



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

**ÁREA TÉCNICA**  
TÍTULO DE INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL

**Modelos de velocidad en calles urbanas previo a intersecciones no  
semaforizadas**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**AUTOR:** Paladines Calderón, Luis Ángel

**DIRECTOR:** García Ramírez, Yasmany Damián, Ph.D.

LOJA – ECUADOR

2016



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

Septiembre, 2016

## APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ph.D.

Yasmany Damián García Ramírez

**DOCENTE DE LA TITULACIÓN**

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: **Modelos de velocidad en calles urbanas previo a intersecciones no semaforizadas**, realizado por **Paladines Calderón Luis Ángel**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, Mayo de 2016

f).....  
Yasmany Damián García Ramírez

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo **Paladines Calderón Luis Ángel** declaro ser autor del presente trabajo de titulación: Modelos de velocidad en calles urbanas previo a intersecciones no semaforizadas, de la Titulación de Ingeniería Civil, siendo García Ramírez Yasmany Damián director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad"

f).....

Autor: Luis Ángel Paladines Calderón

Cédula: 1104879224

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación está dedicado a mi familia, quienes son un pilar fundamental en mi vida, por ser las personas que incondicionalmente me han brindado el apoyo, la comprensión, la formación, la motivación y el amor de un hogar.

A Dios por regalarme cada día de vida, por guiarme en los momentos difíciles, por permitirme llegar hasta este punto y por hacer realidad este sueño tan anhelado.

## **AGRADECIMINETO**

A Dios, por darme la oportunidad de realizar mis estudios universitarios y de vivir cada momento nuevas experiencias, ya que sin su voluntad nada de esto sería posible.

A mis padres, Luis Paladines y Mélida Calderón, quienes siempre me han apoyado moral y económicamente, por las motivaciones de cada día, por la comprensión y la confianza que han depositado en mí.

De igual manera agradecer a mi profesor de Investigación, Ph.D. Yasmany Damián García Ramírez por sus enseñanzas, por su rectitud en la profesión y por los consejos impartidos que ayudan a formarme como persona y como profesional.

A mis amigos y compañeros de la carrera de Ingeniería Civil, quienes contribuyeron de alguna manera a cumplir esta meta.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMINETO .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. Planteamiento del problema .....	4
1.2. Hipótesis.....	4
1.3. Objetivos de la investigación .....	5
1.4. Metodología.....	5
1.5. Alcance de la investigación.....	6
1.6. Aportes de la investigación .....	6
1.7. Estructura de la tesis .....	6
2. ESTADO DEL ARTE .....	8
2.1. Introducción.....	9
2.2. Factores que influyen sobre la velocidad de operación.....	9
2.2.1. Longitud de calle .....	9
2.2.2. Número de carriles .....	9
2.2.3. Ancho de carril.....	10
2.2.4. Ancho de calzada .....	10
2.2.5. Presencia de acera.....	10
2.2.6. Presencia de estacionamiento.....	10
2.2.7. Densidad de accesos .....	10
2.2.8. Estado del pavimento .....	10
2.2.9. Densidad de objetos en zonas laterales de la calle .....	10
2.2.10. Uso del suelo.....	11
2.2.11. Conductor.....	11
2.2.12. Vehículo .....	11
2.3. Estudios previos de velocidades de operación en calles urbanas.....	11
2.3.1. Sitios de estudio de estudios previos.....	11

2.3.2.	Equipos utilizados para la recolección de datos de velocidad.....	12
2.3.3.	Metodologías de estudios previos.....	12
2.3.4.	Modelos de velocidad de operación en calles urbanas.....	14
2.4.	Resumen y conclusiones.....	16
3.	PLAN EXPERIMENTAL.....	17
3.1.	Introducción.....	18
3.2.	Metodología.....	18
3.3.	Tamaño de la muestra.....	18
3.4.	Variables independientes consideradas.....	19
3.5.	Características de los tramos de calles seleccionados.....	19
3.6.	Selección del circuito.....	21
3.7.	Selección de los conductores.....	22
3.8.	Trabajo de campo.....	23
3.8.1.	Recolección de datos de velocidad.....	23
3.8.1.1.	Equipo de medición de velocidad.....	24
3.8.2.	Características del conductor.....	24
3.8.3.	Características del vehículo.....	25
3.9.	Resumen y conclusiones.....	26
4.	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	27
4.1.	Introducción.....	28
4.2.	Procesamiento de datos de la variable dependiente.....	28
4.2.1.	Perfiles de velocidad.....	28
4.2.2.	Aceleración y desaceleración.....	31
4.3.	Procesamiento de datos de las variables independientes.....	32
4.4.	Procesamiento de datos de las encuestas.....	33
4.5.	Resumen y conclusiones.....	36
5.	ANÁLISIS DE PATRONES DE COMPORTAMIENTO.....	37
5.1.	Introducción.....	38
5.2.	Análisis de patrones de comportamiento de la velocidad.....	38
5.3.	Análisis de patrones de comportamiento de la aceleración.....	46
5.4.	Análisis de patrones de comportamiento de la desaceleración.....	49
5.5.	Discusión de velocidades desarrolladas en calles urbanas.....	52
5.6.	Resumen y conclusiones.....	52
6.	CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE MODELOS.....	54
6.1.	Introducción.....	55
6.2.	Calibración de modelos.....	55

