

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**Quito en el Atlas Urbano: Categorización y análisis de la logística
urbana en el Centro Histórico de Quito**

**Pablo Andrés Cisneros Garzón
María Ángeles Jácome Idrovo**

Carlos Suárez, PhD, Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Ingeniero Industrial

Quito, mayo de 2015

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Quito en el Atlas Urbano: Categorización y análisis de la logística urbana en el
Centro Histórico de Quito**

Pablo Andrés Cisneros Garzón
María Ángeles Jácome Idrovo

Carlos Suárez, Ph.D.,

**Ximena Córdova, Ph.D.,
Miembro del Comité de Tesis**

**Cristina Camacho, Ms.C.,
Miembro del Comité de Tesis**

**Pablo Dávila, Ph.D.,
Miembro del Comité de Tesis**

**Cristina Camacho, Ms.C.,
Director del programa**

**Ximena Córdova, Ph.D.,
Decana de la Escuela de
Ingeniería**

Quito, mayo de 2015

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: _____

Nombre: Pablo Andrés Cisneros Garzón

C. I.: 1719299107

Firma: _____

Nombre: María Ángeles Jácome Idrovo

C. I.: 1719243170

Fecha: Mayo de 2015

DEDICATORIA

A Dios

A nuestros papás y hermanos

AGRADECIMIENTOS

Primero a Dios, por su infinito amor reflejado en su protección de un accidente que pudo ser fatal y por permitirme redactar estas palabras. A mis padres y hermano quienes son los mayores testigos del esfuerzo en esta tarea que culmina con la entrega de este documento. De igual manera, a los amigos cercanos y compañeros de clase con quienes se convivió estos cinco años de alegrías y penas. A mi compañera de tesis, la única persona que fue testigo del complicado trabajo que hemos realizado, por su cuidado, comprensión y cariño comprensible en cada una de las vivencias que sin duda serán imposibles de olvidar. Así mismo, a la vida por permitirme descubrir que las cosas inesperadas son las que más se recuerdan y se atesoran por siempre, más aún si esa persona marcó tu vida.

- Pablo Andrés Cisneros Garzón

Agradezco a Dios por haberme guiado en este camino. A mis padres, Vinicio y Sara, por su apoyo incondicional y las fuerzas que siempre me han dado para seguir adelante. A mis hermanos, Paola y Javier, por haberme ayudado cada día. A mi novio, Daniel, por la paciencia y el apoyo. A mi amigo, Pablo Andrés, por todos los momentos que pasamos a lo largo de esta etapa. A nuestro profesor y amigo Carlos por habernos elegido y apoyado en este trabajo. A Daniel Merchán, Christopher Mejía y a sus colaboradores por la ayuda y el apoyo brindado desde MIT y LOGyCA.

- María Angeles Jácome Idrovo

RESUMEN

El mayor problema en relación a la planeación urbana en megaciudades a nivel mundial es el incremento de la población en zonas urbanas. Un acelerado crecimiento poblacional propone aumentos en la demanda de bienes y servicios; y, por ende, a sus actividades logísticas. Es por esto que, MIT Megacity Logistics Lab ha desarrollado una metodología para el análisis de métricas logísticas a través de un Atlas Logístico Urbano para incrementar la información disponible que ayude a la toma de decisiones sobre la planeación urbana. Se prevé que para el 2035, sólo 4 de las 25 megaciudades más importantes pertenecerán a países desarrollados (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015). La presente investigación se enfoca en el estudio de la logística urbana en la ciudad de Quito. El estudio usa la metodología desarrollada por MIT Megacity Logistics Lab y se divide en dos fases: recolectar y analizar los datos de la densidad comercial del Centro Histórico de Quito para determinar la intensidad de entregas; y, por otra parte, recopilar datos sobre la movilidad de carga, vehicular y peatonal para analizar las métricas de carga urbana. Al ser el primer estudio de este tipo realizado en el Ecuador, se esperan futuras investigaciones abarcando otras áreas de interés.

ABSTRACT

The most troublesome issue regarding urban planning in megacities worldwide is the increase in urban population. An urban intensification proposes expansions in demand for goods and services; and therefore, its logistics activities. Consequently, MIT Megacity Logistics Lab has proposed an Urban Logistics Atlas in order to study logistics metrics and facilitate decision-making on urban planning. It is anticipated that by 2035, only 4 of the top 25 megacities will belong to developed countries (Merchán, White, & Bateman, 2015). This research focuses on the study of urban logistics in Quito. The study uses the methodology developed by MIT Megacity Logistics Lab and it is divided into two phases: collecting data from business premises to determine the intensity of deliveries; and, moreover, collecting data on freight loads and traffic to analyze the urban metrics for urban logistics. As the first study of its kind in Ecuador, future investigations covering other areas of interest are expected.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 - Introducción	15
1.1 Problemática	15
1.2 Justificación	15
1.3 Alcance	18
1.4 Objetivo General	18
1.5 Objetivos Específicos	18
1.6 Revisión Literaria.....	19
 CAPÍTULO 2 - Marco Teórico.....	 22
2.1 Definiciones generales.....	22
2.1.1 Atlas Urbano	22
2.1.2 Megaciudades.....	22
2.2 Logística	22
2.2.1 Logística Urbana	22
2.2.2 Bahías de carga y descarga	22
2.3 Toma de datos.....	23
2.3.1 Shop Inventory	23
2.3.2 Establecimiento Tipo A.....	23
2.3.4 Establecimiento Tipo B.....	23
2.3.5 Establecimiento Tipo C.....	23
2.3.6 Establecimiento Tipo D.....	23
2.3.7 Establecimiento Tipo E.....	23
2.3.8 Establecimiento Tipo F	24

2.3.9 Establecimiento Tipo G.....	24
2.3.10 Establecimiento Tipo S	24
2.3.11 Establecimiento Tipo O.....	24
2.3.12 Establecimiento Tipo U.....	24
2.3.13 Regulaciones de Tránsito	24
2.3.14 Operaciones de Entrega.....	25
2.3.15 Disrupciones.....	25
2.3.16 Tráfico	25
2.3.17 Transporte Liviano de Carga.....	25
2.3.18 Transporte Mediano de Carga.....	25
2.3.19 Transporte Pesado de Carga.....	26
2.3.20 Entrega Peatonal.....	26
2.4 Modelos Matemáticos	26
2.4.1 Modelo de Análisis de Clasificación Múltiple (MCA)	26
2.4.2 Análisis Multi-Criterio	26
2.4.3 Proceso Análisis Jerárquico	26
2.5 Métricas Urbanas	27
2.5.1 Densidad poblacional	27
2.5.2 Densidad comercial.....	27
2.5.3 Flujo de bienes entrantes.....	27
2.5.4 Planeación urbana	27
2.5.5 Intensidad de entregas	28
2.5.6 Bahías de carga y descarga	28
CAPÍTULO 3 – Metodología	29

3.1 Delimitación del km²	29
3.2 Toma de datos de la primera fase	29
3.3 Análisis de clasificación múltiple	31
3.4 Selección de calles influyentes	32
3.5 Toma de datos de la segunda fase	33
CAPÍTULO 4 - Recopilación de datos y construcción del modelo	35
4.1 Justificación del kilómetro cuadrado	35
4.2 Prueba piloto	37
4.3 Cronograma	38
4.4 Recolección de datos	38
4.5 Análisis de métricas logísticas	39
4.5.1 Similitudes con Santiago de Chile	40
4.6 Subida de datos	41
4.7 Modelo Análisis de Clasificación Múltiple	42
4.7.1 Desarrollo del modelo	42
CAPÍTULO 5 - Resultados	44
5.1 Resultados de la primera fase	44
5.1.1 Visualización del km ²	44
5.1.2 Análisis de intensidad de entregas	47
5.1.3 Resultado del análisis de intensidad de entregas	48
5.1.4 Limitaciones del modelo	53
5.2 Resultados segunda fase	53
5.2.1 Determinación de zona de observación	53

CAPÍTULO 6 – Conclusiones y recomendaciones.....	58
6.1 Conclusiones	58
6.2 Discusión	59
6.3 Recomendaciones	60
Bibliografía	62
Anexos	65

TABLAS

Tabla 1: Cronograma de recolección de datos	38
Tabla 2: Clasificación de establecimientos	39
Tabla 3: Agrupación de establecimientos	40
Tabla 4: Recodificación de tipo de establecimiento	42
Tabla 5: Métricas logísticas en CHQ con el sector la Ipiales	45
Tabla 6: Métricas logísticas en SCH.....	46
Tabla 7: Métricas logísticas en CHQ sin sector la Ipiales	47
Tabla 8: Relación de establecimientos.....	47
Tabla 9: Probabilidad de entregas máxima	52
Tabla 10: Opciones para la toma de datos de la segunda fase	54
Tabla 11: Cantidad de comercios en las opciones	55
Tabla 12: Variedad de comercios en las opciones	55
Tabla 13: Resultados AMC.....	57
Tabla 14: Formato de inventario de tiendas.....	65
Tabla 15: Formato de entregas y distribuciones	66
Tabla 16: Formato de interrupciones de tránsito.....	66
Tabla 17: Formato de conteo de tráfico	67
Tabla 18: Denuncias por robo en el Centro Histórico.....	67
Tabla 19: Barrios con mayor denuncias por robo	68
Tabla 20: Clasificación por rangos de cantidad y variedad de comercios	68
Tabla 21: Características de calificación para las opciones	68
Tabla 22: Clasificación	68

FIGURAS

Figura 1: Km ² seleccionado	36
Figura 2: Numeración del km ²	37
Figura 3: Ubicación de establecimientos comerciales en CHQ	44
Figura 4: Probabilidad de entregas promedio en el CHQ	50
Figura 5: Probabilidad de entregas promedio	51
Figura 6: Probabilidad de entregas máximas	52
Figura 7. Incumplimiento regulación de tránsito 6H00 - 20H00	69

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN

1.1 Problemática

El Centro Histórico de Quito (CHQ) es posiblemente el punto de referencia turística y comercio más importante de la ciudad. Además de conectar al Norte y Sur de la capital ecuatoriana, tiene una notable concentración comercial haciendo que la movilidad automovilística y pedestre se vuelva más dinámica y a la vez conflictiva. Tanto los agentes públicos (Municipio y Secretarías) como los privados (empresas o individuos dueños encargados de la distribución de mercancías) son responsables por la falta de regulaciones para la carga y descarga de la mercadería en los sitios comerciales. Dentro de los planes de movilidad existentes, no se considera el transporte de vehículos de carga, tampoco se suponen bahías de transbordo ni la infraestructura necesaria para no paralizar veredas ni calles. Actualmente, el traslado de mercadería se realiza obstaculizando las calles, las veredas públicas e incluso parques y zonas peatonales.

