido unitario
 - Por pedido consolidado
- Embalaje
 - Sin embalaje por cajas
 - Sin embalaje por unidad
- Tiempo de proceso del pedido desde la recepción del pedido
 - Flexible a pedidos urgentes
 - Sujeto a pedidos programados
- Tecnología para la recepción de pedidos
 - Implementación de teléfono, internet, WhatSapp, aplicaciones.

Vías

- Tipo de vías de abastecimiento
 - Vías principales
 - Vías secundarias
 - Vías terciarias
- Restricciones de vías
 - Con costo por circulación (por ejemplo circulación por el segundo piso)
 - Horarios de funcionamiento (por ejemplo el hoy no circula)
 - Tolerancia de capacidad, volumen, peso de vehículos en circulación (ejemplo calles del centro del CDMX)
- Estacionamiento
 - Disponible
 - No disponible

Centro de acopio

- Centro de acopio dentro de la zona de suministro
 - Pequeño o mediano centro de acopio
 - Equipamiento como cámara de frío, aire acondicionado, zonas de esterilización, etc.
 - Contar con área de recepción y embarque
 - Restricciones al centro de acopio (accesos a vías, tipo de uso de suelo, permisos de gobierno)
 - Cercanía al punto de entrega

Tipo de vehículos

- Características
 - Vehículo mediano
 - Vehículo pequeño
 - Vehículo de combustión fósil
 - Vehículos híbridos o libres de combustión fósil
- Equipamiento (especialización técnica)
 - Equipamientos para carga y descarga
 - Equipamiento para conservación en el traslado
 - Requerimiento de sanitación
- Mix de vehículos de acuerdo a la magnitud de los pedidos, las calles y las restricciones
 - Varios tipos de vehículos
 - Un solo tipo de vehículo

Tendencias y restricciones aplicadas a transporte urbano de mercancía.

Los avances para la mejor operación de las cadenas de suministro son diversas algunas van desde fijar horarios, utilizar ciertas zonas de carga y descarga, ubicar una plataforma dentro de una zona cercana al punto final de la entrega. Algunas de las soluciones que están implementando actualmente se enunciarán a continuación, siendo esto un extracto y adaptación del texto escrito por Guillem Sanz, Rafael Pastor y Ernesto Benedito⁷.

Mejora de la calidad de vida para los ciudadanos a través de la tarifación por determinadas rutas urbanas, restricciones de horarios en zonas céntricas, restricción por pesos y dimensiones, restricción por verificación vehicular o aplicación hoy no circula, prohibición de circulación a vehículos privados

⁷ Guillem Sanz. Distribución Urbana de mercancías. [en línea]. España: Universidad politécnica de Catalunya, 2013. Fecha de consulta [15 Marzo 2015] disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/496/49627363002.pdf>

Mejora de la distribución de mercancías

- Uso de espacios reservados para carga y descarga
- Utilización de zonas azules comúnmente llamadas estacionamientos limitados
- Habilitación de ciertos espacios en determinados horarios de mayor afluencia vehicular
- Carril multiusos “plantea la utilización en el TUM, de carriles exclusivos para pasajeros”
- Lugares exclusivos para carga y descarga.
- Reservación de zonas de carga y descarga por una retribución mínima
- Bloqueo temporal de calles para operaciones de carga y descarga

Habilitación de espacios físicos

- Plataformas logísticas o recintos situados en las proximidades de las áreas urbanas
- Terminales urbanas: Creación de pequeños centros de transbordo situados dentro de la ciudad en zonas de mucho comercio
- Consignas externas: Dar mercancía bajo responsiva en varios puntos
- Plataforma logística subterránea: mismo principio que el recinto pero bajo tierra.
- Zona lanzadera: Aparcamientos exclusivos dentro del centro de la ciudad, desde estos se puede realizar la entrega a primera hora a pie o en vehículos pequeños.

Adaptación de los equipos de reparto

- Distribución del último tramo con vehículos amigables al ambiente
- Utilización del tren o tranvía a través de algunos de sus vagones para transporte de mercancía.
- Uso de contenedores para furgonetas
- Equipamiento de plataforma o elevadores eléctricos

Aplicación de las tecnologías de la información

- Equipo de comunicación entre vehículos
- Implementación de sistemas avanzados de gestión del transporte (aplicaciones informáticas)
- ITS, sistemas de posicionamiento global, sistemas de georreferenciación

Diseño de procedimientos de reparto o creación de estrategias

- Reparto nocturno
- Consolidar carga de varios proveedores
- Creación de empresas públicas con participación de un determinado número de proveedores involucrados, a través de la cual se distribuyan sus mercancías en conjunto
- Asignar un espacio dentro del establecimiento para que en un horario fuera del laboral el proveedor pueda depositar la mercancía
- Centralización de los proveedores en un área fuera de la ciudad a través de un operador logístico
- Logística inversa (retorno de envases, devoluciones, etc.)
- Logística de entrega a domicilio⁷.

3 Estado del arte

Hoy en día existen diversas opiniones para hacer una separación o diferenciación entre los posibles tipos de cadenas de suministro, al igual que algunos aún no definen o perciben al 100 por ciento la diferencia entre logística y cadena de suministro es igual de posible que no identifiquen la diferencias entre las cadenas de suministro, aunque puede que esto no sea así. Por ello a continuación se muestran las clasificaciones de las cadenas más.

Cadena troncal por red y ruta (lechera)

Para este tipo de distribución el productor desde un punto central realiza la distribución a los consumidores finales ya sea por naturaleza del producto o por la infraestructura disponible. La cadena troncal por red y ruta es una de la más comúnmente utilizada a través de vehículos de gran capacidad para aprovechar las economías de escala que permiten la consolidación de los envíos en puntos estratégicos de la red. Adicionalmente, las rutas de estos vehículos suelen superar una distancia y presentan un número reducido de paradas. Para este tipo de distribución las rutas son definidas en razón de la red física de acceso, ventanillas de entrega en los puntos de entrega, con la finalidad de hacer la entrega con un solo vehículo a distintos puntos. La capacidad del vehículo en la cadena es en razón de los puntos a distribuir y el espacio total es finito o sujeto a la capacidad del vehículo. Véase figura 3.1

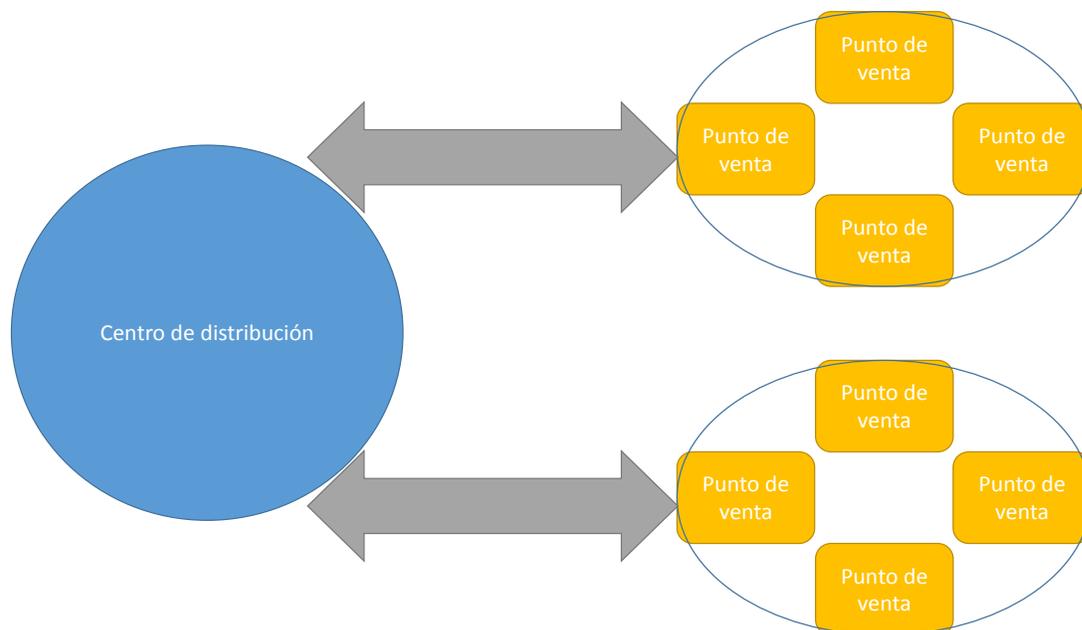


Figura 3.1 Muestra la cadena troncal por red y ruta

Distribución tradicional

La distribución tradicional es lo que se conoce como cadena lechera, es muy utilizada empíricamente para la distribución de todo tipo de mercancías. Véase figura 3.2

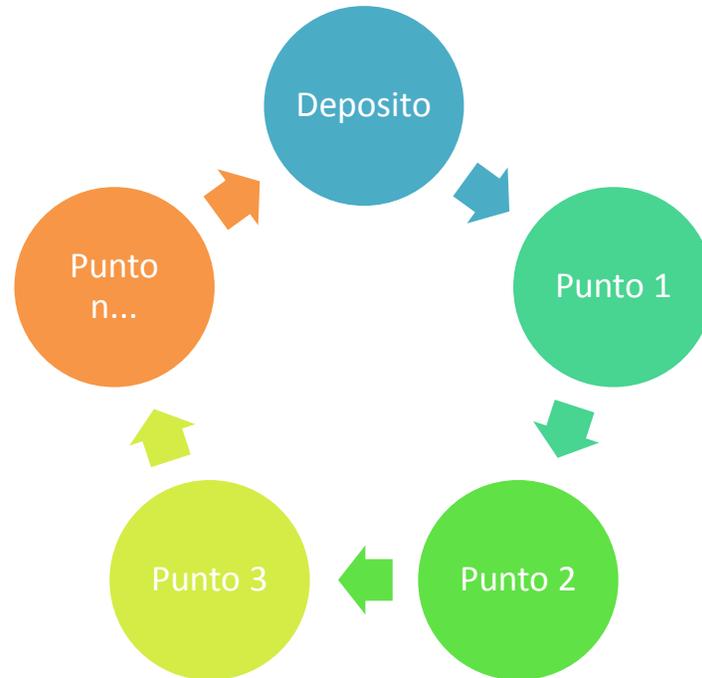


Figura 3.2 muestra una distribución tradicional (ruta lechera)

La ruta lechera se basa en enviar un medio de transporte ocupando su máxima capacidad disponible, además, busca satisfacer la mayor cantidad de puntos dentro de un área.

Los problemas de la cadena de distribución troncal son:

- **Problemas de la ruta mínima:** consta en el reducir las distancias entre el punto inicial de la distribución hasta el punto de entrega final.
- **Problema de transporte:** analiza el establecimiento de rutas para vehículos entre distintos orígenes y destinos
- **Problemas de enrutamiento vehicular:** establece rutas para vehículos cuando el origen y el destino es el mismo.

Distribución centralizada (dedicada)

Inicia en un centro o un depósito donde el mismo fabricante lo distribuye en forma dedicada e individualmente a los diferentes puntos de entrega, los cuales van desde supermercados, tiendas departamentales, tiendas de conveniencia hasta en tiendas particulares. En este tipo de distribución no se emplean rutas por la naturaleza del tipo de entregas. Véase figura 3.3

Las desventajas son:

- Los costos del transporte a consecuencia de que el vehículo puede ser que éste sub-utilizado en capacidad
- Tiempo en el tráfico, tránsito o congestión
- Costo por inventario y almacenaje
- Control del transporte
- Gestión de redes secundarias

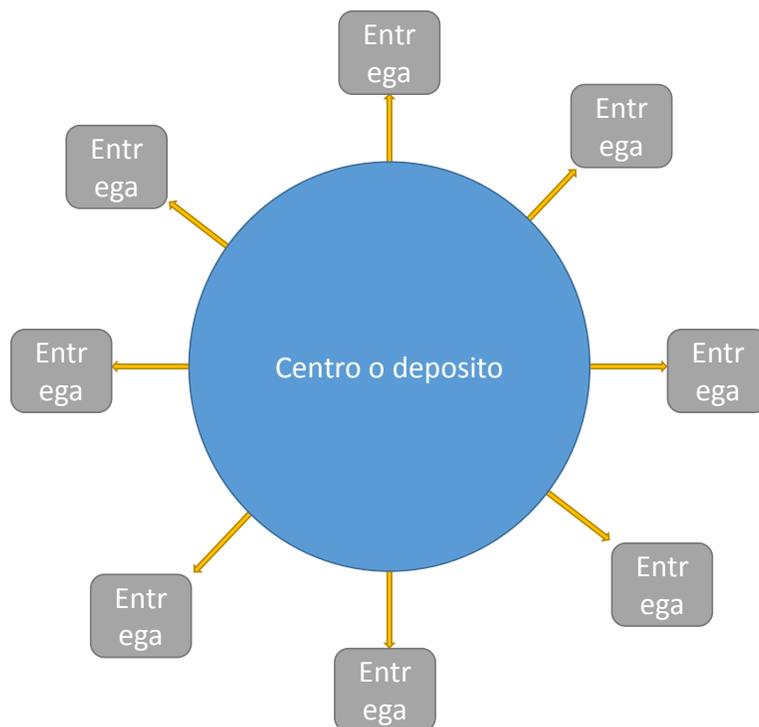


Figura 3.3 muestra la distribución centralizada dedicada

Descentralizada troncal (mini cadena lechera)

Trabaja del mismo modo que la lechera sólo que a una escala inferior, esto es menos volumen, menos peso, menor distancia, menor costo, menor tiempo, menor cantidad de puntos de entrega Véase figura 3.4.