6.2.1.	Modelos de velocidad .....	55
6.2.2.	Modelos de aceleración.....	55
6.2.3.	Modelos de desaceleración .....	56
6.3.	Datos para la validación.....	57
6.4.	Validación de los modelos calibrados .....	60
6.4.1.	Validación de los modelos de velocidad .....	62
6.4.2.	Validación de los modelos de aceleración .....	64
6.4.3.	Validación de los modelos de desaceleración.....	66
6.5.	Resumen y conclusiones .....	67
CONCLUSIONES .....		69
RECOMENDACIONES .....		70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		71
ANEXOS.....		72
Anexo A: Encuestas aplicadas a los conductores .....		73
Anexo B: Perfiles de velocidad.....		77
Anexo C. Tabla de valores de Chi-Cuadrado crítico.....		104

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3.1</b> Tramos de estudio .....	20
<b>Tabla 3.2</b> Características de los tramos de estudio .....	20
<b>Tabla 3.3</b> Características de los conductores .....	22
<b>Tabla 3.4</b> Características de los vehículos .....	25
<b>Tabla 4.1</b> Resumen de recorridos en flujo libre.....	29
<b>Tabla 4.2</b> Velocidades calculadas para cada tramo de estudio .....	30
<b>Tabla 4.3</b> Aceleración con respecto a la velocidad inicial .....	31
<b>Tabla 4.4</b> Desaceleración con respecto a la velocidad final.....	32
<b>Tabla 4.5</b> Variables independientes consideradas.....	32
<b>Tabla 4.6</b> Rasgos de personalidad en los conductores.....	36
<b>Tabla 4.7</b> Estilos de conducción en los conductores .....	36
<b>Tabla 5.1</b> Valor p de las variables independientes con respecto a la velocidad.....	40
<b>Tabla 5.2</b> Indicador de los usos del suelo.....	48
<b>Tabla 5.3</b> Valor p de las variables independientes con respecto a la aceleración.....	49
<b>Tabla 5.4</b> Valor p de las variables independientes con respecto a la desaceleración .....	51
<b>Tabla 5.5</b> Cuadro de variables que influyen en la velocidad, aceleración y desaceleración.	52
<b>Tabla 6.1</b> Cuadro de las ecuaciones de predicción de la velocidad.....	55
<b>Tabla 6.2</b> Cuadro de las ecuaciones de predicción de la aceleración.....	56
<b>Tabla 6.3</b> Cuadro de las ecuaciones de predicción de la desaceleración .....	56
<b>Tabla 6.4</b> Tramos de estudio para la validación.....	58
<b>Tabla 6.5</b> Características de los tramos de estudio para la validación .....	58
<b>Tabla 6.6</b> Características de los conductores para la validación.....	58
<b>Tabla 6.7</b> Características de los vehículos para la validación .....	59
<b>Tabla 6.8</b> Resumen de recorridos en flujo libre para la validación .....	59
<b>Tabla 6.9</b> Velocidades calculadas de los recorridos de validación.....	60
<b>Tabla 6.10</b> Aceleraciones con respecto a la velocidad inicial para la validación .....	60
<b>Tabla 6.11</b> Desaceleraciones con respecto a la velocidad final para la validación.....	60
<b>Tabla 6.12</b> Errores de predicción y prueba Chi-Cuadrado para las ecuaciones de velocidad .....	63
<b>Tabla 6.13</b> Errores de predicción y prueba Chi-Cuadrado para las ecuaciones de aceleración .....	65
<b>Tabla 6.14</b> Errores de predicción y prueba Chi-Cuadrado para las ecuaciones de desaceleración.....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 3.1</b> Circuito de recolección de datos .....	21
<b>Figura 3.2</b> Equipo Garmin Dash Cam 20 para recolección de velocidades .....	24
<b>Figura 4.1</b> Perfiles de velocidad en el tramo de estudio 5 .....	29
<b>Figura 4.2</b> Perfiles de velocidad en flujo libre en el tramo de estudio 5 .....	30
<b>Figura 4.3</b> Resultados de la encuesta ZQPK-50-cc aplicada a los conductores .....	34
<b>Figura 4.4</b> Resultados de la encuesta MDSI-S aplicada a los conductores .....	35
<b>Figura 5.1</b> Relación de la velocidad percentil 85 con la longitud de la recta .....	38
<b>Figura 5.2</b> Relación de la velocidad media con la longitud de la recta.....	39
<b>Figura 5.3</b> Relación de la desviación estándar de la velocidad con la longitud de la recta ..	39
<b>Figura 5.4</b> Relación de Impulsividad/Búsqueda de sensaciones con velocidad máxima .....	40
<b>Figura 5.5</b> Relación de Neurotismo/Ansiedad con velocidad máxima .....	41
<b>Figura 5.6</b> Relación de Actividad con velocidad máxima.....	41
<b>Figura 5.7</b> Relación de Sociabilidad con velocidad máxima .....	41
<b>Figura 5.8</b> Relación de Agresión/Hostilidad con velocidad máxima.....	41
<b>Figura 5.9</b> Relación de Riesgo y alta velocidad con velocidad máxima .....	42
<b>Figura 5.10</b> Relación de Disociativo con velocidad máxima .....	42
<b>Figura 5.11</b> Relación de Agresivo con velocidad máxima .....	42
<b>Figura 5.12</b> Relación de Cordial y prudente con velocidad máxima .....	43
<b>Figura 5.13</b> Relación de Ansioso con velocidad máxima.....	43
<b>Figura 5.14</b> Relación de Reducción del estrés con velocidad máxima .....	43
<b>Figura 5.15</b> Relación de Edad de conductor con velocidad máxima.....	44
<b>Figura 5.16</b> Relación de Experiencia en la conducción con velocidad máxima .....	44
<b>Figura 5.17</b> Relación de la velocidad máxima según el género.....	44
<b>Figura 5.18</b> Relación de Cilindraje con velocidad máxima .....	45
<b>Figura 5.19</b> Relación de Tipo del vehículo con velocidad máxima.....	45
<b>Figura 5.20</b> Relación de la Marca del vehículo con velocidad máxima.....	45
<b>Figura 5.21</b> Relación del Año de fabricación de vehículo con velocidad máxima .....	46
<b>Figura 5.22</b> Relación de longitud de recta con el percentil 85 de la aceleración.....	46
<b>Figura 5.23</b> Relación del ancho de calzada con el percentil 85 de la aceleración .....	47
<b>Figura 5.24</b> Relación del uso del suelo con el percentil 85 de la aceleración .....	47
<b>Figura 5.25</b> Relación de presencia de estacionamiento con el percentil 85 de la aceleración .....	47
<b>Figura 5.26</b> Relación de presencia de acera con el percentil 85 de la aceleración.....	47
<b>Figura 5.27</b> Relación de la velocidad inicial con el percentil 85 de la aceleración .....	48
<b>Figura 5.28</b> Relación del ancho de carril con el percentil 85 de la desaceleración .....	49
<b>Figura 5.29</b> Relación del número de carriles con el percentil 85 de la desaceleración .....	50