1.2 Justificación

Alrededor del mundo, las megaciudades se caracterizan principalmente por una población mayor a 10 millones de habitantes (Cadena, 2011). Según las Naciones Unidas, se prevé que para el 2050, el 66% de la población vivirá en regiones urbanas (UN Department of Economic and Social Affairs, 2014). En Ecuador, específicamente, el 75% de la población vivirá en regiones urbanas (UN Department of Economic and Social Affairs, 2014). Este acelerado auge propone retos logísticos tanto para la distribución de carga como para la organización urbana debido al desarrollo comercial.

En respuesta a esta problemática, MIT *Megacity Logistics Lab* propuso la creación de un Atlas Logístico Urbano para estudiar las métricas logísticas y dar soporte a las decisiones sobre planeación urbana (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015). Las métricas logísticas describen y caracterizan a un sector de la ciudad en cuanto a su número de establecimientos, densidad comercial, flujo de bienes entrantes, intensidad de entregas y número de espacios destinados a carga y descarga. Además, sirven de línea base para la realización de mejoras dentro de la ciudad y para comparaciones con ciudades. Las primeras investigaciones se han realizado en países como: Brasil, Colombia, México, Estados Unidos, España y China; no obstante, se prevé que en los próximos 20 años solamente 4 de las 25 megaciudades pertenezcan a países desarrollados (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015). En Ecuador, el porcentaje de la población ubicada en zonas urbanas es del 64% y para el 2050 será del 75% (United Nations, 2014). A pesar de que en Ecuador no existen megaciudades, Quito y Guayaquil son asentamientos urbanos muy importantes que representan el 32% de la población (INEC, 2010). La ciudad de Quito, con 2,550 millones de habitantes (INEC, 2010) y con una tasa de crecimiento de aproximadamente 2% anual (Consejo Metropolitano de Planificación, 2011), evidencia problemas críticos de planeación urbana y movilidad.

En sus inicios, la forma urbana de Quito, se estableció en un núcleo central; alrededor de lo que actualmente es El Palacio de Carondelet. Bajo un incremento poblacional en los años posteriores a 1960, la autoridad municipal no pudo abastecer a toda la población de servicios básicos de calidad y emprendió un plan de expansión del área urbana hacia zonas periféricas (norte y sur). La mayoría de estos traslados hacia otras zonas se dio por los grupos de mayores ingresos económicos, extendiéndose a barrios con mejores servicios y condiciones ambientales (Mena, s.f.). Esto provocó que la zona

establecida como núcleo central (CHQ) reduzca su población en un 41%. No obstante, los inmuebles de la zona central pasaron de ser viviendas propias a ser establecimientos comerciales y la proliferación de inquilinato para comercios internos. Por lo que se considera que el CHQ es uno de los pocos centros históricos que continúa siendo un centro económico, cultural y profesional. De igual forma, las personas de asentamientos rurales empezaron a ubicarse en la zona central de Quito. Esto provocó una pérdida en la necesidad de invertir en infraestructura vial; a diferencia de la zona norte de la ciudad, dejando en estancamiento la modernización del CHQ (Carrión, 2012). Con la invasión de personas de las áreas rurales y la adaptación de los inmuebles para prestaciones comerciales; hoy en día, existen más de 2200 establecimientos formales registrados hasta el presente año (Secretaría General de Planificación, 2014), evidenciando la relevancia comercial del CHQ para la ciudad de Quito. Esta cantidad de comercios incentiva una fuerte demanda de bienes y servicios dificultando cada vez más la accesibilidad logística.

Los resultados de este estudio pueden ser el soporte de la generación de políticas de reordenamiento urbano o de regulaciones de tránsito, que ayuden a un mayor desarrollo de la ciudad, así como una mayor satisfacción de las personas que transitan y viven en este sector. Además, el estudio podría ser un potencial generador de estrategias para la disponibilidad de bienes de consumo, minimizando las externalidades generadas por una deficiente distribución de carga. De igual manera, empresas públicas y privadas podrán hacer uso de los resultados para cambiar sus estrategias de transporte y distribución bienes, y así ser más eficientes.

En el futuro, se espera dar soporte a nuevos estudios y posterior planteamiento de nuevas soluciones en otras zonas de la ciudad para una distribución de carga eficiente con un impacto positivo a través de sus estrategias.

1.3 Alcance

El estudio realizado en el Centro Histórico de Quito en base a la metodología de Better Cities for Logistics desarrollada por MIT *Megacity Logistics Lab* tiene cinco fases. Para este estudio, se realizarán las dos primeras para determinar las métricas urbanas del Centro Histórico de Quito. En la primera, se hace un estudio del inventario de tiendas dentro de la zona de interés (km²) para determinar su ubicación, tipo, nombre, longitud y zona de carga y descarga privada. Los datos recolectados son subidos a la plataforma del MIT *Megacity Logistics Lab* para visualizar el km² y sus métricas relacionadas a la densidad comercial. En la segunda fase, se selecciona una zona de relevancia comercial dentro del km² para observar el comportamiento del tránsito vehicular y pedestre; las disrupciones causadas por vehículos privados, de carga y de transporte público; y, el comportamiento de la carga y descarga de mercadería comercial. De esta forma, se pueden dar uso a las métricas de carga urbana. Los datos recolectados en esta segunda fase deben ser subidos en la misma plataforma; sin embargo, para motivos del alcance del presente estudio, se llegará a la selección de calles influyentes.

1.4 Objetivo General

Contribuir con el Atlas Urbano del MIT *Megacity Logistics Lab* mediante la recolección de datos y métricas referentes a la logística urbana dentro de una zona conflictiva y de mayor impacto en el Centro Histórico de Quito para ofrecer información que permita mejorar su planeación urbana y reducir problemas asociados a la movilidad y a la distribución urbana de carga.

1.5 Objetivos Específicos

Seleccionar un km² importante en el Centro Histórico de Quito de acuerdo a los criterios de selección proporcionados por MIT *Megacity Logistics Lab*.

Efectuar la toma de datos y analizar las métricas logísticas urbanas del Centro Histórico de Quito.

Elegir una zona de observación para el levantamiento de datos y análisis de métricas de carga urbana en el Centro Histórico de Quito.

1.6 Revisión Literaria

La movilización de recursos y personas ha sido parte esencial en el desarrollo de las civilizaciones antiguas y modernas, sin embargo tuvieron que pasar cientos de años para que durante las Guerras Napoleónicas y posteriormente la Segunda Guerra Mundial, exista un interés científico en este ámbito (Ejército Nacional de Colombia, 2013). Durante las recesiones económicas de 1950 y 1970 que afectaron especialmente, a Estados Unidos e indirectamente al resto del mundo, se comenzó a dar importancia en el ahorro generado por una distribución y movilización inteligente de bienes y servicios (Allen, 2007).

La aplicación de una logística inteligente, se puede extender más aún cuando el crecimiento urbano parece indetenible. Es ahora donde la logística revolucionaria como lo afirman Macário, Galelo y Martins (2008) toma un rol de solucionador de conflictos asociados a la utilización eficiente de recursos e indirectamente, colaborador en materias de movilidad en zonas urbanas (Mecarío et al, 2008). Igualmente, Robusté (2014) dice que la información en tiempo real de las futuras ciudades inteligentes permitirá agilizar la movilidad y distribución urbana de mercancías. Dado que las empresas industriales deben transportar mercancía ya sea materia prima, bienes intermedios o productos terminados a otras partes de la ciudad o del país, es necesario planificar la infraestructura urbana

(Hernández, 2006). Es por esto que la logística urbana se encuentra estrechamente relacionada con la estructura vial, estacionamiento, tránsito y medio ambiente (Hernández, 2006).

De acuerdo a Antún (2010), la logística urbana no es un concepto fácil de definir ni aplicar todavía. Sin embargo, incluye un conjunto de problemáticas relacionadas a la distribución urbana, gestión de residuos industriales y domésticos, ruteo de servicios de seguridad y emergencia, ruteo de transporte urbano y de cargas peligrosas, logística de servicios básicos y gestión de señalización inteligente (Antún, 2010). Por lo tanto, la logística urbana ayuda indirectamente a mejorar el tránsito vehicular de las ciudades evitando que se utilicen los espacios públicos como estacionamiento o lugar de aprovisionamiento de transporte ligero o pesado. De la misma manera, ayuda indirectamente a disminuir la concentración de la contaminación tanto sónica como atmosférica en las zonas densamente pobladas. Según Betanzo (2014) las ciudades que han empezado a aplicar mejoras en cuanto a la logística urbana, se han enfocado principalmente en los problemas de congestionamiento vial y en la falta de sitios apropiados para realizar la carga y descarga de mercancía.

En sus inicios, la forma urbana de Quito, se estableció en un núcleo central; alrededor de lo que actualmente es El Palacio de Carondelet. Bajo un incremento poblacional en los años posteriores a 1960, la autoridad municipal emprendió un plan de expansión del área urbana hacia zonas periféricas; reduciendo un 41% de la población en el Centro Histórico de Quito (CHQ) (Carrión, 2012). Debido a este decrecimiento poblacional, se perdió la necesidad de invertir en infraestructura vial, dejando en estancamiento la modernización del CHQ (Carrión, 2012). Hoy en día, existen más de 2200 establecimientos formales registrados hasta el presente año (Secretaría General de

Planificación, 2014), evidenciando la relevancia comercial del CHQ para la ciudad de Quito. Esta cantidad de comercios incentiva una fuerte demanda de bienes y servicios dificultando cada vez más la accesibilidad logística.

CAPÍTULO 2 - MARCO TEÓRICO

2.1 Definiciones generales

2.1.1 Atlas Urbano

Colección de mapas empleando métricas de logística urbana para compilar casos de estudio de áreas urbanas alrededor del mundo (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015)

2.1.2 Megaciudades

Ciudad que tiene una población mayor a 10 millones de habitantes (Cadena, 2011).

2.2 Logística

Según Taylor & Don (2008) la logística es una parte de la cadena de suministro que planea, implementa y controla la eficiencia del movimiento y almacenamiento de bienes y servicios. Además, se encarga del flujo de información desde un punto origen hasta el consumidor para poder satisfacer sus necesidades.