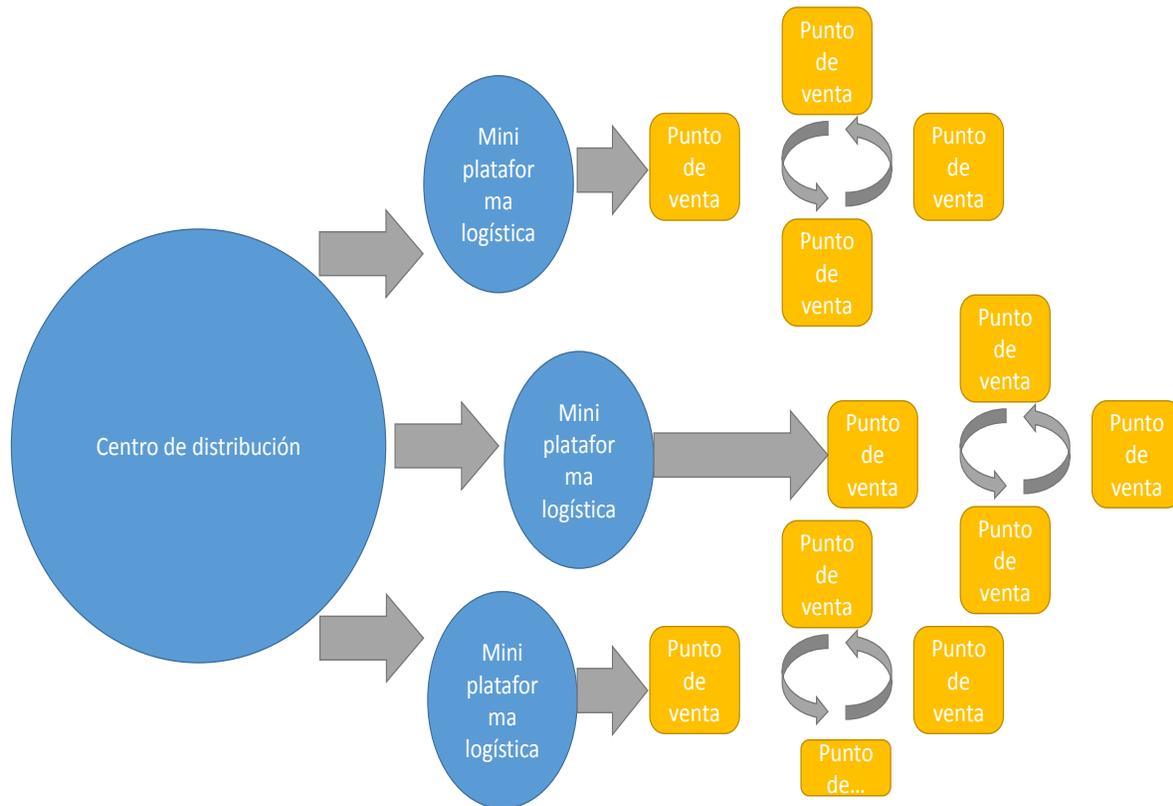


Figura 3.4 muestra la cadena descentraliza troncal

La cadena descentralizada troncal básicamente ubica un almacén o mini-plataforma dentro de una zona y a partir de ella hace envíos tipo ruta lechera, pero, con transportes de menor capacidad a un camión.

Distribución descentralizada localizada (cedis local, kiosko):

La descentralizada localizada se basa en la distribución por medio de un punto intermedio el cual funge como un PL3 el cual hace llegar la mercancía a cada uno de los puntos a través de centros intermedios entre el productor y el punto de entrega. El terciario hace la función de entrega, cobranza, y logística inversa. Véase figura 3.5

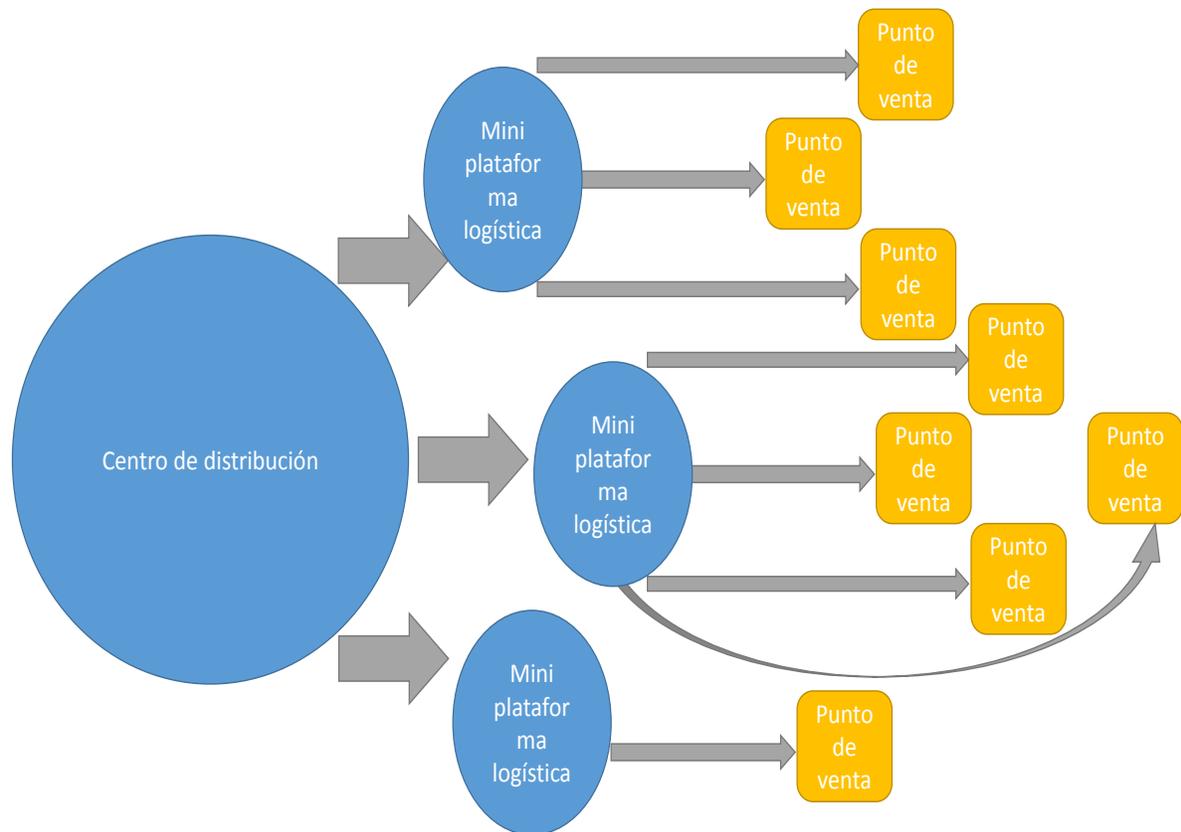


Figura 3.5 muestra la cadena descentralizada dedicada

La cadena descentralizada dedicada ubica un almacén dentro del área atendida y hace un envío por pedido.

Tipos de envíos

Ahora bien todas las cadenas de suministro tiene peculiaridades que las hacen diferentes unas de la otras, para ello, a continuación se indican algunos de los posibles tipos de envíos que pueden realizar o como se puede estructura la cadena de suministro

- **Envíos directos:** se contempla cuando la distancia a recorrer es significativa y se tiene un número alto número de vehículos para efectuar la distribución, por lo cual solo se considera cuando los costos del servicio del vehículo son reducidos, cuando la demanda asociada entre todos los puntos origen-destino puede llenar la capacidad del vehículo o cuando las restricciones temporales sean importantes.
- **Envío de Hub & Spoke:** La construcción de centros de consolidación de carga de (hubs) se basa en la concentración de la mercancía entre estos puntos y la optimización de la capacidad de los vehículos en escenarios con una distribución espacial de demanda no uniforme. Esta estrategia permite incrementar el factor de carga de los vehículos y en consecuencia, se reduce el costo unitario de transporte a nivel general de toda la red, así como el tiempo total de distribución.
- **Envíos con paradas múltiples:** La aplicación de esta estrategia comporta comparativamente un número reducido de rutas compuestas por un alto número de paradas en cada una de ellas. Su aplicación se puede llevar acabo cuando el costo y el tiempo para realizar una parada adicional en una ruta es reducido y en escenarios con costos de servicio de vehículos relativamente altos.

Movimientos urbanos de mercancía

Los movimientos urbanos de mercancía propuestos o que pueden ser identificados por el consumidor final y logístico, esto de acuerdo al texto escrito por Russo (2010).

Por el consumidor final: Este tipo de movimiento es realizado por el consumidor el cual básicamente es el traslado desde su zona o área hacia otra o dentro de la misma para obtener algún bien o servicio, en este caso el cliente es quien determina el mercado (proveedor de bien o servicio) al cual acudir y realizar la adquisición del bien o servicio requerido. Al movimiento que realiza el consumidor final de la mercancía puede ser llamado paquete.

Logístico: Estos movimientos permiten a un producto o servicio llegar a los mercados o al lugar donde se localiza el consumidor final, en este caso particular se da una opción de mercado al cliente al cual se le oferta el bien o servicio donde éste se encuentra. Para este tipo de movimiento se puede decir que existe un alcance de facilidad con que el mercado puede llegar a alimentar o proveer un bien o un servicio a través de repuestos por medio de tiendas o ventas al por menor. La unidad para estos casos puede ser llamada a la talla ⁶.

Otra forma de categorización de las cadenas de suministro son las siguientes

LSC (lean supply chain): Emplea la mejora continua para eliminar desperdicios o paradas que no añaden valor. La reducción de los tiempos de preparación y cambio de formato permiten el trabajo rentable en pequeñas series. Alcanzan reducciones de costos, flexibilidad y respuesta rápida a los requerimientos del cliente. Consiguen altos rendimientos cuando la demanda es estable y puede ser prevista con precisión. Dan preferencia la eficiencia en los costos a la respuesta responsable con el cliente.

ASC (agile supply chain): Se orienta a responder a mercados aleatorios. Intenta alcanzar suministros rápidos y flexibilidad en los lead-time. Utiliza nuevas tecnologías de la información y del intercambio de datos. Tiene en cuenta aspectos ligados a la reorganización y al conocimiento, integran los procesos de negocio, estimula la innovación, forma compañías virtuales.

HSC (hybrid supply chain): De acuerdo a lo descrito por Samuen H. Huang (2002), partiendo de los productos genéricos posponen su diferenciación hasta el montaje final (montaje bajo pedido). la demanda puede ser prevista con precisión.

La interface entre mercado y empresa debe ser ágil para comprender y satisfacer los requerimientos del cliente en base a una respuesta rápida, siendo adaptable e innovadora. La idea que se maneja es qué tipos de productos diferentes en fases distintas de su ciclo de vida requieren estrategias de cadenas de suministro diferentes⁸.

⁸ Samuel H Huang. (2013). Supply chain management for engineers. Boca raton. CRC Press. P 6.

Propósito de la cadena de suministro

La cadena de suministro está basada en la optimización, reducción de pérdidas, agilización del proceso de entrega recepción, aminoramiento de desperdicios, entre muchas otros factores, por lo cual su propósito se puede definir con los siguientes puntos

- Mejorar los costos-beneficios (unitario precio por envío o global contra ventas anuales)
- Incrementar la cartera de clientes
- Mejorar la imagen
- Reducir tiempos y distancias
- Optimizar la cadena de suministro
- Expandir la cadena de suministro
- Eficiente gestión de la cadena de suministro
- Versatilidad de la cadena de suministro

Metodologías

Las metodologías nos hacen ser más hábiles al dirigir un determinado proceso de manera más eficiente y eficaz para lograr objetivos, y metas deseados, además la metodología nos permite tener una estrategia para seguir durante el proceso.

Las metodologías comprenden un orden lógico de pasos bien estructurados y con relación entre ellos. Las metodologías son muy útiles para dos aspectos muy importantes el primero es contribuir a parte de la formación del profesional y es, además una vía que ayuda a dar solución a problemas que se pueden presentar en la vida cotidiana.