<b>Figura 5.30</b> Relación de velocidad final con el percentil 85 de la desaceleración.....	50
<b>Figura 5.31</b> Relación de velocidad final con la desviación estándar de la desaceleración...	51
<b>Figura 6.1</b> Circuito para la validación de los modelos calibrados .....	57
<b>Figura 6.2</b> Comparación de valores observados y estimados del percentil 85 de la velocidad .....	62
<b>Figura 6.3</b> Comparación de valores observados y estimados de la velocidad media .....	62
<b>Figura 6.4</b> Comparación de valores observados y estimados de la desviación estándar de la velocidad .....	63
<b>Figura 6.5</b> Comparación de valores observados y estimados del percentil 85 de la aceleración .....	64
<b>Figura 6.6</b> Comparación de valores observados y estimados de la aceleración media .....	64
<b>Figura 6.7</b> Comparación de valores observados y estimados de la desviación estándar de la aceleración .....	65
<b>Figura 6.8</b> Comparación de valores observados y estimados del percentil 85 de la desaceleración.....	66
<b>Figura 6.9</b> Comparación de valores observados y estimados de la desaceleración media .	66
<b>Figura 6.10</b> Comparación de valores observados y estimados de la desviación estándar de la desaceleración.....	67

## RESUMEN

En calles urbanas es preferible que existan velocidades de operación bajas para proporcionar seguridad a sus usuarios. Sin embargo, generalmente estas velocidades pueden ser mayores a las de diseño. Para conocer las velocidades de operación es necesario medirlas u obtenerlas mediante ecuaciones. Estas ecuaciones aún no han sido calibradas en el país.

Por esta razón, esta tesis tuvo como propósito desarrollar modelos de velocidad en rectas urbanas previo a intersecciones no semaforizadas. Para ello se recolectaron datos de velocidad de 45 conductores, en 13 tramos de estudio ubicados en la ciudad de Loja, Ecuador, mediante el uso del equipo Garmin Dash Cam 20. Se analizó la influencia de variables independientes correspondientes a las características geométricas de la calle, entorno de la calle, conductor y vehículo sobre la velocidad.

Se desarrollaron modelos de predicción de velocidad, aceleración y desaceleración para rectas urbanas reguladas con señales de pare. La longitud de recta fue la variable estadísticamente más significativa sobre la velocidad. Los modelos obtenidos servirán para reducir la diferencia entre la velocidad de diseño y operación durante el diseño de la calle urbana.

**PALABRAS CLAVE:** velocidad de operación, modelos de velocidad en calles urbanas, intersecciones no semaforizadas.

## ABSTRACT

In urban streets is preferable that low operating speeds exist to provide security to its users. However, generally these speeds may be greater than the speed of design. To know the operation speeds is necessary to measure them or get them through equations. These equations still have not been calibrated in the country.