2.2.1 Logística Urbana

Es el transporte de bienes de consumo en ciudades y áreas suburbanas e incluye, además, el flujo inverso en temas de limpieza de desperdicios (OECD, 2003).

2.2.2 Bahías de carga y descarga

Estacionamientos reservados para los vehículos de carga; a partir de la cual se pueden hacer entregas peatonales (Muñuzuri, Larrañeta, & Muñoz, 2002)

2.3 Toma de datos

2.3.1 Shop Inventory

Recolección geo-referencial de datos de los establecimientos comerciales y actividad comercial en la zona de estudio (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015). Incluye detalles como: tipo de establecimiento, largo del frente, ubicación geográfica, nombre del local y disponibilidad de área de carga (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015).

2.3.2 Establecimiento Tipo A

Locales pequeños que vendan una línea general de productos alimenticios, incluyendo licorerías (Merchan & Lee, 2014).

2.3.4 Establecimiento Tipo B

Locales de tamaño mediano o grande donde se vende una línea general de productos (Merchan & Lee, 2014).

2.3.5 Establecimiento Tipo C

Locales especializados en almacenar y despachar combustible de uso vehicular (Merchan & Lee, 2014).

2.3.6 Establecimiento Tipo D

Locales que venden ropa y accesorios de vestir (Merchan & Lee, 2014).

2.3.7 Establecimiento Tipo E

Locales que proveen alojamiento a corto plazo a turistas, viajeros y otros (Merchan & Lee, 2014)

2.3.8 Establecimiento Tipo F

Locales que preparan comidas y bebidas a pedido de los consumidores y para su consumo inmediato (Merchan & Lee, 2014).

2.3.9 Establecimiento Tipo G

Locales que venden medicinas (Merchan & Lee, 2014).

2.3.10 Establecimiento Tipo S

Escuelas, secundarias, universidades y cualquier tipo de institución educativa (Merchan & Lee, 2014).

2.3.11 Establecimiento Tipo O

Locales comerciales que no se atribuyen a las demás categorías (Merchan & Lee, 2014).

2.3.12 Establecimiento Tipo U

Locales cerrados, desocupados o proveedores de servicios (Merchan & Lee, 2014).

2.3.13 Regulaciones de Tránsito

Identifica información relevante a la red vial (uso de la calzada, número de aceras y su dimensión), infraestructura de estacionamientos (disponibilidad y dimensiones de área de carga y descarga) y reglamentos (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015).

2.3.14 Operaciones de Entrega

Recolección de datos de las actividades de entrega de mercadería (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015).

2.3.15 Disrupciones

Información recolectada de vehículos o peatones, especialmente de carga, que ocasionan algún tipo de interrupción en la movilidad diaria (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015). Se recolectan datos referentes al tiempo de demora, fuente de disrupción, impacto del bloqueo y el número de vehículos afectados (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015).

2.3.16 Tráfico

Datos recolectados del flujo vehicular, pedestre, de carga liviana, mediana y pesada y vehículos de transporte masivo (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015).

2.3.17 Transporte Liviano de Carga

Movilización de mercancías u otros objetos por medio de vehículos motorizados y simples con una longitud máxima de 7.5m, un ancho máximo de 2.3m, 2 ejes y de 4 a 6 llantas (Consejo Metropolitano de Quito, 2005).

2.3.18 Transporte Mediano de Carga

Movilización de mercancías u otros objetos por medio de vehículos motorizados y simples con una longitud máxima de 12m, un ancho máximo de 2.6m, de 2 a 3 ejes y de 6 a 10 llantas (Consejo Metropolitano de Quito, 2005).

2.3.19 Transporte Pesado de Carga

Movilización de mercancías u otros objetos por medio de vehículos motorizados, simples o acoplados con una longitud máxima de 18.3m, un ancho máximo de 2.6m, de 3 a 6 ejes y de 10 a 22 llantas (Consejo Metropolitano de Quito, 2005).

2.3.20 Entrega Peatonal

Movilización de mercancías u otros objetos por medio de cajas, coches, montacargas manuales, carretillas, etc. que son trasladados por personas.

2.4 Modelos Matemáticos

2.4.1 Modelo de Análisis de Clasificación Múltiple (MCA)

Es un modelo aditivo que puede contener variables en cualquier escala, intervalos e inclusive ser nominales. Este modelo tiene un amplio uso en ingeniería de transportes (Mwakalonge & Badoe, 2012).

2.4.2 Análisis Multi-Criterio

Sistema de evaluación de alternativas donde se utiliza información cualitativa para la toma de decisiones mediante la evaluación de criterios con diferentes ponderaciones (Lledó, 2013).

2.4.3 Proceso Análisis Jerárquico

Herramienta que ayuda a realizar comparaciones objetivas entre pares de preferencia entre los factores a evaluar para cada alternativa y sacar una ponderación mediante una media geométrica (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2013)

2.5 Métricas Urbanas

Describen y caracterizan física y logísticamente a un sector de una ciudad en cuanto a su número de establecimientos, densidad comercial, flujo de bienes entrantes, intensidad de entregas, número de espacios destinados a carga y descarga, entre otros (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015).

2.5.1 Densidad poblacional

La población a la mitad de año que se divide por la superficie territorial medida en kilómetros cuadrados (El Banco Mundial, 2015).

2.5.2 Densidad comercial

Cantidad de establecimientos en una región urbana (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015).

2.5.3 Flujo de bienes entrantes

Cantidad de bienes o mercadería que ingresa a una zona en un delimitado tiempo (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015).

2.5.4 Planeación urbana

Es el proceso de distribuir el espacio físico, aspectos económicos, y ámbitos urbanos que tienen incidencia en el crecimiento de las ciudades (González, 2012).

2.5.5 Intensidad de entregas

Cantidad promedio de entregas por hora durante el día (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015).

2.5.6 Bahías de carga y descarga

Estacionamientos reservados para los vehículos de carga; a partir de la cual se pueden hacer entregas peatonales (Muñuzuri, Larrañeta, & Muñoz, 2002)

CAPÍTULO 3 – METODOLOGÍA

Para la ejecución de esta investigación se emplea la metodología de la plataforma virtual de la Última Milla, desarrollada en el MIT *Megacity Logistics Lab* para la recolección de datos y planteamiento del modelo logístico (MIT Megacity Logistics Lab, 2015).

3.1 Delimitación del km²

Primero, se define un kilómetro cuadrado de interés en función a parámetros y estadísticas comerciales que delimiten un sector conflictivo de la ciudad. Segundo, se realiza una búsqueda de información relevante a: logística, turismo, movilidad y regulaciones de tránsito en dicha zona. Tercero, se etiqueta cada manzana de la zona de interés, así como también las calles adyacentes con un número. Las calles se numeran del 1 al 4 en sentido anti-horario empezando desde el sur. Después, se realiza un cronograma de levantamiento de datos por zonas.

3.2 Toma de datos de la primera fase

Una vez establecido el cronograma se realiza el recorrido detallado en la zona de interés registrando la información requerida por el formato Shop Inventory mostrado en el anexo como Tabla 14. Estas son: coordenada global, tipo de local, nombre del establecimiento, longitud del frente, existencia de área de carga/descarga privada y observaciones del investigador.

La coordenada global es registrada mediante un dispositivo GPS en unidades de: horas, minutos y segundos. La clasificación está dada por la actividad comercial primaria

del establecimiento sujeto al criterio del investigador. Cada local puede ser clasificado como: tienda de víveres (A), supermercado o tienda de conveniencia (B), bomba de gasolina (C), tienda de ropa (D), alojamiento (E), local de comidas o bebidas (F), farmacia (G), escuela (S), comercio de otro tipo (O), desconocido o cerrado (U) y Kiosko (K). El nombre del establecimiento se registra por el título externo del local mientras que la longitud del frente se la realiza con un conteo de pasos y una aproximación a su equivalente en metros bajo un promedio de todos los miembros del equipo. La existencia del área de carga y descarga es registrada mediante evaluación visual del investigador. Finalmente, se registra cualquier observación extra que sea de utilidad para la investigación como la existencia de varios pisos de un establecimiento o existencia de parqueaderos.

Una vez registrados todos los establecimientos comerciales, se realiza una depuración en el programa *TrackMaker*®, donde se ubican los puntos en un mapa físico de la zona de interés de las coordenadas registradas por el GPS. Seguidamente, se construye la base de datos y se sube a la plataforma *Last Mile* del MIT (<http://lastmile.mit.edu/>).

La diferencia entre el *Shop Inventory* y un censo comercial está en el detalle de información. El *Shop Inventory* registra información sobre bahías de carga, estimación de la demanda y su ubicación geográfica. Un censo comercial es un trabajo realizado por la necesidad de tener datos fiables sobre la realidad comercial y permite tener un instrumento para elaborar y aplicar políticas uniformes y de continuidad; por ejemplo, se busca información como la densidad comercial, superficie, ubicación dentro de la ciudad, tipo de establecimiento (independiente, agrupado o integrado) y si pertenece a un centro comercial (Gobierno de Canarias, 2001).

3.3 Análisis de clasificación múltiple

El modelo de análisis de clasificación múltiple, en ingeniería de transporte, es un acercamiento matemático para identificar flujos, aplicable cuando existe al menos una variable categórica. Por esta razón, el MCA es similar un análisis de varianza de una sola vía (Mwakalonge & Badoe, 2012). El modelo general se describe por la siguiente ecuación:

$$\bar{y}_{mn} = G_{\mu} + \alpha_m + \beta_n + \varepsilon_{mn} \quad (1)$$

donde:

\bar{y}_{mn} : Tasa de entregas en base a los atributos m y n .

G_{μ} : Media general de entregas por tipo.

β_n : Efecto de la fila, atributo n .

α_m : Efecto de la columna, atributo m .

m : Tipo de tienda ($m = 1,2,3,4,5,6$)

n : Hora del día ($n = 1,2,3 \dots 24$)

De la ecuación anterior (1) se puede despejar los efectos de los atributos de la siguiente manera:

$$\alpha_m = \left(\sum_{n \in N} w_{mn} \bar{y}_{mn} / \sum_{n \in N} w_{mn} \right) - G_{\mu} \quad (2)$$

$$\beta_n = \left(\sum_{m \in M} w_{mn} \bar{y}_{mn} / \sum_{m \in M} w_{mn} \right) - G_{\mu} \quad (3)$$

El MCA tiene una aproximación adecuada cuando se utiliza una matriz $m \times n$, con diferente número de observaciones por categoría (Mwakalonge & Badoe, 2012). Este modelo puede describir el número esperado de distribuciones por tipo a determinada hora.