De acuerdo a los enfoques se puede hacer referencia a una metodología multicriterio y pueden ser cualitativo o cuantitativo, éstos tienen diferencias e igualdades entre sí, su diferencia principal radica en que los cuantitativo se basan en cuanto o una ponderación, mientras, los cualitativos se enfoca en las características del problema.

El método cuantitativo se encarga de las estadísticas o datos duros, mientras el cualitativo se encarga de especificar el bajo o alto rendimiento de acuerdo a las expectativas o supuestos.

La realización de una metodología desde el punto cualitativo se puede hacer a través de encuestas, descripciones, recolección de opiniones de expertos, construcción de hechos. En este tipo de enfoque se pueden desarrollar preguntas referentes a la investigación durante todo el transcurso. El alcance es comprender las variables involucradas en el proceso. Este enfoque es ampliamente usado en procesos sociales.

La realización de una metodología cuantitativa, tiene cómo centro de su proceso las observaciones, mediciones, éstos a su vez los somete a un análisis. Utiliza la comparación de parámetros para llegar a probar algo. Este tipo son utilizados muchas veces en procesos que por su naturaleza puedan ser medibles o cuantificables.

La realización de metodología mixta es donde se aplica la técnica de cada uno por separado, se hacen entrevistas, se realizan encuestas, a éstas se les hace valoración a una escala que faciliten su interpretación numérica.

Método de Kiviat

El método de Kiviat consiste en graficar los criterios (variables originalmente) que influyen determinantemente. Los diagramas de Kiviat son gráficos circulares en cuyos ejes radiales se representan diferentes índices de prestaciones. Las intersecciones entre los radios y la circunferencia representan los valores máximos que puedan alcanzar los criterios representadas en los mismos. Aunque en principio, el número de ejes puede tener un gráfico de este tipo es arbitrario y depende de los datos que se van a representar, se suelen seguir los convenios de representación. El más conocido es la versión de Kent-Kiviat, el cual consiste de las siguientes etapas:

- Se seleccionan las variables a estudiar, las cuales pueden contemplar buenos y malos criterios (variables)
- Se divide el círculo en cada una de las variables a estudiar
- Se enumeran los semiejes secuencialmente, normalmente en sentido horario, comenzando por el semieje central superior.
- Se asocian índices normalizados a cada uno de los semiejes (por lo general de 0 a 1)

Como resultado de los datos graficados podemos obtener: Estrella de Kiviat, Vela de barco, cuña, flecha, la cual cada una de estas nos indicaría distintos tipos de situaciones predominantes en importancia de acuerdo al área ocupada. Una de las limitantes del análisis por medio de Kiviat, es el número de criterios como consecuencia de no poder tener demasiados a su vez mayor cantidad se vuelve más ilegible.

Método del SCORING (media ponderada)

Es un método rápido y sencillo para la elegir la alternativa mayormente viable en un problema de decisión multi-criterio.

Este método consiste en las siguientes etapas:

- I. Identificación de la meta general del problema**
- II. Identificación de las alternativas**
- III. Listar los criterios a emplear en la toma de decisión**
- IV. Asignar una ponderación a cada uno de los criterios, en escala de 1 (-) a 5 (+) Véase tabla 3.0**

1. Muy poco importante
2. Poco importante
3. Importancia media
4. Algo importante
5. Muy importante

Criterios	Ponderación W_i
Criterio 1	Elegir entre el 1 y el 5
Criterio 2	Elegir entre el 1 y el 5
Criterio n...	Elegir entre el 1 y el 5

Tabla 3.0 muestra los criterios y su importancia para método scoring

V. Establecer el grado de satisfacción de cada alternativa al nivel de cada uno de los criterios, en base a una escala de 9 puntos. Véase tabla 3.1

1. Extra bajo
2. Muy bajo
3. Bajo
4. Poco bajo
5. Medio
6. Poco alto
7. Alto
8. Muy alto
9. Extra alto

Criterios	Alternativa 1 (r_{i1})	Alternativa 2 (r_{i2})	Alternativa ($r_{in...}$)
Criterio 1	Elegir entre el 1 y el 9	Elegir entre el 1 y el 9	Elegir entre el 1 y el 9
Criterio 2	Elegir entre el 1 y el 9	Elegir entre el 1 y el 9	Elegir entre el 1 y el 9
Criterio n...	Elegir entre el 1 y el 9	Elegir entre el 1 y el 9	Elegir entre el 1 y el 9

Tabla 3.1 muestra los grados de satisfacción por alternativa para método del scoring

VI. Calcular el puntaje para cada alternativa

Criterio	Peso	Alternativa 1 (ri1)	Alternativa 2 (ri2)	Alternativa (rin...)
Criterio1	Wi	C1Wi*ri1	C1Wi*ri2	C1Wi*rin...
Criterio 2	Wi	C2Wi*ri1	C2Wi*ri2	C2Wi*rin...
Criterio n...	Wi	Cn...Wi*ri1	Cn...Wi*ri2	Cn...Wi*rin...
Total (sj)		$\sum=(C1Wi*ri1)+(C2Wi*ri1)+(Cn..Wi*ri1)$	$\sum=(C1Wi*ri2)+(C2Wi*ri2)+(Cn..Wi*ri2)$	$\sum=(C1Wi*rin...)+(C2Wi*rin...)+(Cn..Wi*rin...)$

Tabla 3.2 muestra como calcular el puntaje por alternativa para método scoring

VII. Reordenar las alternativas de mayor a menor de acuerdo al puntaje del score. Siendo la mayor la más recomendable.

El modelo para el cálculo del score es el siguiente

$$S_j = \sum_i w_i r_{ij}$$

Donde:

rij: rating de la alternativa j en función del criterio i

wi: ponderación para cada criterio

Sj: Score para alternativa j

Metodología del Árbol de decisiones

Un árbol de decisión proporciona la representación gráfica de una toma de decisiones, el cual enuncia una progresión natural o lógica que ocurrirá con el tiempo, del mismo modo ayuda a estimar cuales son las opciones a tomar y las consecuencias de seleccionar cada una de ellas. Lo cual nos da una perspectiva balanceada de los riesgos y recompensas por la toma de determinado curso de acción.

El diagrama de árbol consiste en nueve pasos los cuales son:

1. Preparación de la logística: preparara el proceso de construcción del diagrama
2. Establecer los objetos u objetivos que son la parte medular del estudio, comprobar los efectos u objetivos mediante la pregunta: ¿Cuál es el propósito de este objetivo? Si existe algún condicionamiento debe ser especificado.
3. Colocar cada criterio final en la parte izquierda de la superficie de escritura.
4. Seleccionar el enfoque a utilizar, para la obtención de los medios necesarios, para alcanzar los efectos u objetivos finales: esto se puede hacer por medio de un proceso lógico en el cual se analizarán cada uno de los objetivos finales. Realizar una tormenta de ideas.
5. Identificar los medios principales para la consecución de cada uno de los efectos u objetivos finales
6. Evaluar los medios principales. Se evaluará la adecuación de cada uno de los medios principales para conseguir los objetivos finales, los cuales pueden ser: posible, posibilidad incierta, imposible.
7. Sistematizar la obtención de los medios para conseguir los efectos u objetivos finales
8. Trazar las líneas de conexión entre objetos y medios.
9. Comprobar la validez del diagrama. Se comprueba mediante un análisis en reversa.

El diagrama de árbol muestra de forma clara y ordenada las posibles formas de obtener un efecto o alcanzar un objetivo determinado. Es una herramienta útil para cualquier tipo de planificación, ya sea de gestión o de diseño.

Algunas de las desventajas del diagrama de árbol pueden ser: Confundir la disposición del orden de las teorías con los datos reales; evaluaciones superficiales de la adecuación de los medios para conseguir efectos u objetivos; no desarrollar debidamente la comprobación final de validez del diagrama.

Proceso analítico jerárquico (Metodología Analytic Hierarchy Process)

Modelo creado para la toma de decisiones por Saaty, para generar modelos de decisiones en problemas decisionales no estructurados. Es una buena herramienta en caso de contar con múltiples criterios, además, se pueden manejar subcriterios en sus escalas

Paso 1: Estructurara el problema como una jerarquía

Meta u Objetivo				
Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 3	Criterio n
Alternativa 1				
Alternativa 2				
Alternativa n..				

Tabla 3.3 muestra la estructura de criterios y sub-criterios. Adaptada en base a Saaty 1980. Una vez dados los criterios puede darse el caso en que a su vez estos puedan descomponerse en otros sub-criterios, formando otra jerarquía descendente.

Paso 2: Establecimiento de las prioridades entre los criterios

En esta fase se construye un vector de prioridades o pesos, el cual evaluará la importancia relativa. Para ello, se auxilia de una estrategia que consiste en una valoración por parte del decisor sobre la importancia verbalizada en términos cualitativos, para así después auxiliarse de una escala la cual ha sido establecida cuantitativa y cualitativamente de tal forma que pueda obtener los valores numéricos que corresponden a su valoración. Véase tabla 3.4

Los números de la escala (tabla 3.4) representan la porción en la que uno de los elementos que se consideran en la comparación pareada es dominante respecto a otra en razón de un criterio en común. El elemento menor tiene el valor recíproco o inverso respecto el mayor, es decir, si x es el k número de veces que un elemento domina a otro, entonces este último es x^{-1} veces dominado por el primero, de tal modo que $x * x^{-1} = x^{-1} * x = 1$. Éste es el axioma de comparación recíproca.

Para determinar los procesos de criterios del decisor, debe de construirse una matriz R , de tal modo que el término r_{ij} represente la prioridad relativa entre el criterio c_1 , y el criterio c_j , respecto a la meta del problema. Este término será mayor, igual o inferior a uno dependiendo de cuál de los criterios sea más importante para el logro de la meta.

$$R = \begin{bmatrix} 1 & & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & 1 & & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Donde $r_{ij} * r_{ji} = 1$. Una matriz con esta propiedad se denomina recíproca

Para establecer las prioridades de los criterios (w_i) este método emplea los conceptos matemáticos de valor propio (autovalor) y valor propio (autovector)

A continuación se muestra un ejemplo de una matriz de comparación pareada:

$$R = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

Si se desea obtener el vector de peso a partir de esta matriz se debe de resolver el siguiente sistema de ecuaciones.

$$W \cdot W = \lambda w$$

$$R = \begin{bmatrix} W_1/W_1 & W_1/W_2 & \dots & W_1/W_n \\ W_2/W_1 & W_2/W_2 & \dots & W_2/W_n \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ W_n/W_1 & W_n/W_2 & \dots & W_n/W_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix} = \lambda \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix}$$

Donde λ es un valor propio de W y w el vector propio asociado. La matriz W tiene una forma especial, además de ser una matriz recíproca, su rango es igual 1 debido a que cada fila es múltiplo constante de la primera. Por ello, esta matriz tiene un único valor propio distinto de cero. Como la suma de los valores propios de una matriz es igual a la traza y todos los elementos de la diagonal principal son iguales a 1, puede afirmarse que el único valor propio distinto de W es igual a la dimensión de la matriz, es decir igual a n ($\lambda=n$) .

Se puede observar que la suma de los elementos de la matriz de cualquier columna j es igual a:

$$\frac{1}{w_j} \sum_{i=1}^n w_i = \frac{1}{w_j}$$

Por lo tanto si se normaliza la matriz W mediante la suma de las columnas, en cada una de ellas se obtiene un vector w , por lo que el promedio de cualquier fila i será igual a w_i .

Dado que los pesos no son conocidos y la matriz de comparaciones R se construye con los juicios del decisor, los que no serán totalmente consistentes, la matriz R puede concebirse como una perturbación de la matriz W . Por tanto puede que posea más de un valor propio distinto de cero. El máximo valor propio (λ_{max}) está asociado a un vector propio z y se considera que z es una buena aproximación al vector de prioridades o peso w . Por tanto, puede escribirse:

$$R \cdot \hat{w} = \lambda_{max} \hat{w}$$

Basado en lo anterior Saaty propone estimar el vector de pesos mediante el siguiente procedimiento:

- A. Obtener la matriz normalizada (R_{norm}), dividiendo cada elemento de la columna j -ésima por la suma de todos los elementos de dicha columna.

$$R_{Norm} = \left| r_{ijNorm} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^n r_{ij}} \right|$$

- B. Estimar el vector de pesos (\hat{w}) calculando el promedio de cada fila de la matriz normalizada. El vector de \hat{w} de peso será igual a:

$$\hat{w} = \left[\hat{w}_1 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{1jNorm}, \hat{w}_2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{2jNorm}, \dots, \hat{w}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{ijNorm}, \dots, \hat{w}_n = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{njNorm} \right]$$

Escala numérica	Escala verbal	Explicación
1	Igual importancia	Dos actividades contribuyen por igual al objetivo
3	Importancia moderada de un elemento sobre otro	La experiencia y el juicio están a favor de un elemento sobre otro
5	Importancia fuerte de un elemento sobre otro	Un elemento es fuertemente favorecido
7	Importancia muy fuerte de un elemento sobre otro	Un elemento es muy dominante
9	Extrema importancia de un elemento sobre otro	Un elemento es favorecido por al menos un orden de la magnitud de diferencia
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes	Se usa como compromiso entre dos juicios
0,1	Valores intermedios en incrementos	Utilización para graduación más fina de juicios

Tabla 3.4 muestra la escala de Saaty T L. (1980). The Analytic Hierarchy Process.