For this reason, this thesis had as purpose developed models of speed in urban straight streets previous intersections without semaphores. For that reason, it was collected speed data form 45 drivers, in 13 study section placed in the urban part of the city of Loja, Ecuador, with the use of the Garmin Dash Cam 20 equipment. It was analyzed the influence of independent variables corresponding to the geometrical characteristics of the street, street environment, driver and car over the speed.

It was developed models of prediction of speed, acceleration and deceleration fort urban straights streets regulated with the sign stop. The length of the straight was the variable statistically more significance over the speed. The obtained models will serve to reduce the difference between the design and operation speed during the design of the urban street.

**KEY WORDS:** operation speed, speed models in urban streets, intersections without semaphores.

**CAPÍTULO 1**  
**INTRODUCCIÓN**

En este primer capítulo se presenta el propósito de la investigación, donde se especifica el planteamiento del problema, la hipótesis, los objetivos propuestos, la metodología empleada, el alcance, los aportes y la estructura de la investigación.

### **1.1. Planteamiento del problema**

Las calles urbanas son diseñadas para permitir el acceso, movilidad y seguridad a los diferentes usuarios de las calles tales como los peatones, vehículos, ciclistas y motociclistas. Por lo tanto, en estas infraestructuras viales es deseable tener bajas velocidades de operación para garantizar su funcionamiento y seguridad, especialmente cuando incluyen a usuarios vulnerables de la vía como los peatones, ciclistas y motociclistas.

Dentro del territorio ecuatoriano, se establece en el artículo 191 del Reglamento General para la Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (2012) que los vehículos que circulan por calles urbanas no deberían sobrepasar la velocidad de operación de 50 km/h. Sin embargo, las velocidades en las calles urbanas a menudo exceden ese valor. Por tal razón las excesivas velocidades pueden causar serios problemas de seguridad, dado que la velocidad está relacionada con la frecuencia y gravedad de accidentes. El problema generalmente se debe a que la velocidad de operación es mayor a la velocidad de diseño. La velocidad de operación es la velocidad que adoptan los conductores al circular por la vía en función de las características geométricas y el entorno de la vía, en condiciones climáticas favorables y bajo flujo de tránsito.

La velocidad de operación se puede obtener midiendo la velocidad de los vehículos cuando la calle está construida o mediante el uso de modelos teóricos. En la literatura se presentan muchos modelos de velocidad de operación, sin embargo, no se conoce de ningún modelo propuesto para la realidad ecuatoriana.

Los modelos desarrollados en esta investigación servirían para reducir la diferencia entre la velocidad de operación y de diseño durante el diseño de la calle urbana y su consecuente reducción de accidentes de tránsito y su gravedad.

### **1.2. Hipótesis**

En la presente investigación se propone la siguiente hipótesis:

La velocidad de operación en calles rectas urbanas está influenciada por variables correspondientes a las características geométricas de la calle, características del entorno de la calle, características del conductor y características del vehículo.

Las características geométricas de la calle se refieren a variables como longitud de recta, número de carriles, ancho de carril, ancho de calzada, presencia de zonas de estacionamiento y presencia de acera.

También las características del entorno de la calle se refieren a variables tales como objetos en zonas laterales de la calle y uso del suelo.

Las características del conductor se refieren a los rasgos de personalidad y a los estilos de

conducción, mientras que las características del vehículo hacen referencia a la potencia del motor, año de fabricación, marca y tipo de vehículo.

### **1.3. Objetivos de la investigación**

El objetivo general de la investigación es desarrollar modelos de velocidad en calles rectas urbanas previo a intersecciones no semaforizadas. Para tal propósito se tienen los siguientes objetivos específicos:

- Recopilar investigaciones previas del tema en estudio.
- Analizar las variables relevantes, técnicas de medición y tipo de modelo que utilizaron los estudios previos.
- Definir una metodología adecuada para medición, procesamiento y análisis estadístico para los datos de velocidad, calles, entorno de las calles, conductor y vehículo.
- Recolectar datos de velocidad y de variables de acuerdo al plan experimental.
- Procesar los datos obtenidos en el trabajo de campo.
- Analizar los patrones de comportamiento de la velocidad con respecto a las variables independientes.
- Calibrar y validar los modelos de velocidad en función de las variables independientes más significativas.

### **1.4. Metodología**

La presente investigación se desarrolló en primer lugar con la revisión del estado del arte, en el cual se analizaron investigaciones relacionadas al tema en estudio, permitiendo la identificación de las variables más importantes que influyen sobre la velocidad de operación en calles urbanas, así como también se analizó la metodología, reducción y procesamiento de datos. Esto permitió establecer un plan experimental de tal manera que se pueda cumplir con los objetivos propuestos de esta investigación.

El plan experimental se compone del cálculo del tamaño de la muestra, selección de los tramos de estudio y circuito, recolección de información de las calles, selección de los conductores, experimento de campo y aplicación de la encuesta ZKPQ-50-cc para estimar los rasgos de personalidad y la encuesta MDSI-S para conocer los estilos de conducción de cada conductor.