3.4 Selección de calles influyentes

Para poder proseguir a la segunda parte del estudio, se seleccionan calles influyentes en la zona con: al menos una tienda de cada clasificación, facilidad de observación y con las garantías de seguridad para los investigadores. Para esto, se realiza un Análisis Multi-Criterio que consiste en dar ponderaciones a los criterios de evaluación. Entre los criterios de evaluación están: cantidad de tiendas, variedad de tiendas, tránsito vehicular, tránsito peatonal, facilidad de medición y seguridad. Para definir el peso porcentual de cada criterio dentro del análisis se utiliza el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP). La ecuación general del modelo es:

$$\hat{w}_k = \sqrt[m]{\prod_{j=1}^m a_{kj}}, \quad k=1, \dots, m \quad (4)$$

$$w_k = \frac{\hat{w}_k}{\sum_{i=1}^m \hat{w}_i}, \quad k = 1, \dots, m \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^m w_i = 1 \quad (6)$$

donde:

a_{kj} : Preferencia de la categoría k comparada con j .

w_k : Peso porcentual de la categoría k

w_i : Valor de la categoría k

\hat{w}_k : Media geométrica de la categoría k

Luego, se evalúan las calles de interés con una calificación de 5 puntos (Alto, Medio-alto, Medio, Medio-bajo, Bajo) en cuanto a los criterios de evaluación para cada

una de las alternativas (calles). Para el criterio de cantidad de comercio se realizó un conteo de las tiendas dentro de las alternativas de interés; mientras que, para la variedad de comercios se efectuó una ponderación para cada tipo de comercio (A, B, C, D, E, F, S, O, U y K) para determinar la densidad de comercios dentro de dicha zona y luego dar la calificación correspondiente. En cuanto a los criterios restantes, se determinó la calificación mediante observación, de manera que estos hacen referencia a la información cualitativa. Seguidamente, se multiplica la calificación con la ponderación dada a cada criterio de evaluación. Luego, haciendo una suma de estos resultados dentro de cada alternativa, se escoge la opción que contenga un mayor puntaje.

3.5 Toma de datos de la segunda fase

Una vez determinadas las calles de estudio, se procede a la toma de datos de la segunda fase del estudio. En esta fase, se registra la información de entregas, tráfico e interrupciones vehiculares. Primero, se establece un tiempo de observación comprendido entre las 7 am hasta las 5pm, segmentado en periodos de 45 minutos de estudio y 15 de descanso para 7 días de observación. Se registra cualquier actividad de: carga/descarga, tiempos de llegada y salida, tipo de vehículo utilizado, equipo utilizado, distancia entre punto de entrega y vehículo, tiendas atendidas y número de cajas entregadas. Se toma el tiempo de llegada desde el momento de estacionar el vehículo hasta que se termina su operación y vuelve a estar en movimiento. Si el vehículo causó algún inconveniente en el tránsito será registrado en el formato de interrupciones. Si una entrega ocurrió dentro de los 15 minutos de descanso no será registraré, como tampoco se registraré cualquier entrega en el tiempo de transición entre la observación y descanso. El tipo de vehículo utilizado puede ser clasificado en: auto común, taxi, camioneta, camión articulado (más de

2 ejes), camión rígido (2 ejes), van, bus, bicicleta, motocicleta y peatón. El equipo utilizado para la tarea de carga/descarga puede ser descrito como: pallets, rejillas, montacargas, canastos entre otros artículos. La distancia entre el punto de entrega y el vehículo al igual que el número de cajas distribuidas serán aproximados mediante el criterio del investigador. El formato de entregas y distribución se encuentra en la Tabla 15 de anexos.

Como complemento al registro de entregas y distribuciones, se registra las interrupciones del tránsito en un periodo de 3 días. En este formato se registra información relevante a la interrupción como: la fuente del problema, duración, tipo de vehículo involucrado, número de vehículos afectados, detención completa de vehículo afectado y cualquier otra observación de interés. La fuente de interrupción puede ser clasificada como: accidente, parada de bus, cruce de peatón, servicio público, vehículo de carga o detención de transporte público. El formato utilizado se encuentra en el anexo como Tabla 16.

Por último, en un periodo de 3 días se realiza el registro del tráfico donde se busca observar el nivel de uso de la vía a diferentes horas. Para esto se posiciona en una esquina para divisar todo la calle seleccionada y se cuanta el número de vehículos que atraviesan la calle en lapsos de 45 minutos. El formato de recolección incluye la clasificación de vehículos previamente descrita. El formato completo se encuentra en el anexo como Tabla 17.

CAPÍTULO 4 - RECOPIACIÓN DE DATOS Y CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

4.1 Justificación del kilómetro cuadrado

El primer paso es la selección del área de estudio (km²). Para esto, se revisaron ordenanzas municipales, regulaciones de tránsito y se realizó un recorrido por la zona para determinar los criterios de selección que son: alta densidad poblacional y comercial, limitados accesos vehiculares, distribución vial problemática y alta influencia turística. Dentro del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), una zona que presenta estas características es el Centro Histórico de Quito (CHQ).

Con una población actual de 1,720 millones de habitantes, Quito ocupa el puesto 280 de las ciudades más pobladas del mundo (Demographia UN, 2015). Sin embargo, para el 2030 se prevé que esta cifra aumente a 2,575 millones de habitantes (Demographia UN, 2010). Dentro del Distrito Metropolitano de Quito existen varias zonas influyentes dónde la densidad poblacional, población flotante, densidad comercial y congestión vial son críticas para la logística urbana (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2009).

El 17% de los comercios del Distrito Metropolitano de Quito se encuentran dentro de la administración zonal Manuela Sáenz, la cual está comprendida por cinco parroquias entre las cuales se encuentra el CHQ (Secretaría General de Planificación, 2014). Los comercios del CHQ representan el 18% de la administración zonal, con un total de 2256 comercios (Secretaría General de Planificación, 2014). Según el Plan de Movilidad Sostenible, vigente desde el 2009; el CHQ, y Quito en general, no cuenta con espacios definidos de descarga de mercancías para ordenar su operación y evitar el mal uso del

espacio público. Motivo por el cual los vehículos de carga se estacionan en sitios no designados, creando disrupciones en el tránsito vehicular y flujo peatonal.

El CHQ tiene una población de 40,900 habitantes y una densidad poblacional, relativamente alta, de 112 habitantes por km^2 ; en comparación a barrios como La Argelia con una densidad poblacional de 96 habitantes e Ñaquito con una densidad de 57 habitantes por km^2 (Secretaría General de Planificación, 2014). Al abarcar sitios turísticos como: El Palacio de Carondelet, Iglesia de San Francisco, Iglesia La Compañía, Museo de Cera, Museo Numismático del Banco Central, entre otros; el turismo dentro de esta parroquia equivale al 37% del total en el DMQ (Secretaría General de Planificación, 2014). El alto flujo peatonal y el turismo aumentan la demanda de bienes y servicios dificultando la movilidad urbana debido a una estructura vial no adecuada.

Con los motivos mencionados, se procedió a delimitar el km^2 de la siguiente manera: al norte por la calle Oriente, al este por la calle Juan José Flores, al sur por la calle Vicente Rocafuerte y al oeste por la calle Chimborazo y se muestra en la Figura 1.

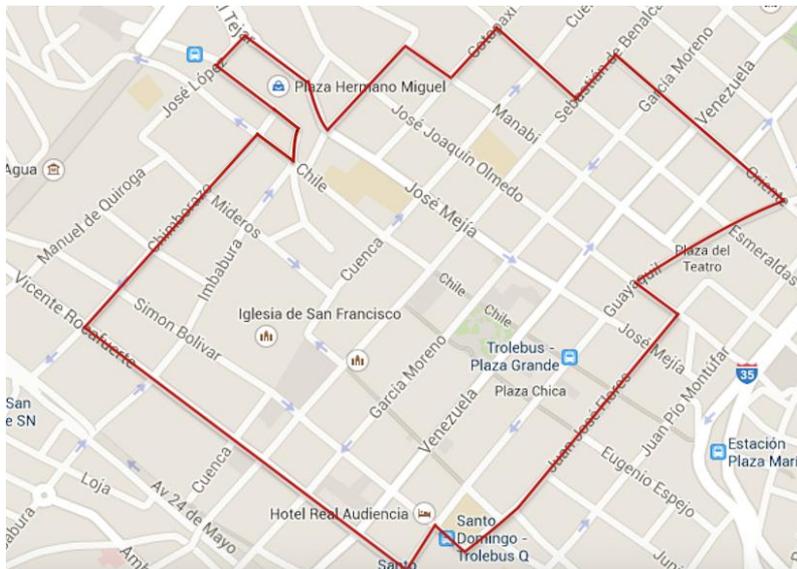


Figura 1: Km^2 seleccionado

Fuente y elaboración: Propia

14 y Tabla 15 con la marcación de puntos con los dispositivos GPS. La prueba piloto reveló la necesidad de dividir las tareas de medición entre los miembros del equipo. Es decir, dar responsabilidades a cada uno de los miembros; mientras uno de ellos registra la información, la otra persona se encarga de medir el frente de la tienda y marca la coordenada en el GPS. La firma de responsabilidad en cada hoja en relación a la medida del frente de los locales comerciales, el cual se lo realiza mediante un conteo de pasos.

4.3 Cronograma

El primer día de recolección de datos, se inició con las cuadras 20, 27 y 28 dado que poseen una densidad comercial media para estimar el tiempo que llevará cumplir la tarea. De esta forma, se pudo detallar un cronograma para el siguiente mes y medio de recolección de datos, el cronograma se detalla en la Tabla 1.

Semana	Bloque
2 al 7 de marzo	20-21-27-28
9 al 14 de marzo	29-35-43-44
16 al 21 de marzo	34-49-47-48
23 al 28 de marzo	30-32-46-45-31
31 al 4 de abril	19, 22 a 26, 36 a 40, 50 a 53
6 al 11 abril	3 a 18, 54 a 58

Tabla 1: Cronograma de recolección de datos

Fuente y elaboración: Propia

4.4 Recolección de datos

Una vez determinado el cronograma, se realizó la toma de datos de los bloques faltantes anotando cualquier aspecto importante a considerar. Se realizaron dos turnos de recolección de datos de 10am a 2pm, y de 3pm a 6pm. Con este horario se planea cubrir el horario de mayor funcionamiento de los establecimientos para evitar ignorar locales que aparenten estar abandonados u otorgar una clasificación equivocada.