Paso 3: Comprobar la consistencia de los juicios

Si R fuera una matriz completamente consistente entonces λ_{max} sería igual a n. Sin embargo, el decisor comentará ciertas inconsistencias de los juicios emitidos por el decisor, dado que si no se ha sido cuidadoso con las valoraciones, el vector de prioridades o pesos obtenidos puede ser poco representativo.

$$IC = \frac{\lambda_{Max} - n}{n - 1}$$

La consistencia se puede medir mediante el índice de consistencia de los juicios si se la compara con el número apropiado de la siguiente tabla, que recolecta el índice de consistencia aleatorio (IA). Véase tabla 3.5

n	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0	.525	.882	1.115	1.252	1.341	1.404
n	9	10	11	12	13	14	15	16
RI	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

Tabla 3.5 muestra los índices de consistencia aleatoria en función de la dimensión de la matriz. Saaty T L. (1980).

El índice de consistencia aleatorio (IA) se define como el índice de consistencia aleatorio medio obtenido mediante la simulación de 100 matrices recíprocas generadas aleatoriamente utilizando la escala de Saaty (1/9, 1/8..., 1, ..., 8, 9)

Se calcula el cociente entre el índice de consistencia (IC) y el índice de consistencia aleatorio (IA), se obtiene la relación de consistencia.

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

Por lo tanto si:

RC= 0 la matriz es consistente

RC<= 0.10 la matriz tiene una inconsistencia admisible, lo cual hace que el vector de pesos se admita como valido

RC>0.10 la inconsistencia es inadmisibile y se aconseja revisar los juicios

Para calcular el índice de consistencia el valor de λ_{max} se obtiene la ecuación:

$$R \cdot \hat{w} = \lambda_{max} \hat{w}$$

Se multiplica la matriz R por el vector \hat{w} y se obtiene el vector columna, luego cada uno de sus componentes se divide por los del vector \hat{w} y se genera otro vector columna formado por los valores propios de la matriz R. Se promedian dichos valores y se obtiene λ_{max} .

Paso 4: Establecimiento de las prioridades locales entre los sub-criterios

Si en la modelización del problema de decisión como una jerarquía se ha considerado la descomposición de algunos o todos los criterios en sub-criterios antes de continuar a calcularse el vector de pesos asociados a dichos pesos asociados a dichos sub-criterios.

El procedimiento aplicado es el mismo del inciso anterior, pero aplicado a las comparaciones pareadas de los sub-criterios, para así determinar su importancia respecto al criterio inmediatamente superior.

Paso 5: Establecimiento de las prioridades locales entre las alternativas

Una vez obtenida la ponderación de los criterios y sub-criterios en los pasos anteriores, se procede a la valoración de las alternativas para así poder calcular las prioridades locales correspondientes. Para ello, con cada criterio o sub-criterio del último nivel de la jerarquía se plantea la matriz R de juicios por comparación pareada entre alternativas. El procedimiento a seguir es el explicado en el inciso B, pero esta vez se establece el nivel de prioridad de una alternativa sobre otra tomando como base de comparación el grado de cumplimiento o satisfacción de cada criterio o sub-criterio. La escala a utilizar es la misma.

Una vez planteada la matriz de R de comparación entre alternativas, se procede como ya se ha comentado: se calcula el valor de pesos o prioridades y el índice de consistencia de los juicios. Una vez realizadas estas operaciones, si el índice de consistencia es aceptable, para cada criterio o sub-criterio se obtiene un vector de pesos locales de las alternativas.

Paso 6: Establecimiento de las prioridades totales asociadas a cada alternativa

Obtenidos los valores de todas las alternativas respecto de cada sub-criterio, se obtiene una matriz, la que se multiplica por el vector de prioridad de los subcriterios respecto al criterio del cual se desprenden. Así se obtiene el vector de preferencias de cada alternativa con respecto a ese criterio. Este procedimiento se repite para cada criterio.

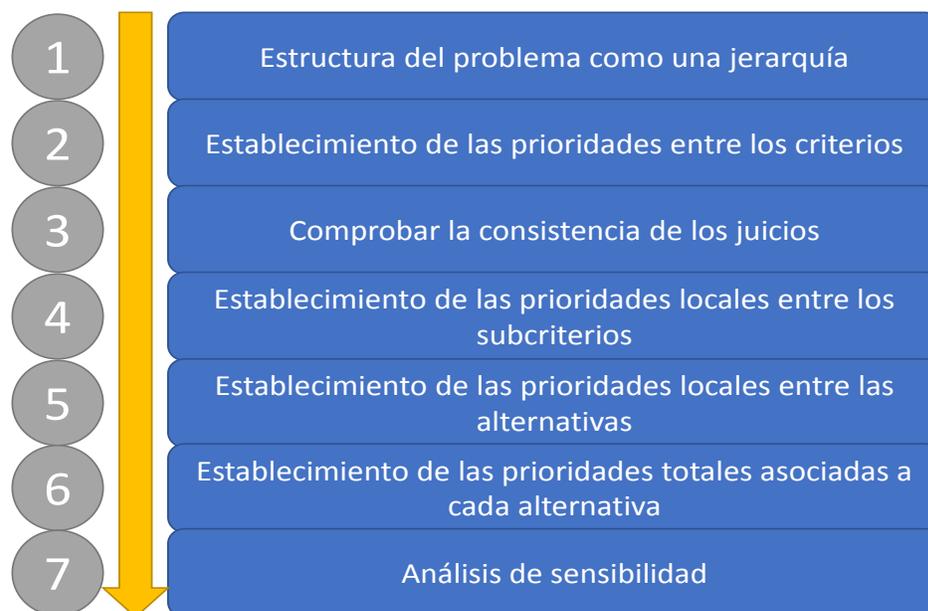
Luego se obtendrán tantos vectores de prioridad de las alternativas respecto de los criterios como criterios existan y con ellos se construye una matriz que se multiplica por el vector de prioridad de los criterios respecto del objetivo general, lo cual da cada alternativa respecto del objetivo principal. Esto permite determinar cuál alternativa es la más conveniente para la solución del problema planeado.

Si no existieran sub-criterios, se confeccionaría directamente la matriz conteniendo los vectores de prioridades de las alternativas con respecto a cada criterio. Esta matriz se multiplica por el vector de prioridades de los criterios respecto al objetivo, obteniendo el vector de prioridades de los criterios respecto al objetivo, obteniendo el vector de prioridades alternativas con respecto al objetivo, llegando así al vector de prioridades.

Paso 7: Análisis de sensibilidad

Como último paso de la metodología AHP puede realizarse un análisis de sensibilidad que confirme que realmente los resultados obtenidos son robustos y no son frutos obtenidos al azar.

La reacción de este análisis puede facilitarse y agilizarse si se emplea para ello herramientas Informáticas de cálculo. Este análisis consiste en realizar variaciones en el valor de un peso y observar numérica y gráficamente cómo este cambio afecta al resto de los pesos del problema y a la priorización de las alternativas.



La figura 3.6 muestra la secuencia de pasos para completar el proceso analítico jerárquico.

Metodología Electre

Este método utiliza los conceptos de concordancia y discordancia de la siguiente manera: Cuando una alternativa A_i es tan buena al menos como otra A_k en la mayoría de los criterios, y no hay ningún criterio en el que A_i sea notoriamente inferior a A_k , podemos afirmar sin riesgo que A_i supera a A_k . Estos métodos surgen en 1966 en Francia, Bélgica y Holanda. Bernard Roy, en 1968, plantea por primera vez el método "Electre I", que se constituye en el principal método de este grupo, con sus sofisticadas versiones

Electre I

Trabaja con las relaciones de superación de las cuales cada par de acciones se relaciona a un índice de concordancia y un índice de discordancia (cantidad e intensidad de argumentos contrarios dentro de los criterios analizados, los cuales ponen en duda la sentencia donde se afirma que a supera a b). La construcción de los índices de concordancia y discordancia depende de los pesos o ponderaciones atribuida a cada criterio, así como los umbrales fijados por el decisor. En síntesis, la acción a supera a la acción b si ocurre simultáneamente.

$$c(a, b) \geq c \text{ y } d(a, b) \leq d$$

Siendo $c(a,b)$ y $d(a,b)$, los índices de concordancia y discordancia, respectivamente

Electre II

Atiende a la problemática de ordenación completa o parcial de acciones. La concordancia y discordancia se define como en el método anterior y se determinan dos límites o umbrales para cada uno de estos índices. A partir de los mismos puede constituirse una relación de superación fuerte y otra débil, en función de las relaciones obtenidas entre los índices y los umbrales para cada par de acciones a y b.

La exploración de relaciones de superación se realiza así:

- Determinar el conjunto de B de criterios que no son superadas fuertemente por ninguna otra acción.
- Dentro de ese conjunto se determina el conjunto A_1 de acciones que no son superadas débilmente por ninguna otra acción de B. Este conjunto constituye la primera clase de ordenación
- Se reinicia el proceso con el conjunto restante, brindando así un preorden completo (clasificación con posibilidades de empate por similitudes).
- Se construye un segundo pre orden completo, comenzando por la clase de peores acciones (no superan a ninguna otra acción) y subiendo progresivamente en dirección a las mejores
- Con los dos obtenidos, se procede a una agregación que resulta en un pre orden promedio (mediano en la terminología de los autores).

Electre III

Utiliza relaciones de superación ponderadas, lo cual implica que a la relación de superación se le atribuye un escalar (entre 0 y 1) que mide el grado de credibilidad de la relación de superación de un par ordenado de acciones

A diferencia de los métodos anteriores, la comparación de pares de acciones respecto a un determinado atributo se realiza mediante pseudocriterios que toman en cuenta umbrales de preferencia y de indiferencia. Al igual que en Electre II, pero utilizando una mayor cantidad de parámetros, se llega a la construcción de dos pre completos, que finalizan en un ordenamiento valorizado de las acciones.

Electre IV

Su propósito es obtener una ordenación de las acciones (P, γ) , aunque no requiere la ponderación de criterios, funciona mediante una secuencia de relaciones de superación anidadas. Se basa en una familia de pseudocriterios.

Se construyen dos relaciones de superación (una fuerte y otra débil) sobre la base de consideraciones de “sentido común”, compatibles con la carencia de información respecto a la importancia relativa de los criterios. La exploración de las relaciones se realiza como en Electre III pero sólo con dos niveles de superación. Electre IV omite el problema de la determinación de pesos de los criterios, por tal razón, al seguir el supuesto de que no hay relaciones de mayor o menor importancia relativa entre los criterios, asume que ninguno de ellos es de inferior categoría en relación con los demás

Elección de la metodología

Implementando la metodología de Kiviat se analizan los criterios que para el presente trabajo se consideran más importantes al realizar a través del análisis de la metodología contra las cadenas de suministro, además, se busca que se proporcionen mayor información y beneficios al momento de evaluar los criterios de la cadena de suministro, de este modo tendremos por elección la metodología más conveniente para hacer el análisis y eliminaremos el hacer la evaluación de todas las metodologías mencionadas en este trabajo contra todas las cadenas, quedando por lo tanto el análisis de una metodología (la que incluya más requisitos) contra las cadenas de suministro mencionadas en este trabajo.

De acuerdo a las cinco metodologías recopiladas se selecciona Kiviat para hacer la selección de la mejor opción para aplicarse como metodología; Con la ayuda de

Kiviat se elegirá sobre la cual trabajar, esta elección es solo un paso para obtener la metodología general que busca el presente trabajo. Kiviat se elige por sencillez y facilidad al elaborarla.