La selección de los tramos de estudio se realizó de acuerdo a las variables independientes consideradas en esta investigación. En consecuencia, se seleccionaron trece tramos de estudio de calles rectas urbanas reguladas con señales de pare.

En el experimento de campo se utilizó la cámara Garmin Dash Cam 20 con GPS incorporado, que permite realizar grabaciones de video con datos de velocidad y posición de los recorridos del circuito de estudio.

Una vez recolectados los datos de campo, se llevó a cabo el procesamiento de datos que consistió en la elaboración de los perfiles de velocidad de cada conductor en cada uno de los tramos de estudio y el cálculo de la aceleración y desaceleración.

Luego se efectuó el análisis de patrones de comportamiento de la velocidad, aceleración y desaceleración con cada una de las variables independientes correspondientes a las características geométricas de la calle, entorno de la calle, conductor y vehículo, con el fin de encontrar las variables estadísticamente más significativas.

La calibración de los modelos de velocidad, aceleración y desaceleración se desarrolló mediante el análisis de regresión con las variables estadísticamente más significativas.

Finalmente se recolectó nuevos datos de velocidad para validar los modelos calibrados. Para ello se realizó la elaboración de las gráficas de valores observados y estimados, el cálculo de errores de pronóstico y la prueba del Chi-Cuadrado. Este proceso de validación se efectuó con el propósito de validar los modelos calibrados.

#### **1.5. Alcance de la investigación**

La investigación se desarrolló con información de campo recolectada los días sábados y domingos, en horario diurno (14:00 - 18:00), donde se tuvo bajo flujo vehicular, con el fin de garantizar condiciones de flujo libre. Además la recolección de datos se llevó a cabo en buenas condiciones climáticas.

Esta investigación es aplicable solo a calles de uno y dos carriles con o sin presencia de estacionamiento, con anchos de calzada entre 7,0m – 9,7m y longitudes de rectas de 47m hasta 226m. Las calles evaluadas se ubicaron en la ciudad de Loja de la Provincia de Loja.

#### **1.6. Aportes de la investigación**

Los aportes obtenidos como resultado de esta investigación son:

*Modelo para predecir la velocidad de operación en calles rectas urbanas.*- Se hizo el primer esfuerzo por calibrar una ecuación de predicción de la velocidad de operación para calles rectas urbanas acorde para las condiciones del territorio ecuatoriano con un rango de aplicación de longitudes de rectas desde 47m hasta 226m.

*Modelos para predecir la aceleración y desaceleración en calles rectas urbanas.*- Se calibraron modelos de predicción del percentil 85, media y desviación estándar de la aceleración y desaceleración con la finalidad de construir perfiles de velocidad completos para calles rectas urbanas reguladas con señales de pare.

#### **1.7. Estructura de la tesis**

La presente investigación se organizó en 6 capítulos, que se indican de la siguiente manera: En el presente Capítulo 1 se indica la introducción del tema.

**Capítulo 2.-** Se realiza un análisis del estado del arte, para conocer las principales variables que influyen en la velocidad de operación.

**Capítulo 3.-** Se presenta el plan experimental, donde se indican las variables consideradas,

los tramos de estudio y el circuito, el experimento de campo y los conductores que realizaron los recorridos.

**Capítulo 4.-** Se indica el procesamiento de datos, donde se realizó la reducción de datos, elaboración de los perfiles de velocidad y se calculó la velocidad de operación, aceleraciones y desaceleraciones.

**Capítulo 5.-** Se analiza los patrones de comportamiento de la velocidad, aceleración y desaceleración con respecto a las variables independientes.

**Capítulo 6.-** Se realiza la calibración y validación de los modelos de velocidad, aceleración y deceleración.

**CAPÍTULO 2**  
**ESTADO DEL ARTE**

## **2.1. Introducción**

Este capítulo empieza con el análisis de las investigaciones que se relacionan con el tema de estudio, con el fin de identificar las variables que influyen sobre la velocidad de operación, la elección de una metodología adecuada para el plan experimental, procesamiento de datos y el desarrollo del modelo de predicción de velocidades de operación en rectas urbanas. Además se realiza una descripción de los factores que influyen sobre la velocidad de operación en calles urbanas y los modelos de velocidad en entornos urbanos existentes.

## **2.2. Factores que influyen sobre la velocidad de operación**

La velocidad de operación en calles urbanas se encuentra influenciada por muchos factores tales como longitud de calle, número de carriles, ancho de carril, ancho de calzada, presencia de acera, presencia de estacionamiento, densidad de accesos, estado del pavimento, densidad de objetos en zonas laterales de la calle, uso del suelo, conductor y vehículo. Estos factores corresponden a características de las calles, entorno de las calles, características del conductor y características del vehículo.

Cabe aclarar que existen otros factores influyentes como las condiciones climáticas, condiciones de iluminación día/noche y el volumen de tráfico, los cuales no forman parte de los objetivos de esta investigación.