4.5 Análisis de métricas logísticas

Primero, se establecen once categorías de tipo de establecimiento de la Tabla 2, según lo establecido por MIT *Megacity Logistics Lab*. La categoría kiosko (K) debe combinarse con otra que defina el tipo de kiosko; es decir, a un kiosko que se dedique a la venta de ropa o calzado se le denomina KD, si un kiosko vende abarrotes, se lo califica como KA; y así para todas las demás categorías. Es por esto que K es considerada una categoría aparte

Tipo de establecimiento	Descripción
A	Tienda de víveres
B	Supermercado o tienda de conveniencia
C	Estación de gasolina
D	Ropa o calzado
E	Alojamiento
F	Comidas y bebidas
G	Farmacia
O	Otros
S	Entidades educativas
U	Cerrado, desconocido o de servicio
K	Kiosko

Tabla 2: Clasificación de establecimientos

Fuente y elaboración: Propia

A partir de los datos subidos a la plataforma, se puede indagar en las métricas logísticas del km^2 . Cabe recalcar que, para el análisis realizado, las once categorías de tipo de establecimiento mostrados en la Tabla 2, se redujeron a ocho ya que se ignoraron las estaciones de gasolina (tipo C), las entidades educativas (tipo S) y establecimientos de servicio (tipo U) según lo establecido por MIT *Megacity Logistics Lab*. Luego, se codificaron las ocho categorías de tipo de establecimientos en seis grupos mostrados en la Tabla 3. Como cada Kiosko (K) debe combinarse con otra categoría; se los agrupó con su respectivo tipo de establecimiento. Además, se asumió que cada establecimiento de

alojamiento (tipo E) contiene un restaurante y se la agrupó con la categoría de comidas y bebidas (tipo F).

Grupo	Tipo de establecimiento	Descripción
1	A, KA	Tienda de víveres
2	B, KB	Supermercado o tienda de conveniencia
3	D, KD	Ropa o calzado
4	E, KE, KF	Comidas y bebidas
5	G, KG	Farmacia
6	O, KO	Otro

Tabla 3: Agrupación de establecimientos

Fuente y elaboración: Propia

El modelo fue aplicado en base al estudio y encuestas realizadas por MIT *Megacity Logistics Lab* en el Centro de Santiago de Chile. Los datos proporcionados por el estudio de SCH son la cantidad de tiendas por cada clasificación y las entregas de Lunes a Viernes durante las 24 horas del día. Para ajustar los datos de SCH a CHQ, se determinó un promedio según la relación de establecimientos entre las ciudades.

El número de entregas en el CHQ fue determinado multiplicando las proporciones unificadas por la suma de entregas en SCH durante las 24 horas; de esta forma, los resultados serán más robustos y ajustados a la zona de interés estudiada. Luego, se determina el porcentaje de entregas realizadas en segmentos de horas por cada tipo de tienda para finalmente obtener la probabilidad de entregas por hora en el CHQ.

4.5.1 Similitudes con Santiago de Chile

En vista de que el alcance de este trabajo incluye solamente las fases de: recolección, subida de datos y realización del modelo de Análisis Multi-Criterio, se utilizaron los datos del estudio de Last Mile realizado en la zona centro de Santiago de Chile (SCH). Esto se debe a que, para la construcción del modelo, se necesita información

y estimados sobre las distribuciones y entregas diarias en las tiendas. En el estudio se detalla la aplicación de una encuesta aplicada a una muestra de locales comerciales para el entendimiento de la situación de entregas dentro de las 24 horas del día y los 5 días laborables. Se encontró similitudes sobre la zona del estudio actual y la zona de estudio en Santiago de Chile. Primero, la zona delimitada para el estudio concentra alrededor de 10 puntos turísticos importantes del caso histórico chileno (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015). La zona de interés del estudio concentra calles en su mayoría de una dirección (Secretaría de planificación de transporte, 2012). Además, se constató que al igual que en el centro histórico de Quito existen regulaciones de tránsito para vehículos de carga en esta zona de la ciudad. La ordenanza 79 establece de Santiago de Chile que está permitido el ingreso de vehículos de carga liviana y mediana hasta 3900 kg, y prohíbe el ingreso de vehículos con un mayor peso o mayores dimensiones del estándar (Ordenanza municipal sobre carga y descarga en el área céntrica de Santiago, 1998). Por otro lado, la población en la zona centro de Santiago de Chile asciende a 182.479 habitantes, con una densidad poblacional de 8300 personas por kilómetro cuadrado (INE, 2007). Finalmente, la Cámara de Comercio de Santiago de Chile, estima que la zona centro recibe anualmente un promedio de 7'000.000 de personas entre turismo y comercio (Trufello R & Hidalgo R, 2015), denotando la importancia de este punto conflictivo para la ciudad.

4.6 Subida de datos

Con todos los registros completos, se construyó dos bases de datos, una con las coordenadas georreferenciadas en unidades decimales (latitud y longitud), y la segunda con toda la información visual de los establecimientos comerciales. Se realizó una depuración de registros incompletos, errores de ubicación y otras observaciones.

Concluida la depuración, se subieron los datos a la plataforma *Last Mile*, para la visualización de los mismos y la interacción sobre estadísticas comerciales y logísticas.

4.7 Modelo Análisis de Clasificación Múltiple

4.7.1 Desarrollo del modelo

El modelo fue aplicado en base al estudio y encuestas realizadas en el centro de Santiago de Chile. Los datos proporcionados por el estudio de SCH son la cantidad de tiendas por cada clasificación y las entregas de Lunes a Viernes durante las 24 horas del día. Para ajustar estos datos a la realidad quiteña, se hicieron proporciones de los tipos de tienda determinando el ratio del CHQ con SCH. Posteriormente, se determinó un promedio de la unificación de tiendas bajo un solo grupo; para ejemplificar, la clasificación A y la KA se juntaron para darles una sola ponderación. De la misma manera, se asumió que cada uno de los establecimientos de clasificación E (hoteles) contienen un restaurante; por ende, se juntaron con los de clasificación F y KF. Las clasificaciones C, S, y U fueron ignoradas para el estudio dado que en CHQ no se encontraron gasolineras (C), en SCH tampoco se consideraron las escuelas (S) y los locales cerrados o desconocidos (U) dado que representan un servicio. Para un mayor detalle, la unificación se muestra en la Tabla 4.

Grupo	Tipo
1	A, KA
2	B, KB
3	D, KD
4	E, F, KF
5	G, KG
6	O, KO

Tabla 4: Recodificación de tipo de establecimiento

Fuente y elaboración: Propia

El número de entregas en el CHQ fue determinado multiplicando las proporciones unificadas por la suma de entregas en SCH durante las 24 horas; de esta forma los resultados serán más robustos y ajustados a la zona de interés estudiada. Luego, se determina el porcentaje de entregas realizadas en segmentos de horas por cada tipo de tienda para finalmente obtener la probabilidad de entregas por hora en el CHQ.

CAPÍTULO 5 - RESULTADOS

5.1 Resultados de la primera fase

5.1.1 Visualización del km²

Los datos adquiridos del *Shop Inventory* se encuentran a disposición y visualización de cualquier visitante en la plataforma *Last Mile*, componente del Atlas Urbano. Los datos proporcionan tanto la ubicación geográfica de los establecimientos como la densidad comercial de los tipos de tiendas. Se tiene un total de 3,795 establecimientos comerciales mostrados en la Figura 3.



Figura 3: Ubicación de establecimientos comerciales en CHQ

Fuente y elaboración: Propia

No obstante, para el análisis de las métricas del km² no se toman en cuenta las categorías C (gasolineras), S (Escuelas) y U (vacíos) dado que son de servicio, establecimientos desocupados; e inexistentes gasolineras en este sector de estudio. Se tiene un total de 3533 tiendas.

Las métricas con mayor relevancia dentro del estudio son: la cantidad de comercios, densidad comercial medida en porcentaje y cantidad de comercios por cuadra en el CHQ por tipo de tienda. La mayor categoría de establecimientos es de ropa y calzado (tipo 1) con 41%, otro (tipo 6) con 23% y comidas y bebidas (tipo 4) con el 7%. Finalmente, la densidad comercial encontrada por cuadra es de 63 locales, la cual se reduce a 31 locales por cuadra al eliminar el punto masivo de comercio del sector la Ipiales.

Grupo	Tipo de establecimiento	Descripción	Cantidad de comercios	% de comercios	Cantidad de comercios por cuadra
1	A, KA	Tienda de viveres	136	4%	2
2	B, KB	Supermercado de conveniencia	79	2%	1
3	D, KD	Ropa y calzado	2207	62%	39
4	E, KF	Comidas y bebidas	254	7%	5
5	G, KG	Farmacia	38	1%	1
6	O, KO	Otro	819	23%	15
TOTAL			3533	100%	63

Tabla 5: Métricas logísticas en CHQ con el sector la Ipiales

Fuente y elaboración: Propia

La zona comercial la Ipiales es un sector tradicionalmente comercial, donde en un inicio se asentaron comerciantes informales de todo tipo con enseres y vestimenta importada especialmente de Colombia (Zea, 2003). En el transcurso del tiempo, la calle Ipiales, se extendió a sus alrededores, calles: Mejía, y Chile aumentando el número de comerciantes a través del tiempo (Zea, 2003). El comercio en este sector, volvió conflictivo el tránsito peatonalizando algunas calles de forma no oficial. La Alcaldía de

Paco Moncayo, finalmente negoció la retirada de los comerciantes de las calles e inició la construcción de locales comerciales y centros comerciales en este sector como una reorganización del sector (Zea, 2003).

Sin considerar el sector comercial de la Ipiales, se hace una comparación con un estudio similar realizado en el Centro de Santiago de Chile (SCH) (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015). La investigación revela una similitud de métricas logísticas entre SCH y CHQ, luego de remover la Ipiales, como se puede evidenciar en la

Tabla 6 y

Tabla 7 respectivamente. La mayor similitud está dada por la misma cantidad de comercios por cuadra. Sin embargo, la métrica de número de tiendas tipo D (ropa y calzado), sigue siendo significativamente mayor a la registrada en SCH. Esto quiere decir que, el CHQ se comportaría similar a otros Centros Históricos de América Latina como: Santiago de Chile y Bogotá.