A continuación se muestra una tabla con algunas ventajas y desventajas de las metodologías, las cuales ayudaron a observar con algunos de los criterios con los que cuentan. Véase tabla 3.6

Nombre	Ventajas	Desventajas	Comentarios
Kiviat	De fácil manejo, fácil comprensión	Método gráfico con limitante visual al contemplar muchos criterios, los sub-criterios no los contempla en la misma gráfica.	Poco útil para un análisis con sub-criterios
Scoring	Rápido y sencillo para identificar una preferencia con varios criterios.	Se limita a criterios, no existen sub-criterios en ella	Útil si se analiza solo a nivel criterio y no sub-criterio
Árbol de decisión	Practico, sencillo, de manejo universal	Se necesita de una amplia experiencia y colaboración de expertos para tomar las mejores decisiones	Para un trabajo de investigación no es muy aconsejable, porque para tomar las decisiones sin adentrarse en una investigación se necesitaría la experiencia de un experto en el tema.
AHP	Un poco más difícil que las otras metodologías ésta permite analizar sub-criterios.	Se complica en el definir los límites entre sub-criterios y criterios.	Muy útil cuando se cuenta con sub-criterios en la investigación
Electre	Compara a un criterio contra los demás, en pares	Puede ser muy tedioso el evaluar dos criterios a la vez	Sirve cuando se desea evaluar un criterio contra los demás, pero no evalúa de una vez a todos contra todos.

Tabla 3.6 muestra las metodologías con sus ventajas, desventajas y un comentario acerca de la metodología.

Para la evaluación con Kiviart se utilizó una ponderación de 1 a 5; siendo 1 poco y 5 demasiado, los valores intermedios son: 2 bajo, 3 medio, 4 mucho.

Con la tabla anterior se evaluaron criterios que son importantes para la posterior evaluación de la cadena de suministros, en este caso cada cadena tendrá para evaluar: Criterios, sub-criterios.

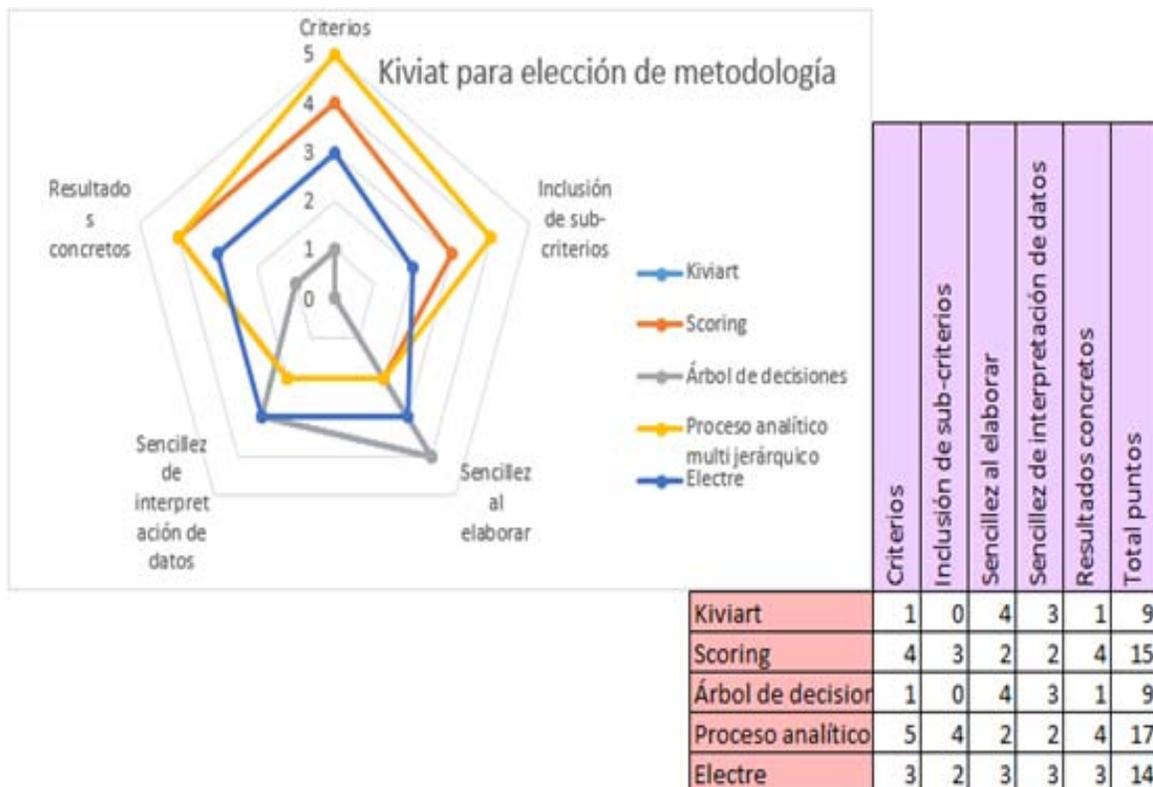


Figura 3.7 muestra la gráfica de Kiviart para la elección de la metodología

El grado de complejidad al elaborar la metodología es importante para todos los casos y en caso de ser demasiado sencilla la aplicación de la metodología, puede que no contemple sub-criterios o datos que pudiesen ser relevantes para la evaluación. No por esto, al ser sencilla su elaboración necesariamente es una mala metodología, sin embargo, puede que por su sencillez no contemple el alcance necesario.

La sencillez que se tenga al realizar la aplicación de la metodología no tiene que ser un factor que altere al momento de interpretar los resultados, mejor dicho los

resultados serán mejores entre más robusto sea el planteamiento, es aquí donde influyen la cantidad de criterios y sus sub-criterios que se puedan tomar en ésta.

Los resultados concretos son los que no dan pie a que los datos sean ambiguos, si no puntuales, es decir, que sean medibles y que se pueda llegar a ellos a través de una validación por métodos no densamente complejos.

La cantidad de puntos que abarcan un área mayor son los que se dibuja en el gráfico para el proceso analítico jerárquico, con esto observamos que la metodología que más se ajustará a nuestra evaluación es esta. Así mismo, de la tabla de metodologías observamos algunas ventajas y desventajas que nos ofrece cada una de las metodologías, todas y cada una de ellas son buenas, sin embargo, la que más se apega a las necesidades por la cantidad de criterios y sub-criterios que se manejan en este trabajo o bien que se perfiló como la más útil para el proceso de evaluación de los criterios es la metodología de proceso analítico jerárquico.

Ejemplos de implementación de la metodología elegida a problemas reales

El proceso analítico jerárquico ha sido utilizado en diversos tipos de problemáticas las cuales abarcan desde jerarquización para gestión de agua, elección de emplazamiento óptimo de equipamiento hasta selección de una herramienta virtual. Como vemos no solo se puede aplicar a casos físicos como en el caso de la gestión del agua, sino también a cuestiones intangibles como lo es la elección de una herramienta visual. Con lo antes mencionado se observa que se pueden usar datos tanto tomados en campo (cuantitativos) así como de datos (cualitativos) obtenidos de características, especificaciones, referencias.

Se han encontrado algunas aplicaciones del proceso analítico jerárquico al sector laboral, inclusive algunos han sido aplicados al transporte en las áreas de: Rendimiento de cadena de suministro, elección de cadena de automatización. Se detecta que no se encuentra demasiada información sobre la aplicación para las cadenas de suministro y menos aún, referida a perecederos que en este caso son frutas, verduras en zonas de alta densidad poblacional.

4 Metodología para la elección de la cadena de suministro de perecederos

Para elegir la mejor cadena de suministro se aplicará la metodología de proceso analítico jerárquico a las cadenas de suministro que se plantean en el presente trabajo las cuales son presentadas en la siguiente tabla que comprende las ventajas y desventajas más notorias de cada una de las cadenas de suministro. No se presentan todas sus ventajas ni desventajas, se presentan las que hacen mayor diferenciación entre una y otra cadena. Véase tabla 4.0

Cadena	Ventajas	Desventajas	comentarios
Tradicional o lechera troncal	Permite consolidar carga, se tiene una ruta específica con base en una programación desde días hasta meses. Consolidación de pedidos.	La distancia y la capacidad del vehículo limitan el número de paradas que se realizan. No circulan por calles estrechas.	Es utilizada en refresqueras, cerveceras, solo por mencionar algunas. Entrega desde el CD en ruta cíclica.
Centralizada dedicada	Se distribuye desde un punto centralizado, programación en las entregas. Circulan por casi todo tipo de calles	Sub-utilización de transporte al no llevarlo con el volumen máximo o el peso máximo que soporta el vehículo	En esta cadena se puede hacer un viaje por entrega, similitud a la cadena Walmart en el reabastecimiento de una tienda.
Descentralizada troncal	Igual que la lechera troncal pero a menor escala, uso de vehículos medianos y pequeños, circula por casi todas las vialidades.	Igual que la troncal pero a menor escala, poco volumen y peso, abarca desde 1 ½ toneladas hasta 3 ½ toneladas	Igual que la troncal pero a menor escala. Distribuye desde una mini-plataforma logística entre el cedis y el punto de venta
Descentralizada dedicada o localizada (centro de distribución local, kiosko)	Distribuye desde un punto intermedio, distancias cortas. Uso de bicicletas, motos, vehículos ligeros. Circulan incluso por calles pequeñas	Volumen inferior a 1 tonelada, distancias cortas. Sub-utilización del transporte ya que se presenta un viaje por pedido.	Distribuye desde puntos intermedios ubicados entre el cedis y los puntos de venta. Se asemeja a la entrega de Pizzas, comida rápida, etc.

Tabla 4.0 ventajas y desventajas de las cadenas de suministro

En la implementación de la metodología utilizada para indagar cual es la mejor cadena de suministro en una zona densamente poblada se eligieron cinco criterios, los cuales son presentados en listado, éstos criterios fueron mencionados y desglosados anteriormente, el orden presentado no indica la importancia de un criterio sobre otro, el orden de importancia se mostrara en la tabla 4.1.

- Tipo de vehículos
- Centro de acopio
- Tipo de servicio
- Entorno
- Vías

Se ordenarán los criterios conforme al alcance que se tienen sobre ellos desde el punto de la cadena de suministro, algunos de los criterios no pueden ser modificados por la cadena de suministro, mientras que otros criterios pueden ser elegidos y modificados por la cadena de suministro.

El entorno: Es donde vamos a estar circulando, entregando o distribuyendo los artículos; dicho esto, podemos decir que el entorno esta dado, se selecciona al saber que existe un nicho de mercado en dicha área, no tenemos que crear un entorno porque los puntos de venta ya están establecidos y como cadena de suministro se pretende dar a esos puntos un servicio. La cadena se adapta al entorno

Las vías: una vez que se ha seleccionado el entorno nos daremos cuenta de que el entorno siempre cuenta con una red de vías ya establecida. La cadena de suministro no tiene la facultad de modifica las vías en caso de contar con restricciones para circular sobre ellas debido a reglamentaciones o restricciones; sin embargo, sí podemos tomar las alternativas sobre las vías en las cuales se permita circular. La cadena se sujeta a las restricciones de las vías

Tipo de servicio: Se debe tener presente que servicio se ofertara para así saber a quién se brindará el servicio o producto, en que horarios se entregará, el tipo de entrega, tiempo de entrega. El tipo de servicio puede ser afectado por las restricciones del entorno o de las vías por ello es que se le da una posición menor que a estos dos antes mencionados sin embargo la cadena de suministro tiene toda la facultad de modificar su tipo de servicio .La cadena selecciona su tipo de servicio en base al entorno y las vías.

Centro de acopio: Dado el entorno, las vías y el tipo de servicio es importante saber dónde se localizara el centro de acopio ya que las restricciones a vialidades, tipos de vehículos, restricciones ambientales o de construcción pueden recaer sobre este criterio. La cadena establece un punto donde localizar su centro de distribución.

Tipo de vehículo: Una vez que la cadena tiene un centro de distribución, se puede elegir el tipo de vehículo de acuerdo a distancia del centro, el tipo de vías así como sus restricciones además del tipo de servicio que oferta la cadena.

Existe una jerarquía para la cadena logística, de suministro y de transporte, las cuales se describen a continuación

La primera y más importante de las tres cadenas es la cadena logística la cual se encarga de dar las especificaciones de servicios conexos, transporte, rutas, etc. se puede decir que es la cabeza intelectual para la correcta planeación en la distribución de algún artículo.

La segunda de mayor importancia es la cadena de suministro, está es la más compleja por ser la que conjunta las ordenes de la planeación con la parte de operación dado que abarca desde la liberación del material al cliente (físico), traslado, explayado, seguridad, trato con él cliente, solo por mencionar algunos hasta completar con la entrega física al cliente o la devolución del cliente.

La tercera en grado de importancia es la cadena de transporte la cual se encarga de sólo el transporte sin servicios, esta cadena se sujeta a las dos anteriores acatando las decisiones de la cadena logística y acoplándose de acuerdo a las adaptaciones en la cadena de operaciones

A partir de los puntos anteriores se genera la tabla 4.1 el orden mostrado se enlista en razón de la importancia de cadena de logística, cadena de suministro y cadena de transporte, con su relación de cada una de ella con los criterios que están ya establecidos en el presente.