### **2.2.1. Longitud de calle**

Dinh y Kubota (2013) desarrollaron modelos para predecir las velocidades de operación en rectas de calles residenciales urbanas con un límite de velocidad de 30 km/h. Ellos encontraron que la longitud de la calle estuvo asociada positivamente con la velocidad de operación y por lo tanto resultó ser una variable significativa para los tramos rectos.

Por otro lado, Wang (2006) seleccionó tramos de calles que tenían longitudes desde 194 m hasta 431 m y límite de velocidad de 40 a 72 Km/h respectivamente, para que los conductores pudieran alcanzar sus velocidades deseadas, donde la longitud mínima de un tramo de estudio debía ser al menos igual a la longitud de zona de aceleración más la longitud de la zona de deceleración para que los conductores puedan alcanzar sus velocidades deseadas en condiciones de flujo libre.

Así mismo, Pérez (2012) menciona dos tipos de rectas, las rectas independientes y las rectas no independientes. Las rectas independientes presentan una longitud suficiente para que los conductores puedan alcanzar su velocidad deseada y las rectas no independientes presentan una longitud corta, de tal forma que los conductores no llegan a desarrollar su velocidad deseada.

### **2.2.2. Número de carriles**

El número de carriles tiene un efecto significativo sobre la velocidad de operación en entornos urbanos, tal como lo encontró Wang (2006) y Dinh y Kubota (2013) en donde el

número de carriles fue una variable de gran influencia en la velocidad de operación.

### **2.2.3. Ancho de carril**

Poe y Mason (2000) obtuvieron que el ancho de carril fue una variable significativa sobre la velocidad de operación cuando se circula en curvas horizontales de calles urbanas. Del mismo modo, Bassani y Sacchi (2012) encontraron que el ancho de carril fue una variable predictora sobre la velocidad de operación en rectas urbanas arteriales y colectoras.

Sin embargo, Wang (2006) consideró esta variable para calles rectas de uno y dos carriles, pero no fue estadísticamente significativa.

### **2.2.4. Ancho de calzada**

Dinh y Kubota (2013) y Bassani y Sacchi (2012) encontraron que el ancho de calzada fue una variable estadísticamente significativa sobre la velocidad de operación en rectas urbanas, lo que implica que los conductores seleccionan velocidades más altas cuando incrementa el ancho de la calzada.

### **2.2.5. Presencia de acera**

La presencia de acera es un factor que influye sobre la velocidad de operación en calles urbanas, tal como se muestra en los estudios de Dinh y Kubota (2013) y Wang (2006). En ambos estudios esta variable se presenta como un indicador, que muestra la presencia o ausencia de la acera.

### **2.2.6. Presencia de estacionamiento**

Al igual que la presencia de acera, la presencia de estacionamiento en la calle también influyó significativamente sobre la velocidad de operación que los conductores seleccionaron, tal como encontró Wang (2006). Bassani y Sacchi (2012) también consideraron esta variable en calles arteriales y colectoras urbanas pero no fue influyente sobre la velocidad de operación.

### **2.2.7. Densidad de accesos**

La densidad de accesos hace referencia al número de accesos por unidad de longitud. Estos accesos son las calles secundarias que se conectan al tramo en estudio. Según Wang (2006) la densidad de accesos fue estadísticamente significativa sobre la velocidad de operación.

### **2.2.8. Estado del pavimento**

Wang (2006) consideró la calidad del pavimento como variable predictora de la velocidad, pero no fue estadísticamente significativa y por lo tanto no la incorporó en su modelo.

Por otro lado, Bassani y Sacchi (2012) consideraron el estado del pavimento en rectas de calles arteriales y colectoras urbanas, resultando influyente en la velocidad de operación.

### **2.2.9. Densidad de objetos en zonas laterales de la calle**

Los objetos en las zonas laterales de la calle tales como postes de electricidad y árboles, influyeron sobre la velocidad que adoptaron los conductores de los estudios de Dinh y

Kubota (2013) y Wang (2006). Este factor causa una disminución de la velocidad de operación si la densidad de objetos aumenta, de igual manera su distancia hacia la calzada juega un papel importante, mientras más cerca a la calzada los conductores disminuyen su velocidad (Wang, 2006).

#### **2.2.10. Uso del suelo**

El uso del suelo urbano comprende la distribución espacial de la tierra para fines específicos, tales como usos comerciales, industriales, residenciales, recreativos, productivos y otros, los cuales son regidos por normativas de cada país.

Dinh y Kubota (2013) en zonas residenciales clasificó el uso del suelo en: casas particulares, apartamentos y edificios altos, escuelas y parques. Esta variable no tuvo una influencia significativa sobre la velocidad de operación para calles rectas urbanas.

Mientras tanto, Wang (2006) concluyó que el uso del suelo fue una variable significativa que afecta a la velocidad de operación en zonas urbanas. Los conductores tienden a conducir más rápido en calles residenciales de bajo volumen que en calles comerciales de alto volumen de tránsito vehicular.