Grupo	Tipo de establecimiento	Descripción	Cantidad de comercios	% de comercios	Cantidad de comercios por cuadra
1	A, KA	Tienda de víveres	260	15%	5
2	B, KB	Supermercado o tienda de conveniencia	18	1%	0
3	D, KD	Ropa y calzado	267	15%	5
4	E, KF, KF	Comidas y bebidas	318	18%	6
5	G, KG	Farmacia	75	4%	1
6	O, KO	Otro	803	46%	14
TOTAL			1741	100%	31

Tabla 6: Métricas logísticas en SCH

Fuente y elaboración: Propia

Grupo	Tipo de establecimiento	Descripción	Cantidad de comercios	% de comercios	Cantidad de comercios por cuadra
1	A, KA	Tienda de víveres	118	7%	2
2	B, KB	Supermercado o tienda de conveniencia	79	5%	1
3	D, KD	Ropa y calzado	701	41%	13
4	E, KF, KF	Comidas y bebidas	245	14%	4
5	G, KG	Farmacia	37	2%	1
6	O, KO	Otro	545	32%	10
TOTAL			1725	100%	31

Tabla 7: Métricas logísticas en CHQ sin sector la Ipiales

Fuente y elaboración: Propia

Entre los establecimientos de mayor concentración se encuentran: ropa y calzado (tipo 1) con 41%, otro (tipo 6) con 32% y comidas y bebidas (tipo 4) con el 14%. La densidad comercial encontrada por cuadra es de 31 locales.

Estas métricas del CHQ pueden servir para determinar los establecimientos que reflejan una mayor demanda, los puntos de concentración de flujo de bienes entrantes, la autorización de permisos de funcionamiento a la capacidad comercial del sector.

5.1.2 Análisis de intensidad de entregas

Para la cuantificación de la intensidad de entregas esperadas al día en el CHQ, se utilizó el Análisis de Clasificación Múltiple (MCA), luego de investigar otros modelos matemáticos. Se optó por este modelo por sugerencia del MIT y por su amplia utilización en ingeniería de transportes para la estimación de frecuencias (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015). El modelo de análisis de clasificación múltiple (MCA) es una técnica para evaluar el efecto causado por variables independientes en una variable dependiente (Mwakalonge & Badode, 2012). Este modelo es aplicable cuando existe al menos una variable categórica y se utiliza una matriz de $m \times n$ número de observaciones por clasificación (Mwakalonge & Badode, 2012). Con el objetivo de determinar la intensidad de entregas por periodos del día a los establecimientos comerciales en el CHQ, se utilizaron como variables independientes: el tipo de establecimiento y la hora del día.

Los datos que se necesitan para el modelo no se los tiene, pero utilizó los datos del estudio realizado en Santiago de Chile (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015), luego de un

análisis con los expertos, como estimación para CHQ. Con las similitudes entre SCH y CHQ mencionadas, se decidió el uso de los datos. En dicho estudio, se detalla el resultado de una encuesta realizada a todos los establecimientos de la zona de interés sobre la frecuencia de entregas.

Segundo, se obtuvo un factor de ajuste de la proporción de tiendas del SCH comparado con el CHQ, para poder utilizar los datos de la encuesta de SCH. La relación de tiendas se muestra en la Tabla 8. Esta proporción quiere decir que existe una relación de 0.7:1 de establecimientos del grupo 1 entre el CHQ y SCH; respectivamente. Es decir, que para el grupo 2 (establecimientos B y KB) hay casi el triple de tiendas en CHQ que en SCH. La misma interpretación ocurre para el resto de establecimientos estudiados.

Relación de establecimientos		
Grupo	CHQ	SCH
1	0.7	1
2	2.7	1
3	5.4	1
4	2.9	1
5	0.3	1
6	0.7	1

Tabla 8: Relación de establecimientos

Fuente y elaboración: Propia

5.1.3 Resultado del análisis de intensidad de entregas

El modelo se resolvió en el software Excel ® mediante la adaptación de los resultados de la encuesta realizada en SCH. El modelo se resolvió mediante la estimación de la media por clasificación y hora, media general y desviación estándar por tipo y hora. Con estos valores se determinó la contribución a la variable dependiente y se obtuvo una probabilidad de corencia. Finalmente, se ajustó los valores de SCH con los del CHQ mediante los factores de relación mencionados en Entre los establecimientos de mayor

concentración se encuentran: ropa y calzado (tipo 1) con 41%, otro (tipo 6) con 32% y comidas y bebidas (tipo 4) con el 14%. La densidad comercial encontrada por cuadra es de 31 locales.

Estas métricas del CHQ pueden servir para determinar los establecimientos que reflejan una mayor demanda, los puntos de concentración de flujo de bienes entrantes, la autorización de permisos de funcionamiento a la capacidad comercial del sector.

5.1.2 Análisis de intensidad de entregas

Para la cuantificación de la intensidad de entregas esperadas al día en el CHQ, se utilizó el Análisis de Clasificación Múltiple (MCA), luego de investigar otros modelos matemáticos. Se optó por este modelo por sugerencia del MIT y por su amplia utilización en ingeniería de transportes para la estimación de frecuencias (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015). El modelo de análisis de clasificación múltiple (MCA) es una técnica para evaluar el efecto causado por variables independientes en una variable dependiente. Este modelo es aplicable cuando existe al menos una variable categórica y se utiliza una matriz de $m \times n$ número de observaciones por clasificación. Con el objetivo de determinar la intensidad de entregas por periodos del día a los establecimientos comerciales en el CHQ, se utilizaron como variables independientes: el tipo de establecimiento y la hora del día.

Los datos que se necesitan para el modelo no se los tiene, pero utilizó los datos del estudio realizado en Santiago de Chile (Merchán, Blanco, & Bateman, 2015), luego de un análisis con los expertos, como estimación para CHQ. Con las similitudes entre SCH y CHQ mencionadas, se decidió el uso de los datos. En dicho estudio, se detalla el resultado

de una encuesta realizada a todos los establecimientos de la zona de interés sobre la frecuencia de entregas.

Segundo, se obtuvo un factor de ajuste de la proporción de tiendas del SCH comparado con el CHQ, para poder utilizar los datos de la encuesta de SCH. La relación de tiendas se muestra en la Tabla 8. Esta proporción quiere decir que existe una relación de 0.7:1 de establecimientos del grupo 1 entre el CHQ y SCH; respectivamente. Es decir, que para el grupo 2 (establecimientos B y KB) hay casi el triple de tiendas en CHQ que en SCH. La misma interpretación ocurre para el resto de establecimientos estudiados.

. El flujo de entregas mostrado en la Figura 4 establece que la mayor cantidad de entregas para los establecimientos del grupo 3 (ropa y calzado) se da de 10am a 11am con una probabilidad de ocurrencia de entrega del 58%. Esta situación puede ser ocasionada por el horario de apertura de los centros comerciales, donde existe mayor concentración de establecimientos de ropa, ya que se aprovisionan de mercadería en las horas de la mañana para atender durante toda la jornada.

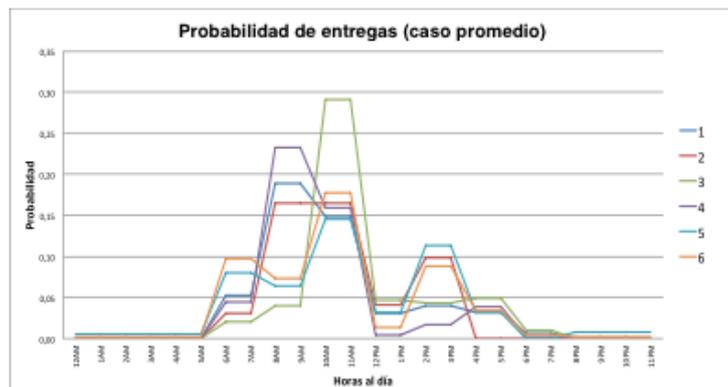


Figura 4: Probabilidad de entregas promedio en el CHQ

Fuente y elaboración: Propia

Promediando las entregas por hora, se pudo calcular la media general de entregas de todos los establecimientos en el CHQ durante cada periodo del día mostrada en la Figura 5. Las horas de más alto flujo de entregas son de 11am a 12pm con 1789 entregas esperadas y una probabilidad de que ocurra una entrega del 18%.

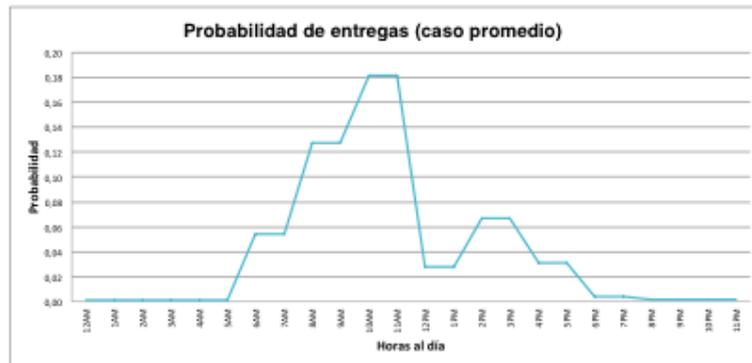


Figura 5: Probabilidad de entregas promedio

Fuente y elaboración: Propia

Además del caso de entregas promedio, se analizaron los casos cuando los niveles de entrega esperados son mínimos y máximos. Los extremos críticos sugeridos por MIT *Megacity Logistics Lab* se calculan añadiendo $\pm 1/2\sigma$ a la media, obteniendo un rango de valores. Los niveles máximos representan la situación crítica y por tanto son los de interés para el análisis, esta intensidad de entregas se ve la Figura 6.