Ahora tomado los tres tipos de cadenas anteriores podemos relacionar los criterios con los que contamos los cuales podemos modificar o sobre los cuales se tiene facultad para implementar una acción o cambio. En el siguiente cuadro se indican los criterios y su relación con cada cadena correspondiente. Debemos de tomar en cuenta que éstas tres cadenas funcionan interrelacionándose entre ellas, ya sea de modo ascendente o descendente en el flujo de la información o acciones.

Orden importancia de cadena	Tipo de cadena	Criterio relacionado a la cadena
1	Logística	Tipo de servicio
2	Suministro	Centro de acopio
3	Transporte	Vehículos
Sin asignación	Las tres	Entorno, vías

Tabla 4.1 muestra el orden de importancia y la relación de las cadenas con los criterios

Como bien podemos observar en la tabla anterior dos de los cinco criterios seleccionado previamente relacionan más de dos cadenas, lo cual no quiere decir que no sean importantes, sino más bien son criterios los cuales pueden ser seleccionados, pero, no pueden ser modificados por la cadena, y en caso de querer ser modificados tienen que intervenir externos a la cadena de suministro ya que no es una función de la cadena, por lo cual estos criterios deben de ser contemplados en la planeación o implementación, al igual que en la operación y el acceso a ellos.

Para ser más claro con lo anterior, los productos siempre o regularmente buscan dar solución a una necesidad de cualquier índole, en este caso de productos perecederos, por lo que ciudades como lo es el caso de CDMX fueron creciendo conforme pasaron los años, sin una planeación específica, lo que hizo que las vías no fuesen planeadas para la cantidad de vehículos y peatones que hoy circulan sobre ellas. De este modo dicha población demanda un producto o servicio el cual tiene que entregarse con una restricción de espacio por ello la cadena no tiene otra alternativa que la de adaptarse al medio o desistir de ofertar dicho artículo o servicio.

Ahora bien, el entorno tampoco puede ser modificado por la cadena ya que al igual que las vías, fueron desarrollándose para resolver necesidades diferentes a las actuales, en este caso bien podemos observar que existen zonas mayor mente pobladas que otras, además de esto existen zonas las cuales están saturadas en ciertos horarios como lo son la mañana (inicio de labores), la tarde (horario de comida) y las tarde-noche (fin de labores).

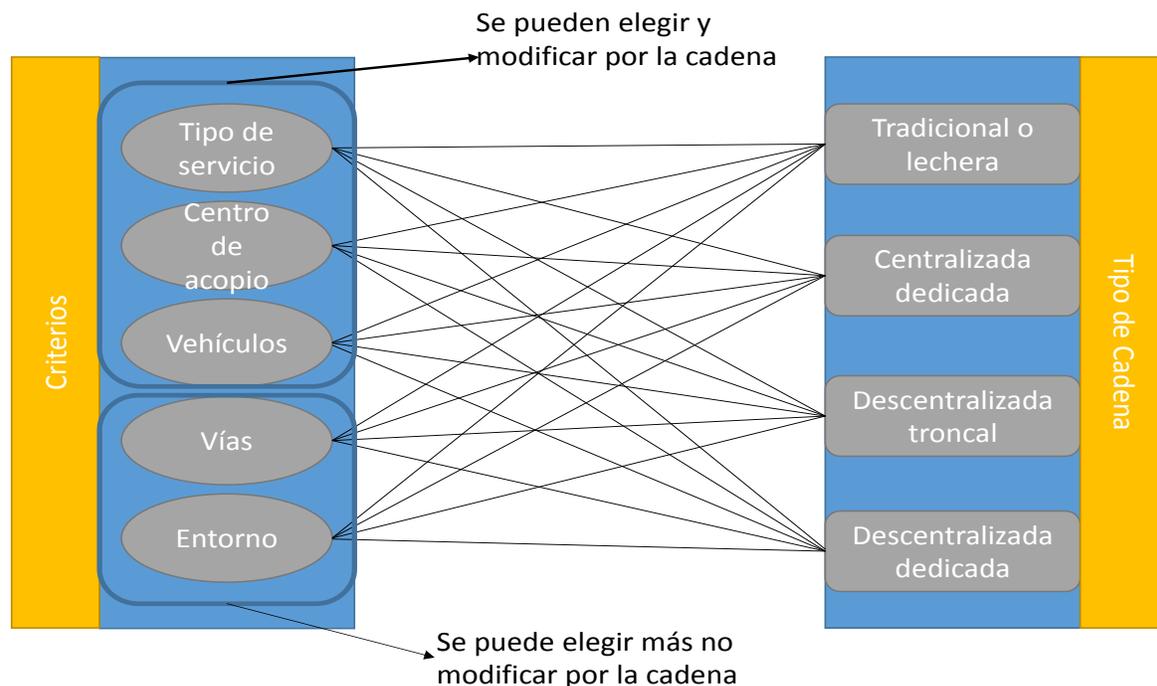


Figura 4.0 muestra los cinco criterios y las cuatro cadenas

Las cadena logística, suministro y transporte pueden hacer modificaciones en los criterios de tipo de servicio, centro de acopio y vehículos; mientras que para hacer modificaciones en el entorno y vialidades se necesitan factores externos, por lo que, plantea dejar estos dos puntos fuera para continuar con la metodología son solo tres criterios los cuales son: Tipo de servicio, centro de acopio, vehículos.

Los puntos de entorno y vías están relacionados a zonas de alta densidad poblacional las cuales presentan vías saturadas, calles pequeñas, además el comercio informal y los transeúntes no permiten un fácil acceso y distribución a los puntos de entrega final.



Fotografía de Calle de Mesones CDMX Punto referenciado obtenido de Google maps.

Existen vías a las cuales no se tiene acceso con vehículo motorizado, a esto le podemos sumar la falta de estacionamientos con capacidad para albergar unidades de tamaño grande. Los camiones de gran capacidad no son prácticos para ser utilizados en zonas densamente pobladas con restricciones como calles pequeñas y tipo de circulación a vehículos motores.



Clasificación de las vías urbanas

- Funcionamiento de la red vial
- Tipo de tráfico que soporta
- Uso del suelo colindante
- Espaciamiento
- Nivel de servicio y desempeño operacional
- Características físicas
- Compatibilidad con sistemas de clasificación vigentes

Clasificación por función

- Arterias principales: Circula a través de ella en su mayor parte tránsito no local, puede tener restricción de cuota.
- Arterias secundarias : Puede tener restricciones de cuota
- Colectoras principales: Cuenta con tránsito de paso y local, se usa para acceso a arterias o derivar en calles
- Colectoras secundarias: Mayor uso de la vía para accesos
- Calles locales principales: En su mayoría es tránsito local
- Calles locales secundarias: No tiene restricciones de cuota⁹.

Con la información anterior observamos que las vías del entorno de un área densamente poblada son calles locales principales, secundarias; y colectoras secundarias características físicas. Esto hace que se tenga un parámetro para apoyarnos al decidir sobre el tipo de vehículo, el tipo de servicio y el centro de acopio.

Con los criterios antes mencionados "entornos y vías" indagaremos si los cuatro tipos de cadenas deben ser analizadas contra los tres criterios seleccionados o alguna de ellas debe de ser descartada por sus características, cuyas características a su vez pueden ser restricciones para implementarlas en zonas densamente pobladas. Véase tabla 4.2

⁹ UNAM. Las vías.[en línea]Ingeniería UNAM. Disponible en: <http://www.ingenieria.unam.mx/~fjgv/Caps%20IT/Capitulo%201c.pdf>

Cadena	Características	Comentarios
Tradicional lechera	Cuenta con una ruta larga y un vehículo de amplias dimensiones el cual transporta mucho volumen y peso. Ejemplo distribución Coca-Cola.	Poco factible por las características que presenta el área densamente poblada con respecto a la interacción con las características principales de este tipo de cadena. Se descarta que este tipo de distribución sea factible para la cadena de distribución en perecederos.
Centralizada dedicada	Cuenta con vehículos de peso medio, transporta volúmenes de al menos 3 ½ toneladas. Puede hacer retornos al almacén, cedis o plataforma mini logística para reabastecer el vehículo. Ejemplo distribución Oxxo	El tipo de vehículo hace difícil que se manejen pedidos pequeños con solicitud de entrega urgente. Como de ejemplo, un pedido de 10 Kg de alguna verdura o fruta hace poco factible hacer la entrega en una camioneta de 3 ½ toneladas. La subutilización se puede presentar en más en este tipo de cadena. Esta cadena no se aprecia factible para la distribución de perecederos en zonas densamente pobladas.
Descentralizada troncal	Maneja la misma operación que la troncal con la excepción de manejar vehículos de peso menores a 3 ½ toneladas. Cuenta con almacén entre el cedis y el punto de entrega. Distribución tipo Helados Holanda.	Se manejan vehículos de capacidades pequeñas, se cuenta con una ruta específica. El vehículo puede entrar en los estacionamientos de las zonas céntricas. Baja sub-utilización del vehículo en las entregas. Se observa que este tipo de cadena de distribución cuenta con características para la distribución de cadenas de suministros.
Descentralizada dedicada	Utiliza vehículos de poco volumen distribuye desde un punto dentro del área donde se ubican los clientes. Cadena con similitud a repartición de Pizza	Esta cadena permite hacer varias entregas en el transcurso del día, se puede tener acceso a casi cualquier vía. El vehículo puede llegar a ser 100% libre de consumo de combustible fósil (bicicletas o motos eléctricas). Cuenta con características para la cadena en zonas densamente pobladas.

Tabla 4.2 muestra las características del tipo de cadena de suministro y comentarios

Hasta este punto de la metodología hemos logrado acortar el criterio a evaluar por medio del proceso de ponderación y jerarquización en tres, los cuales son: Tipo de servicio, centro de acopio y vehículos.

Basándonos en la tabla 4.2 se detecta que dos de las cuatro cadenas no cuentan con características básicas para una distribución urbana, estas son cadena troncal y centralizada dedicada; mientras que la descentralizada troncal y descentralizada dedicada presentan características favorables para la distribución urbana.

Obteniendo un número menor de cadenas y criterios la evaluación se hará menos compleja por la reducción de combinaciones posible para la evaluación por criterios, véase la tabla 4.3

Razón de investigación	Tipos de alternativas a la distribución	Criterios a evaluar
Distribución de perecederos	Descentralizada troncal	Tipo de servicio Centro de acopio Vehículo
	Descentralizada dedicada	Tipo de servicio Centro de acopio Vehículo

Tabla 4.3 muestra cuáles serán los actores que interactuarán en el proceso analítico jerárquico.

De los cinco criterios iniciales se utilizarán tres y de las cadenas iniciales se utilizarán dos para la evaluación por proceso analítico jerárquico.

Para el cálculo se asignan % a los criterios de mayor a menor ver tabla 4.4

Criterio	Porcentaje	justificación
Entorno	No asignado	Ajenos a modificaciones por la cadena de suministro
Vías	No asignado	Ajenos a modificaciones por la cadena de suministro
Tipo de servicio	54%	El más importante que se puede elegir y modificar por la cadena de suministro.
Centro de acopio	30%	Para elegirlo se debe tomar en cuenta el tipo de vías, servicio y entorno.
Vehículos	16%	Se acopla a los criterios antes mencionados

Tabla 4.4 muestra los criterios en orden de mayor a menor

Los porcentajes indicados en la tabla 4.4 fueron obtenidos de la tabla “matriz de criterios, véase tabla 4.5 y 4.5.1” elaborada con los valores para referenciar a un criterio sobre otro de acuerdo a la escala de Saaty.

Los pesos pueden ser modificados, no son absolutos. Son una interpretación de cómo se contemplan desde el punto de quien elabora este estudio, basándose en los textos que se contemplaron en la recopilación de datos. Entorno, vías son criterios sobre las cuales no se tiene influencia desde el punto de la cadena de suministro, por lo que el análisis se hará sobre los tres criterios restantes.

	Tipo de servicio	Centro de acopio	Vehículo
Tipo de servicio	1	2	3
Centro de acopio	1/2	1	2
Vehículo	1/3	1/2	1
	1.833	3.5	6.0

Tabla 4.5 muestra la matriz con los valores de importancia asignados a los criterios: tipo de servicio, centro de acopio y vehículo. 1 significa igualdad entre el criterio; 2 importancia baja de un criterio sobre otro; 3 una importancia moderada de un criterio sobre otro.

	Tipo de servicio	Centro de acopio	Vehículo	Promedio	% coeficiente	Vector de fila total	Cociente
Tipo de servicio	0.55	0.57	0.50	0.54	0.54	1.62	3.01 N= 3
Centro de acopio	0.27	0.29	0.33	0.30	0.30	0.89	3.01 n= 2
Vehículo	0.18	0.14	0.17	0.16	0.16	0.49	3.00 CI= 0
				1.00			3.01

Tabla 4.5.1 presenta la tabla normalizada y el índice de consistencia de la tabla 4.5 Muestra el índice de consistencia, el cual es menor a 0.1, por lo tanto se comprueba que los valores asignados a los criterios no son disparatados.