#### **2.2.11. Conductor**

La información de la influencia de los conductores en la velocidad de operación es muy limitada, ya que existen muy pocas investigaciones que han incluido al conductor como variable. Una de ellas incorporó el efecto del conductor y vehículo sobre la velocidad de operación, donde se obtuvo una correlación intraclase (ICC) de 0,349, que significa que el 34,9 por ciento de la varianza no explicada de velocidades fue causada por las características de los diferentes conductores o vehículos (Wang, 2006).

Así mismo, Tarris, Poe, Mason y Goulias (1996) también analizaron la influencia del conductor sobre la velocidad de operación en calles urbanas mediante un enfoque de análisis de panel. Ellos concluyeron que el efecto individual del conductor es muy importante en la velocidad de operación.

#### **2.2.12. Vehículo**

Existe muy poca información acerca de la influencia de los vehículos sobre la velocidad de operación. La mayoría de estudios se centra en vehículos de pasajeros y no hacen referencia a otras características como el modelo del vehículo o potencia del motor, que podrían ser variables influyentes.

### **2.3. Estudios previos de velocidades de operación en calles urbanas**

Las características principales encontradas en los estudios previos son: los sitios de estudio, el equipo de recolección de datos, la metodología y el modelo desarrollado, las cuales fueron analizadas en esta sección.

#### **2.3.1. Sitios de estudio de estudios previos**

Los sitios de estudio son secciones de calles urbanas donde se realiza la recolección de

datos. Los sitios son determinantes para el estudio de velocidades de operación, debido a que cada sitio presenta características físicas propias. Por tal motivo un estudio de velocidad se desarrolla únicamente para las características que los sitios presenten.

En los estudios revisados se han considerado entre 20 y 85 tramos de calles urbanas en Estados Unidos y Japón.

Tarris et al. (1996) estudiaron las velocidades de operación en 27 calles colectoras urbanas en el centro de Pensilvania, Estados Unidos. Ellos seleccionaron los sitios de estudio en función de la curvatura horizontal. El mismo conjunto de datos sirvió para los análisis posteriormente realizados por Poe y Mason (2000).

Wang (2006) seleccionó 56 tramos de estudio, de los cuales 20 fueron tramos rectos y 36 curvas horizontales en calles urbanas arteriales menores, colectoras y calles locales con límites de velocidad de 48, 56 y 64 Km/h en Atlanta, Estados Unidos. Los sitios seleccionados por el autor variaron en su geometría vial y entorno de calle.

Dinh y Kubota (2013) eligieron 85 tramos rectos de calles residenciales urbanas con límites de velocidad de 30 km/h de la ciudad de Sitama, Japón. Cabe señalar que las redes de calles en las áreas estudiadas tienen un patrón de cuadrícula típica, reguladas con señales de alto.

### **2.3.2. Equipos utilizados para la recolección de datos de velocidad**

La toma de datos se ha realizado mediante diferentes dispositivos que miden la velocidad de los vehículos de forma puntual o continua. Los dispositivos de medición puntual son aquellos que permiten conocer la velocidad en un solo punto, mientras que los dispositivos de medición continua permiten realizar mediciones cada cierto intervalo de tiempo o distancia.

Tarris et al. (1996) y Poe y Mason (2000) utilizaron un contador de tráfico Nu-Metrics Hi-Star NC-90, que mide la velocidad puntual del vehículo, la hora del día, espaciado entre vehículos y longitud de vehículo. Para tal efecto, se ubicaron los sensores del contador en los puntos donde los autores querían conocer los datos de velocidad.

Wang (2006) utilizó un dispositivo GPS instalado en los vehículos, los cuales fueron parte del experimento de campo. Los principales datos registrados por el GPS fueron: la ubicación del equipo y la velocidad por cada segundo. Estos datos fueron transferidos automáticamente a un servidor de datos.

Dinh y Kubota (2013) emplearon una pistola de radar STALKER ATS, para grabar datos de velocidad de forma continua y debido a su compacto tamaño pasa desapercibida por los conductores. Para la recolección de datos, conectaron el dispositivo a un ordenador portátil, de tal manera que les permitió grabar directamente la información de cada sitio de estudio.

### **2.3.3. Metodologías de estudios previos**

Los datos analizados en el estudio de Tarris et al. (1996) y Poe y Mason (2000) provienen de un proyecto patrocinado por la Federal Highway Administration (FHWA). Tarris et al.

(1996) y Poe y Mason (2000) utilizaron un contador de tráfico para realizar la recolección de datos. Se ubicaron los sensores en los tramos de estudio de tal forma que permitan capturar los cambios de velocidad en relación a los cambios de alineación. Los sensores se ubicaron en el punto de curvatura (PC), a mitad de la curva, y el punto de tangencia (PT) para cada curva horizontal. Un sensor también se colocó a 46 m (150 ft) antes del punto de curvatura (PC150) y 46 m más allá del punto de tangencia (PT150). De los datos obtenidos se seleccionaron solamente los vehículos que viajaron por toda la sección de estudio y los que no fueron impedidos durante su circulación, mediante un intervalo de tiempo crítico de 5 segundos.