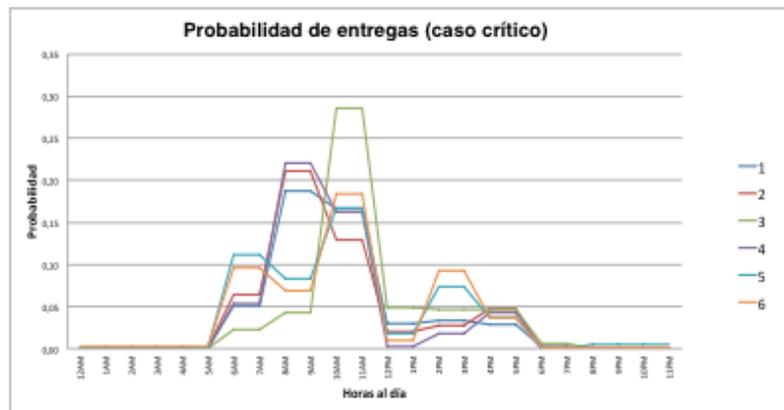


Figura 6: Probabilidad de entregas máximas

Fuente y elaboración: Propia

En el caso crítico, el flujo máximo de entregas al día es de 2385 entregas de 10am a 11am. Esto implica que un cambio de media desviación estándar en la media puede incrementar las entregas promedio hasta en un 25% y decrecer hasta en un 75%. Al momento de tomar decisiones en base a los resultados del modelo, se debe profundizar en el análisis de la variación para prever estimaciones de capacidad de la infraestructura en la zona de interés. Un resumen de la probabilidad de entregas máximas en el CHQ se presenta en Tabla 9.

Grupo	Tipo de establecimiento	Descripción	Horario pico	Probabilidad de entrega
1	A, K A	Tienda de viveres	8am-9am	0.4
2	B, K B	Supermercado de conveniencia	8am-9am	0.26
3	D, K D	Ropa calzado	10am-11am	0.36
4	E, F, K F	Comidas y bebidas	10am-11am	0.6
5	G, K G	Farmacia	10am-12am	0.3
6	O, K O	Otro	10am-11am	0.36

Tabla 9: Probabilidad de entregas máxima

Fuente y elaboración: Propia

Por otra parte, se espera que un máximo de entregas de 2385 al día con probabilidades de entrega por tipo de establecimiento presentados en la Tabla 9. La

mayor concentración de entregas es de 10am a 11am, provocando dificultades en el tránsito vehicular en la zona. Por ende, es necesario planificar la cantidad de espacios destinados a carga y descarga y las regulaciones de tránsito para que el impacto causado en la congestión vehicular sea mínimo.

5.1.4 Limitaciones del modelo

El modelo resuelto presenta algunas limitaciones dentro de su resolución afectando la confiabilidad general de los resultados. Primero, la información utilizada para determinar los parámetros de media y desviación estándar no son datos del CHQ, proporcionando un error de la estimación. Además, aunque existen similitudes antes mencionadas en la investigación, SCH dio apertura a la modernización de infraestructura vial como civil dentro de su centro histórico, lo cual le hace un diferenciador en las realidades individuales.

5.2 Resultados segunda fase

5.2.1 Determinación de zona de observación

Se consideraron tres alternativas de calles influyentes para la toma de datos en la segunda fase mostradas en la . La opción 1 es la calle Chile que comprende el sector de la Ipiales, la opción 2 es la calle Cuenca entre Olmedo y Chile y la opción 3 es la calle Cuenca entre Chile y Sucre.

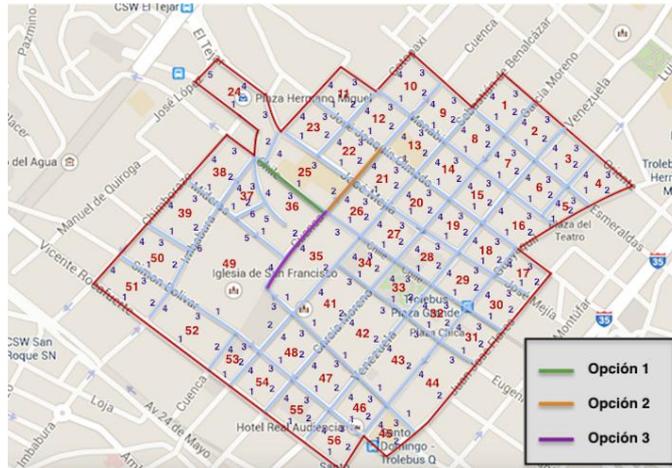


Tabla 10: Opciones para la toma de datos de la segunda fase

Fuente y elaboración: Propia

Para evaluar las alternativas para la toma de datos del tránsito y interrupciones, se evaluaron factores como: la seguridad, cantidad y variedad de establecimientos, facilidad de observación, flujo vehicular y peatonal y disponibilidad de bahías de carga. Estos criterios fueron evaluados con los expertos del MIT *Megacity Logistics Lab*.

La cantidad de establecimientos se determinó por conteo a partir de los datos obtenidos en la primera fase de *Shop Inventory* que se muestra en la Tabla 11. La variedad, por otro lado, se basó en la métrica de densidad comercial de la zona dando más peso a aquellas que se encuentran con más frecuencia Tabla 12. Mediante observación visual y conocimiento de la zona se evaluaron los siguientes factores referentes a la facilidad de medición, seguridad, tránsito vehicular, bahías de carga y descarga y tránsito peatonal.

Cantidad de Comercios													
OPCIÓN	CALLE	A	B	C	D	E	F	G	S	O	U	K	Total
OPCIÓN 1	25_1	-	1	-	7	-	-	1	1	1	-	1	372
	36_3	-	1	-	266	-	11	-	-	66	3	13	
OPCIÓN 2	CALLE	A	B	C	D	E	F	G	S	O	U	K	Total
	26_4	1	-	-	1	-	-	-	-	5	1	-	36
	21_4	-	2	-	1	-	-	-	-	2	-	1	
	25_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22_2	1	1	-	8	-	2	-	-	10	-	-		
OPCIÓN 3	CALLE	A	B	C	D	E	F	G	S	O	U	K	Total
	35_4	-	1	-	18	-	-	-	-	11	1	-	240
	36_2	-	1	-	171	-	7	1	-	29	-	-	

Tabla 11: Cantidad de comercios en las opciones

Fuente y elaboración: Propia

Variedad de Comercios													
Ponderación	15%	15%	0%	15%	9%	15%	9%	0%	9%	9%	3%		
	A	B	C	D	E	F	G	S	O	U	K	TOTAL	
Opción 1	0	2	0	273	0	11	1	1	67	3	14	50,21	
Opción 2	2	3	0	10	0	2	0	0	17	1	1	4,24	
Opción 3	0	2	0	189	0	7	1	0	40	1	0	33,82	

Tabla 12: Variedad de comercios en las opciones

Fuente y elaboración: Propia

A continuación, se detallan los atributos de cada opción.

Opción 1: Calle Chile – Ipiales

- 372 comercios
- Puntaje de variedad de comercios: 50.21/100
- Zonas de carga y descarga son pocas y autorizadas momentáneamente por la Policía Metropolitana. Las existentes (permitidas) se encuentran en las calles aledañas.
- Entregas (peatonales y vehiculares) se realizan durante todo el día sin horario establecido.
- 2 centros comerciales dentro de las calles de estudio.

- 3 centros comerciales aledaños.
- Facilidad de medición baja por la cantidad de peatones.
- Zona conocida por gran cantidad de transacciones comerciales (punto de encuentro comercial).
- Los robos por carteristas son altos.

Opción 2: Calle Cuenca

- 36 comercios
- Puntaje de variedad de comercios: 4.24/100
- Es una zona con alto tráfico vehicular; principalmente por el Estacionamiento Municipal El Cadisán y el transporte público que circula.
- Se tiene facilidad de medición por la visibilidad de las calles ya que no hay gran flujo peatonal.
- La seguridad en la zona es mayor en relación a las otras ya que hay mayor número de policías metropolitanos, más cantidad de oficinas municipales y menos transacciones comerciales en comparación con el sector central de la Ipiales.

Opción 3: Calle Cuenca

- 240 comercios
- Puntaje de variedad de comercios: 33.82/100
- La facilidad de medición es baja por la cantidad de peatones y el ancho de la acera; por ende, se tiene poca comodidad y visibilidad.
- La seguridad en la zona es baja por estar cerca de San Francisco, un lugar de alto turismo.

Se valoraron a estos atributos con calificaciones del 1 al 5 según los niveles: bajo, medio-bajo, medio, medio-alto y alto; respectivamente. Por ejemplo, para la opción 1, el criterio de variedad de comercios obtuvo una calificación de 5 puntos porque concentra varios centros comerciales con una amplia gama de productos. A los factores evaluados se les dio una ponderación mediante un Proceso Analítico de Jerarquías (AHP). Es decir, se evaluó de forma pareada los factores para dar una calificación de preferencia, estos se muestran en la columna Peso de la

Tabla 13.

Una vez realizadas las ponderaciones y sumas de la calificación de atributos, se evalúa cada una de las alternativas mediante un Análisis Multi-Criterio (AMC). Los resultados del análisis se muestran en la

Tabla 13. La opción a elegir es la que obtiene el mayor puntaje total, la cual es la

Opción 2: calle Cuenca entre Chile y Olmedo.

Criterio	Peso	Opción1		Opción2		Opción3	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Seguridad	47%	2	0,9	4	1,9	2	0,9
Cantidad de comercios	18%	4	0,7	1	0,2	3	0,5
Variedad de comercios	18%	5	0,9	1	0,2	3	0,5
Facilidad de observación	7%	1	0,1	5	0,3	4	0,3
Flujo vehicular	5%	2	0,1	5	0,2	3	0,1
Disponibilidad de bahías de carga	4%	2	0,1	1	0,0	1	0,0
Flujo peatonal	2%	5	0,1	3	0,1	5	0,1
TOTAL	100%		2,89		2,91		2,56

Tabla 13: Resultados AMC

Fuente y elaboración: Propia

CAPÍTULO 6 – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se seleccionó un kilómetro cuadrado en el Centro Histórico de Quito según criterios de: densidad comercial, limitado acceso vehicular y relevancia turística.
- Se recopiló información y ubicación de todos los establecimientos comerciales dentro de la zona de interés para inclusión de Quito dentro del Atlas Urbano del MIT *Megacity Logistics Lab*.
- Mediante estos datos se construyó un modelo de análisis de clasificación múltiple para determinar el número de entregas al día esperadas, en la zona de interés, el cual fue de 1700 entregas diarias.

- Finalmente, se seleccionó una calle de influencia comercial fundamentada en el análisis multi-criterio para un futuro análisis de tráfico, interrupciones y logístico de movilidad de carga.
- La presente investigación es el primer estudio realizado sobre la logística urbana en el Centro Histórico de Quito, con el objetivo de usar datos y métricas logísticas para considerar la carga urbana dentro de la planeación urbana a mediano y largo plazo.
- El Centro Histórico de Quito posee un factor atípico comercial en comparación a Centros Históricos de América Latina. Este factor es el sector de la Ipiales que aporta con aproximadamente 2000 locales. Al no tomar en cuenta este sector, la densidad comercial se reduce de 63 a 31 establecimientos por cuadra; comportándose similar al Centro de Santiago de Chile que tiene 31 establecimientos por cuadra.
- En el CHQ, el comercio en la zona de interés se encuentra compuesto mayoritariamente por establecimientos de ropa y calzado, los cuales representan el 62% del total locales comerciales considerando la Ipiales y 41% sin la Ipiales.