Continuando con la metodología se realizan las tablas para los sub-criterios, las cuales se muestran en las tablas 4.6 y 4.6.1; 4.7 y 4.7.1

	Ventanas de tiempo	Entrega	Embalaje	Proceso de pedido	Tecnología para
Ventanas de tiempo	1	2	3	1	3
Entrega	1/2	1	2	1/2	2
Embalaje	1/3	1/2	1	1/3	1
Proceso de pedido	1	2	3	1	3
Tecnología pedidos	1/3	1/2	1	1/3	1
	3.17	6.00	10.00	3.17	10.00

Tabla 4.6 muestra la matriz con los valores de importancia asignados a los sub-criterios del tipo de servicio.

El orden de importancia para los sub-criterios de del criterio tipo de servicio son los siguientes de mayor a menor

- Ventanas de tiempo - tiempo de proceso del pedido (tienen igual importancia)
- Entrega
- Uso de tecnología en el pedido - embalaje (se les asigno la misma importancia)

	Ventanas de tiempo	Entrega	Embalaje	Proceso de pedido	Tecnología para	Promedio	% coeficiente	Vector de fila total	Cociente
Ventanas de tiempo	0.32	0.33	0.30	0.32	0.30	0.31	0.31	1.57	5.02
Entrega	0.16	0.17	0.20	0.16	0.20	0.18	0.18	0.88	5.01
Embalaje	0.11	0.08	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.49	5.01
Proceso de pedido	0.32	0.33	0.30	0.32	0.30	0.31	0.31	1.57	5.02
Tecnología pedidos	0.11	0.08	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.49	5.01
	N= 5.00					1.00			5.01
	n= 4								
	CI= 0.003								

Tabla 4.6.1 muestra la normalizada y el índice de consistencia de la tabla 4.6. La tabla no presenta valores inconsistentes.

	Características	Equipamiento	Mix de vehículos
Características	1	2	3
Equipamiento	1/2	1	1/2
Mix de vehículos	1/3	2	1
	1.83	5.00	4.50

Tabla 4.7 muestra la matriz con los valores de importancia asignados a los sub-criterios de vehículo. El orden de mayor a menor es el siguiente: características, equipamiento, mix de vehículos.

	Características	Equipamiento	Mix de vehículos	Promedio	% coeficiente	Vector de fila total	Cociente
Características	0.545	0.400	0.667	0.537	0.537	1.731	3.221
Equipamiento	0.273	0.200	0.111	0.195	0.195	0.597	3.069
Mix de vehículos	0.182	0.400	0.222	0.268	0.268	0.836	3.121
	N= 3			1.000			3.137

n= 2

CI= 0.068

Tabla 4.7.1 muestra la normalizada y el índice de consistencia de la tabla 4.7. El índice de consistencia no es mayor a 0.1 por lo cual la tabla es consistente.

Para centro de acopio se asigna valor de 1. Inicialmente se contemplaban el analizar un centro de acopio dentro del área y otro fuera del área, pero, al determinarse los tipos de cadenas descentralizadas se eliminaron las posibilidades de contar con el criterio de almacén fuera del área, ya que es una característica propia de estas dos cadenas.

	Centro fuera del área	Centro dentro del área
Centro fuera del área	No aplica	No aplica
Centro dentro del área	No aplica	1

Tabla 4.8 muestra el valor asignado al sub-criterio centro de acopio No aplica la comparación entre centro fuera del área y dentro del área, dado las cadenas descentralizadas de este ejemplo no contemplan un almacén fuera del área.

Una vez construidas las tablas para todos los sub-criterios se realiza la construcción de las tablas para los sub-sub-criterios; los sub-sub criterios son 23 solo se referenciarán dos.

Para hacer la tabla de sub-sub-sin embalaje por unidad, se determina la preferencia de cada una de las dos cadenas (troncal y dedicada) sobre el sub-sub-criterio. Véase tabla 4.9 y 4.9.1; 4.10 y 4.10.1

	Pedido unitario	
	Descentralizada troncal	Descentralizada dedicada
Descentralizada troncal	1	1/4
Descentralizada dedicada	4	1
	5	1.250

Tabla 4.9 muestra la tabla con la importancia asignada al sub-sub-criterio pedido unitario por la cadena descentralizada troncal y descentralizada dedicada.

Los valores asignados de $\frac{1}{4}$, 1 y 4 representan:

- 1 es igualdad
- 4 es tendencia a fuerte de una cadena sobre el criterio
- $\frac{1}{4}$ es el recíproco de 4.

Observamos que para la cadena descentralizada dedicada tiene mayor importancia el pedido unitario caso contrario la descentralizada troncal, esto porque la descentralizada troncal puede realizar consolidados más grandes, mientras que la dedicada los puede hacer en menor peso o volumen, tiende a pedidos unitarios, un pedido una entrega.

	Pedido unitario		Promedio	% coeficient	Vector de fila total	Cociente	
	Descentralizada troncal	Descentralizada dedicada					
Descentralizada troncal	0.20	0.20	0.20	0.20	0.4	2	N= 2
Descentralizada dedicada	0.80	0.80	0.80	0.80	1.6	2	n= 1
			1.00			2	CI= 0

Tabla 4.9.1 muestra la normalizada y el índice de consistencia de la tabla 4.9. La tabla no tiene valores inconsistentes.

	Pedido consolidado	
	Descentraliza da troncal	Descentraliza da dedicada
Descentralizada troncal	1	4
Descentralizada dedicada	1/4	1
	1.25	5.000

Tabla 4.10 muestra la tabla con la importancia asignada al sub-sub-criterio “pedido consolidado” por la cadena descentralizada troncal y descentralizada dedicada.

Los valores asignados de $\frac{1}{4}$, 1 y 4 representan:

- 1 es igualdad
- 4 es tendencia a fuerte de una cadena sobre el criterio
- $\frac{1}{4}$ es el recíproco de 4.

	Pedido consolidado		Promedio	% coeficient	Vector de fila total	Cociente	
	Descentraliza da troncal	Descentraliza da dedicada					
Descentralizada troncal	0.80	0.80	0.80	0.80	1.6	2	N= 2
Descentralizada dedicada	0.20	0.20	0.20	0.20	0.4	2	n= 1
			1.00			2	CI= 0

Tabla 4.10.1 muestra la normalizada y el índice de consistencia de la tabla 4.10. El índice de consistencia es menor a 0.1 por lo cual no contiene datos inconsistentes.

Los valores de importancia que asignan las cadenas descentralizada troncales y descentralizada dedicada a cada uno de los sub-sub criterios se resumen en la tabla 4.11 la cual muestra el consolidado de cada una de las tablas.

Sub-Sub criterios	% asignado a descentralizada troncal	% asignado a descentralizada dedicada
Con horario flexible	25%	75%
Sin horario flexible	75%	25%
Pedido unitario	20%	80%
Pedido consolidado	80%	20%
Sin embalaje por caja	25%	75%
Sin embalaje por unidad	25%	75%
Flexible a pedidos urgentes	17%	83%
Sujeto a pedidos programados	80%	20%
Implementación tecnología	33%	67%

Tabla 4.11 muestra los porcentajes de importancia que las cadenas asignan a los sub-sub criterios pertenecientes al criterio tipo de servicio.

Los porcentajes de ambas cadenas sobre los sub-sub criterios, nos dan información como: cuál es más flexible, en éste caso, la cadena descentralizada dedicada es más que la descentralizada troncal.

Sub-Sub criterios	% asignado a descentralizada troncal	% asignado a descentralizada dedicada
Pequeño centro de acopio	33%	67%
Equipamiento	80%	20%
Recepción y embarque	50%	50%
Restricciones al centro de acopio	50%	50%
Cercanía al punto de entrega	33%	67%

Tabla 4.12 muestra los porcentajes de importancia que las cadenas asignan a los sub-sub criterios pertenecientes al criterio centro de acopio.

Se muestran los porcentajes de ambas cadenas sobre los sub-sub criterios, por ejemplo, un centro de acopio pequeño es menos importante para la cadena descentralizada troncal, ya que ésta puede realizar pedidos más grandes que la descentralizada dedicada.

Sub-Sub criterios	% asignado a descentralizada troncal	% asignado a descentralizada dedicada
Vehículo mediano	83%	17%
Vehículo compacto	17%	83%
Vehículo de combustión fósil	75%	25%
Vehículos híbridos o libre de combustión	25%	75%
Implementos para carga y descarga	80%	20%
Requerimientos conservación en el traslado	67%	33%
Requerimiento de sanitación	50%	50%
Varios tipos de vehículos	33%	67%
Una solo tipo de vehículo	67%	33%

Tabla 4.13 muestra los porcentajes de importancia que las cadenas asignan a los sub-sub criterios pertenecientes al criterio vehículo.

Se indican los porcentajes de ambas cadenas sobre los sub-sub criterios, por ejemplo, los implementos de carga y descarga son más importantes para la descentralizada troncal que para la dedicada, puesto las entregas de la dedicada no son muy grandes en comparación a los consolidados de la troncal.

Realizadas las tablas para los criterios, sub-criterios y sub-sub-criterios se consolidará la información en una tabla general. Véase tabla 4.14

Figura 3.9 muestra las operaciones entre criterios, sub-criterios y sub-sub-criterios

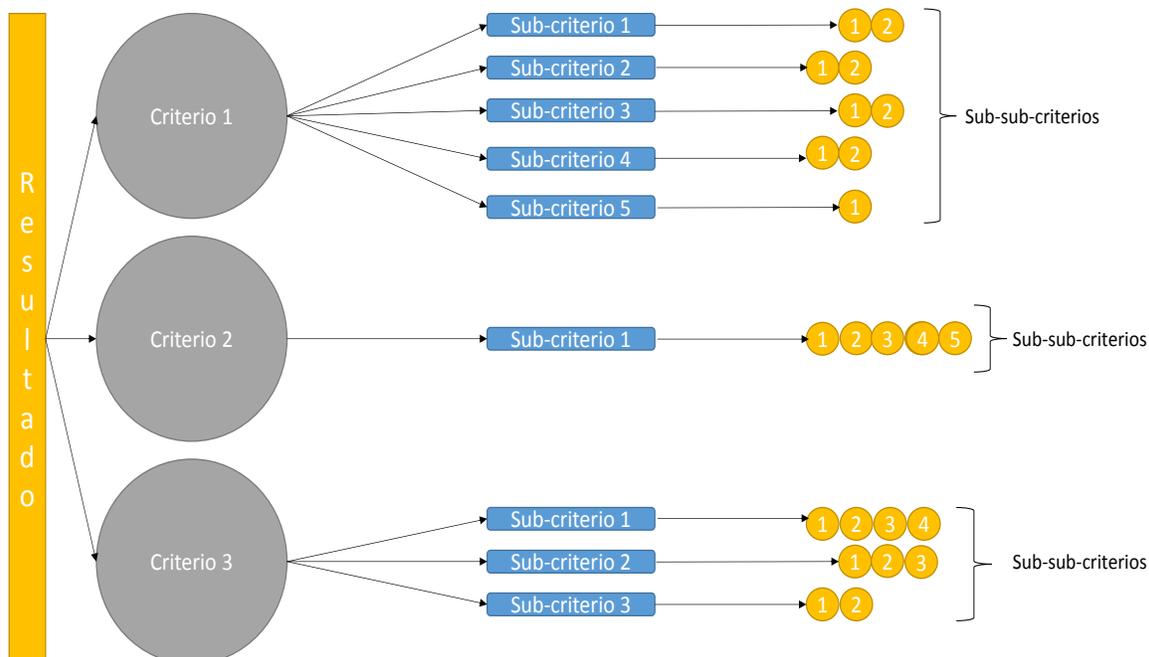


Tabla 4.14 muestra la tabla de resultados del proceso de análisis jerárquico

Tabla de porcentajes para Criterios , Sub-criterios y Sub-sub criterios													
Criterios	Descentraliza da troncal		Sub criterios	Descentraliza a dedicada		Sub-Sub criterios	% asignado a decentraliza da troncal		% asignado a decentraliza da dedicada		% obtenido del total	% obtenido del total	
	0.54	0.54		0.31	0.31		25%	75%	25%	75%			
Tipo de servicio	0.54		Entrega ventanas de tiempo	0.31	0.31	Con horario flexible	25%	75%	8.4%	8.4%	1.8%	3.5%	
			Entrega de pedido	0.18	0.18	Sin horario flexible	75%	25%	8.4%	8.4%			
			Embalaje	0.10	0.10	Pedido unitario	20%	80%	4.8%	4.8%			
			Proceso del pedido	0.31	0.31	Pedido consolidado	80%	20%	1.3%	4.0%			
						Sin embalaje por caja	25%	75%	1.3%	4.0%			
			Tecnología para	0.10	0.10	Flexible a pedidos urgentes	17%	83%	8.2%	8.7%			
						Sujeto a pedidos programados	80%	20%	8.2%	8.7%			
			Centro de acopio dentro del área	1.00		1.00	Implementación tecnología	33%	67%	1.8%			3.5%
							Pequeño centro de acopio	33%	67%	8.2%			8.7%
							Equipamiento	80%	20%	8.2%			8.7%
Recepción y embarque	50%	50%					14.7%	15.1%					
Restricciones al centro de acopio	50%	50%					14.7%	15.1%					
Características	0.54		0.54	Cercanía al punto de entrega	33%	67%	1.8%	3.5%					
				Vehículo mediano	83%	17%	8.2%	8.7%					
				Vehículo compacto	17%	83%	4.4%	4.4%					
				Vehículo de combustión fósil	75%	25%	4.4%	4.4%					
				Vehículos híbridos o libre de combustión	25%	75%	4.4%	4.4%					
				Implementos para carga y descarga	80%	20%	8.2%	8.7%					
Equipamiento	0.19		0.19	Requerimientos conservación en el traslado	67%	33%	2.1%	1.1%					
				Requerimiento de sanización	50%	50%	2.1%	1.1%					
				Varios tipos de vehículos	33%	67%	2.2%	2.2%					
Mix de vehículos	0.27		0.27	Una solo tipo de vehículo	67%	33%	2.2%	2.2%					
				Suma	47.8%	52.2%	1.00	1.00					

Conclusiones y observaciones

La metodología basada en el proceso de análisis jerárquico nos proporciona datos muy valiosos como cuáles son los sub-sub-criterios más importantes, cuales son igual de relevantes.