6.2 Discusión

Existen limitaciones dentro del estudio, por lo cual los resultados contemplan un margen de error. Primero, el día y hora de registro durante la toma de datos del *shop inventory*, pudo eliminar registros sobre establecimientos que tienen su funcionamiento en un periodo diferente. Es decir, pueden existir establecimientos que solo operen durante la mañana o noche, los cuales aparentaron estar abandonados durante el registro y entraron

dentro de la categoría de otros (O), por solo tener el nombre del local o (U) establecimientos aparentemente vacíos. De igual manera, establecimientos que contenían más de una actividad comercial específica, quedó a consideración del investigador su categorización en términos del área dedicada para cada actividad. Segundo, la calibración y tipo de GPS utilizado para el levantamiento de coordenadas, puede tener un error en la localización precisa del establecimiento, involucrando un error en el trazado comercial de la plataforma *Last Mile*. Por último, se utiliza información de una encuesta aplicada a los establecimientos comerciales en la zona de estudio de SDC, para conocer su frecuencia y día de entregas. Mediante esta información se calculó el efecto de los atributos hora y tipo de tienda dentro del MCA. Esta estimación de efectos se realizó de este modo ya que en el alcance de esta investigación no contempla la realización de una encuesta a los establecimientos comerciales.

6.3 Recomendaciones

En vista del alto número de entregas diarias en la zona centro de la ciudad, se recomienda tomar acciones correctivas ya que se comprobó, por observación, que la prohibición de circulación de vehículos de carga liviana entre las 6am y 8pm, no se cumple. Esto ocasiona desorganización evidente en materia de tránsito y violaciones a los espacios públicos, ya que se utilizan como parqueaderos temporales para vehículos de carga. Se recomienda incentivar la logística de carga en la madrugada y noche a fin de reducir la congestión vehicular ocasionada por estos vehículos. De igual manera, aumentar el control de las ordenanzas de carga. Complementariamente, realizar la segunda parte de la metodología para determinar la demanda de bahías de carga/descarga en la zona del CHQ. Finalmente, el Análisis Multi-Criterio revela a la calle Chile como la mejor

alternativa por ser el punto de concentración de 2000 establecimientos comerciales aproximadamente; por lo cual, sería recomendable hacer un análisis logístico futuro de este sector crítico del CHQ.

BIBLIOGRAFÍA

- Administración Zonal Centro. (2015). Base de Datos LAUE: Comercios Fomales.
- Cadena, A. e. (2011). *Building globally competitive cities: The key to Latin American growth*. McKinsey Global Institute.
- Carrión, F. (2012). *La forma urbana de Quito: una historia de centros y periferias*.
- Consejo Metropolitano de Planificación. (2011). *Plan de Desarrollo 2012-2022*.
- Consejo Metropolitano de Quito. (2005). *Ordenanza Municipal 147*.
- Demographia UN. (2010). *Demographia World Urban Areas: Population Projections*.
Obtenido de Demographia: <http://www.demographia.com/db-wuaproject.pdf>
- Demographia UN. (2015). *Demographia Worl Urban Areas: Built Up Urban Areas*.
Recuperado el 02 de Abril de 2015, de Demographia:
<http://www.demographia.com/db-worldua.pdf>
- El Banco Mundial. (2015). *Densidad de población*. Obtenido de El Banco Mundial:
<http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.POP.DNST>
- Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2013). *Introduction to Logistics Systems Management* (2nd Edition ed.). Chichester: Wiley.
- Gianpaolo , G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2013). *Introduccion to Logistics System Managment*. Chichister: Wiley.
- González, L. (2012). *Planeación urbana. Planeación económico-espacial*. México D.F.: Administración Metropolitana .
- Gobierno de Canarias. (2001). Censo de establecimientos comerciales de Canarias a Junio del 2001.
- INEC. (2010). *Proyección de la Población Ecuatoriana*.

- Lledó, P. (2013). *Administración de Proyectos: El ABC para un Director de Proyectos existoso* (Tercera ed.). Victoria, Canadá.
- Megacity Logistics Lab. (2014). *LastMile Santiago de Chile*. Recuperado el 2015 de mayo de 5, de <http://lastmile.mit.edu/km2/show/chile/santiago/centro>
- Mena, A. (s.f.) *Las Nuevas Centralidades Urbanas del Distrito Metropolitano de Quito*. Recuperado el 5 de mayo del 2015, de <http://www.cepeige.org/Revista/CENTRALIDADES%20URBANAS%20DMQ.pdf>
- Merchan, D., & Lee, Y. (2014). *Megacity Data Collection Guide*. MIT Megacity Logistics Lab.
- Merchán, D., Blanco, E., & Bateman, A. (2015). *Urban Metrics for Urban Logistics: Building an Atlas for Urban Freight Policy Makers*. CUPUM.
- MIT Megacity Logistics Lab. (2015). *MIT Megacity Logistics Lab*. Recuperado el 01 de Marzo de 2015, de <http://megacitylab.mit.edu/the-lab/about/>
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2009). *Plan Movilidad Sostenible: Centro Histórico de Quito*.
- Muñuzuri, J., Larrañeta, J., & Muñoz, C. (2002). La logística urbana de mercancías: soluciones, modelado y evaluación. *Conferencia de Ingeniería de Organización*. Vigo.
- Mwakalonge, J., & Badoe, D. (2012). *Comparison of Alternative Methods for Estimating household Trip rates of Cross-Classification Cells with Inadequate Data*. Transportation Research Forum.
- OECD. (2003). *Delivering the Goods: 21st Century Challenges to Urban Goods Transport*. Paris.

Secretaría de Seguridad. (2014). *Reporte estadístico sobre delitos y violencia*.

"Administración Manuela Sáez (Centro)". Alcaldía Metropolitana de Quito, Quito.

Secretaría General de Planificación. (2014). *Datos Abiertos*. Recuperado el 14 de

Noviembre de 2014, de <http://datos.quito.gob.ec/datastreams/39/densidad-demografica/>

Secretaría General de Planificación. (2014). *Datos Abiertos*. Recuperado el 14 de

Noviembre de 2014, de <http://datos.quito.gob.ec/dashboards/43/turismo/>

Taylor, & Don. (2008). *Logistics Engineering Handbook*. CRC Press.

Trufello, R., & Hidalgo, & R. (2015). *Policentrismo en el Área Metropolitana de*

Santiago de Chile: reestructuración comercial, movilidad y tipificación de subcentros. Universidad Católica de Chile. .

UN Department of Economic and Social Affairs. (2014). *World Urbanization Prospects*.

New York: United Nations.

United Nations. (2014). *World Urbanization Prospects*. New York.

City: _____
 Block, Street face: _____

Megacity Logistics
 Traffic Count

Date: _____
 Recorded by: _____

This exercise will capture how busy the street is at different times of the day. Count the number of vehicles that move along each segment for 45 minutes every hour. Repeat along each segment. You will repeat this exercise over 3 weekdays such that you have at least 2 hours of observation for every hour of the day from 8am to 5pm.

Start time (Hour): _____

Block ID (Consider all the blocks observed): _____

Street Face (Consider all observed): _____

	START +15 min	Total	START +30 min	Total	START +45 min	Total	TOTAL	Notes
Car								
Taxi								
Pickup Truck								
Articulated Truck								
Rigid Truck								
Van								
Bus/Shuttle								
Bicycle								
Motorbike								
Pedestrian								

Weather: _____

Time Interval: _____

Temperature: _____

Precipitation: _____

Page: _____

Tabla 17: Formato de conteo de tráfico

Fuente y elaboración: MIT

PARROQUIA	TIPO DE ROBO	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	a Septiembre 2014	Total
Centro Histórico	ROBO A PERSONAS	206	217	450	230	191	325	437	356	288	2700
	ROBO A DOMICILIO	118	108	104	63	83	82	109	68	38	773
	ROBO A LOCAL COMERCIAL	34	52	84	75	49	33	31	46	32	436
	ROBO A EMPRESAS	46	58	49	28	36	44	43	19	17	340
Total Centro Histórico		404	435	687	396	359	484	620	489	375	4249

Tabla 18: Denuncias por robo en el Centro Histórico

Fuente y elaboración: Secretaría de Seguridad

#	Barrio	Total
1	GONZALEZ SUAREZ	1448
2	EJIDO	1388
3	LARREA	1141
4	JULIO MORENO D.	564
5	AMERICA	509
6	SAN JUAN	505
7	SAN BLAS	446
8	SAN MARCOS	421
9	LA ALAMEDA	410
10	LA LOMA	337
11	SAN ROQUE	299
12	LA VICENTINA	262
13	LA RECOLETA	257
14	EL TEJAR	238
15	SAN SEBASTIAN	228
16	LOMAS PUENGASI	224
17	MIRAFLORES BAJO	216
18	LA VICTORIA	209
19	LA TOLA	209
20	PANECILLO	161

Tabla 19: Barrios con mayor denuncias por robo

Fuente y elaboración: Secretaría de Seguridad

	Bajo	#	Medio-Bajo	#	Medio	#	Medio-Alto	#	Alto	#
Cantidad	1	0-100	2	101-200	3	201-300	4	301-400	5	401-500
Variedad	1	0-12	2	13-24	3	25-36	4	37-48	5	49-60

Tabla 20: Clasificación por rangos de cantidad y variedad de comercios

Fuente y elaboración: Propia

Opción	Cantidad comercio	Variedad comercio	Tránsito vehicular	Tránsito peatonal	Bahías Carga - Descarga	Facilidad medición	Seguridad
1	Media-alta	Alta	Media-baja	Alto	Media-baja	Baja	Media-baja
2	Baja	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media-alta
3	Media	Media	Media	Alta	Baja	Media-alta	Media-baja

Tabla 21: Características de calificación para las opciones

Fuente y elaboración: Propia

Clasificación	Calificación
Bajo	1
Medio-bajo	2
Medio	3
Medio-alto	4
Alto	5

Tabla 22: Clasificación

Fuente y elaboración: Propia



Figura 7. Incumplimiento regulación de tránsito 6H00 - 20H00