Existen sub-sub-criterios con empate en los porcentajes como:

- Recepción y embarque. Puesto se tiene que contar con un área de embarque o desembarque indistintamente de cual sea de las dos cadenas, éste requisito es fundamental.
- Restricciones del centro de acopio: Donde se localice el centro de acopio siempre existirán restricciones mayores o menores de acuerdo al área, pero, nunca dejarán de estar presentes.
- Requerimientos de sanitación: Al presentarse podredumbre ésta se aparta de los demás productos, se limpia el área en la cual se encontraba. Esto siempre se hará no importa qué tipo de cadena sea, es necesario hacerlo para mantener en el mejor estado los productos.

Los porcentajes de igual valor se presentan puesto las cadenas presentan similitudes, ambas están enfocadas a distribución urbana, a nivel capilar o también conocida como la última milla, los porcentajes similares se podían presentar pues estas dos cadenas son las que más se adaptan a al ambiente urbano densamente poblado y por ellos ciertas características son compartidas.

Por lo antes descrito algunos porcentajes serán iguales y harán creer que las cadenas son iguales, que no existe diferencia entre aplicar la una o la otra, que siempre una tendrá ventajas sobre la otra y viceversa, pero que esto no hará diferencia, sin embargo, observamos que existen diferencias marcadas por porcentajes que favorecen a las cadenas.

Para la cadena de distribución descentralizada troncal o dedicada son:

- Vehículo mediano
- Pedido consolidado
- Pedidos programados
- Implementos para carga y descarga
- Equipamiento

Para la cadena de distribución descentralizada dedicada son:

- Flexibilidad en pedidos urgentes
- Vehículo compacto

- Pedido unitario
- Sin uso de embalaje
- Vehículos híbridos o libres de combustión

Las diferencias en los criterios presentan desigualdad aunque no es demasiada ya que la mayor diferencia es de apenas 2.7 % siguiéndole un 1.7% de acuerdo a la tabla 4.14.

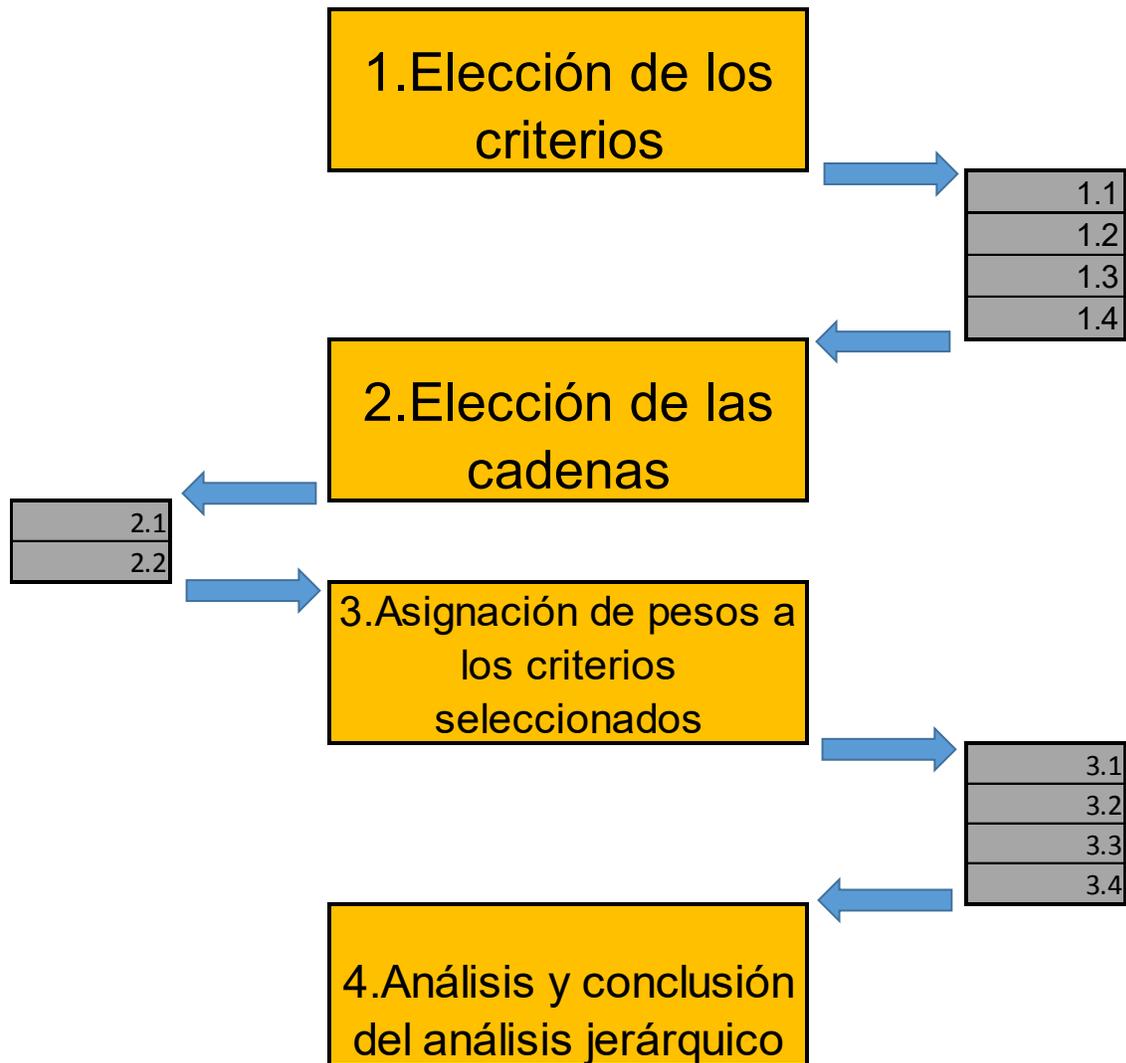
Como el análisis jerárquico hace una ponderación del total de los criterios tanto malos, buenos e iguales, se obtienen datos que pareciesen ser similares sin embargo, al adentrarnos a los sub-sub-criterios notaremos cuál de las dos cadenas es más adecuada aun contemplando sus desventajas a éste nivel.

Al evaluar estas dos cadenas se presentaron distintos problemas como ¿Para quien es más importante un vehículo de ciertas características? o ¿Para cuál de las cadenas es más importante cierto uso de embalaje o implementos de carga, etc.? En cierto momento esto hizo pensar que daba lo mismo aplicar una u otra cadena, que no existía una diferencia entre ambas, que al fin y al cabo daba lo mismo, pero no es así, con las tablas elaboradas de comparación más avanzado y consolidado el trabajo se apreció que las cadena implementada de modo empírico o no (en este caso no sé de la existencia de alguna implementación hasta el momento por alguna metodología), no son difundidas en el caso más específico de la descentralizada localizada, se cree que es solo útil para la distribución de pizzas y esto no es así, este tipo de distribución puede servir para precederos en las áreas que cubren las zonas densamente pobladas.

Conclusión final

Sobre el presente trabajo se puede decir que al observar los porcentajes finales la cadena troncal obtiene un 47.8 %, mientras que la dedicada obtiene un 52.2%, estos porcentajes reflejan que las dos cadenas tiene un muy buen enfoque hacia la distribución urbana y entre ellas no existe una diferencia abismal, pero de igual forma nos indica que en los entornos densamente poblados es ligeramente más favorable implementar la cadena descentralizada dedicada ya que ofrece un porcentaje más elevado, aún con las deficiencias que ésta presento ante las ventajas de la cadena descentralizada troncal.

Como punto final se muestra la estructura de la metodología empleada



1 Elección de los criterios

- 1.1 Mostrar y comentar las ventajas y desventajas de la cadena de suministro para observar la relación con los criterios
- 1.2 Descripción de los criterios para las cadenas
- 1.3 Inclusión de las cadenas de transporte, logística y suministro para conocer la relación con los criterios
- 1.4 Ordenamiento jerárquico de los criterios en base al alcance de las cadenas y con el alcance de las cadenas sobre los criterios

2 Elección de las cadenas

- 2.1 Mostrar las características de las cadenas
- 2.2 Selección de las cadenas factibles en base a los criterios y las restricciones a las que se enfrentarán de acuerdo a sus características

3 Asignación de pesos a los criterios seleccionados

- 3.1 Asignación de pesos a criterios
- 3.2 Asignación de pesos a sub-criterios
- 3.3 Asignación de pesos a sub-sub-criterios
- 3.4 Creación de una tabla de jerarquización

4 Análisis y conclusión del análisis jerárquico

Glosario

APP: Aplicación

CEDIS: Centro de distribución

CELA: Centro de logística alimentaria modelo A

CONACCA: La Confederación Nacional de Agrupaciones de Comerciantes de Centros de Abasto, A.C.

Coyote: Término usado coloquialmente para el comprador intermediario en la cadena de suministro.

DNI: Documento de identidad español

DRON: Vehículo aéreo no tripulado

DUM: Distribución urbana de mercancías.

E-COMMERCE: Distribución, venta, compra, marketing y suministro de información de productos o servicios a través de Internet

FAA: Administración Federal de Aviación, USA

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

JANGEL: Maquina utilizada para los levantamiento de pedidos a puntos de venta

PESO: Valor asignado a un criterio sobre otro

VENTANA DE TIEMPO: Período entre una hora de inicio y una hora de finalización en el que una ruta debería visitar una ubicación de red

Bibliografía

- 1) Ronald H. Ballou (2004); "Logística, Administración de la cadena de suministro"; 5ta edición; México Pearson Education; 2004.
- 2) Porter, Anne Millen. "One Focus, One Supply Base". Purchasing, June 5, pp. 50-59, 1997
- 3) José Elías Jiménez Sanchez; Marco conceptual de la cadena de suministro: Un nuevo enfoque logístico; publicación técnica n. 125; Senfandila, Qro; 2002.
- 4) Amazon. Ayuda y servicio de atención al cliente: Acerca de puntos de recogida. Amazon.es. Recuperado de <https://www.amazon.es>
- 5) AFP. (2015). Economía: EU autoriza a Amazon probar flotilla de drones. México. La Jornada en línea. Recuperado de <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2015/03/19/eu-autoriza-a-amazon-a-probar-flotilla-de-drones-169.html>
- 6) Russo Francesco (2010). A classification of city logistics measures and connected impacts. *ELSEVIER*, [en línea]. 2010 n.2 [Fecha de consulta: 03 Marzo 2015] Disponible en www.sciencedirect.com.
- 7) Guillem Sanz. Distribución Urbana de mercancías. [en línea]. España: Universidad politécnica de Catalunya, 2013. [Fecha de consulta: 15 Marzo 2015] disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/496/49627363002.pdf>
- 8) Samuel H Huang. (2013). Supply chain management for engineers. Boca raton: CRC Press.
- 9) Universidad Autónoma del Carmen (2004). Generalidades sobre metodología de la investigación. México. Universidad Autónoma del Carmen, 2004.
- 10) UNAM. Las vías. [en línea] Ingeniería UNAM. [fecha de consulta: 03 Febrero 2015] Disponible en: <http://www.ingenieria.unam.mx/~fjgv/Caps%20IT/Capitulo%201c.pdf>