Tarris et al. (1996) realizó la comparación de dos métodos estadísticos para analizar la velocidad de operación: análisis de regresión lineal y análisis de panel. En cambio, Poe y Mason (2000) empleó un modelo mixto para desarrollar el modelo de velocidad de operación tomando en cuenta las influencias de los efectos fijos y aleatorios. Son efectos fijos si los valores que puede tener la variable son informativos y su número está fijado de antemano, por lo tanto sus valores son independientes entre observaciones. Por otro lado, son efectos aleatorios si los valores de una variable son solo identificativos y podrían encontrarse otros valores si el estudio se repitiera en diferentes circunstancias.

En cambio, Wang (2006) analizó en primer lugar los datos GPS para identificar el número de viajes y el número de recorridos de diferentes conductores en cada segmento de calle. En segundo lugar, eligió los segmentos de calle que tienen múltiples viajes de tantos conductores diferentes como sea posible, como candidatos para los sitios de estudio. Luego, basándose en los criterios de selección del sitio seleccionó los tramos de estudio definitivos. Los criterios de selección de sitio fueron a) ser calles urbanas arteriales, colectoras o locales con límite de velocidad entre 48 y 72 km/h, b) los tramos con longitud suficiente para que el conductor alcance su velocidad deseada, c) tramos que presenten una variedad en la geometría vial, sección transversal o entorno de la calle. Posteriormente conformó una base de datos que contenía información de velocidad del vehículo, características del entorno vial, características del conductor y del vehículo para el análisis de datos y desarrollo del modelo. En el análisis de datos, la aceleración y desaceleración fueron estudiadas para una mejor interpretación de los perfiles de velocidad. Se determinó la tasa de aceleración media, tasa de desaceleración media y las longitudes mínimas de aceleración y desaceleración para cada límite de velocidad. Los perfiles de velocidad se elaboraron para cada viaje con los datos de velocidad de operación frente a la distancia a lo largo de cada uno de los tramos de estudio. Para descartar perfiles de velocidad que no estuvieron en condiciones de flujo libre se filtró los datos de velocidad en base a cuatro condiciones: a) se descartan recorridos fuera de horas pico durante la luz del día (10 a.m. a 4 p.m.), b) viajes que se produjeron en condiciones de lluvia, c) viajes que tienen aceleraciones o desaceleraciones fuera de los

intervalos de aceleración o desaceleración calculados en este estudio y d) los viajes con velocidades de recorrido por debajo de dos desviaciones estándar de la velocidad media de tramo en estudio. Se calculó la velocidad media, velocidad percentil 85, la velocidad percentil 95, velocidad máxima, y la desviación estándar de las velocidades de recorrido para cada viaje a lo largo de un tramo de estudio. Particularmente se usó la velocidad percentil 85 y la velocidad percentil 95 como las más representativas del tramo de calle analizado. Esta tesis incluyó las influencias de los conductores y vehículos en el desarrollo del modelo de velocidad.

En el estudio de Dinh y Kubota (2013) se seleccionaron secciones rectas de calle en zonas residenciales, donde usaron una pistola de radar para realizar la recolección de los datos de velocidad. Estos datos de velocidad fueron utilizados junto con la información de los diseños de la calle para generar perfiles de velocidad para todos los vehículos en cada sección de la calle. Luego realizaron el procesamiento de datos, donde excluyeron los perfiles de velocidad con patrones de conducción anormales y otras condiciones no favorables con la circulación a flujo libre. De esta manera obtuvieron una base de datos procesada que sirvió para el desarrollo de los modelos. En esta investigación fueron examinadas las velocidades de la recta y las velocidades en la intersección.

#### 2.3.4. Modelos de velocidad de operación en calles urbanas

Generalmente se ha utilizado la regresión lineal como técnica estadística para el desarrollo de los modelos de velocidad de operación. Esta técnica consiste en la investigación de la relación entre dos o más variables, de las cuales una es la variable dependiente o de respuesta y las demás variables son independientes o explicativas.

Wang (2006) utilizó un modelo mixto lineal, para la calibración de un modelo de velocidad de operación para rectas en calles urbanas, tal como se muestra en la ecuación 2.1 con su respectivo coeficiente de determinación:

$$\begin{aligned}
 V_{85} = & 50,503 + (10,386 * lane.num) - (0,079 * roadside.d) - (0,129 \\
 & * driveway) - (0,211 * intesection) + (4,816 \\
 & * curb.indicator) - (6,824 * sidewalk.indicator) \quad R^2 = 0,67 \quad (2.1) \\
 & - (5,104 * parking.indicator) + (5,299 * land.use1) \\
 & + (5,237 * land.use2)
 \end{aligned}$$

**Donde:**

- **V<sub>85</sub>**: velocidad de operación, representada por el percentil 85° de la velocidad de recorrido (km/h),
- **lane.num**: número de carriles,
- **roadside.d**: densidad de objetos en carretera (postes de electricidad y árboles) dividido por la media del desplazamiento de objetos desde el borde de la carretera (número de objetos por km / desplazamiento (m)),

- **driveway:** densidad de caminos de entrada (número de accesos por km),
- **intersection:** densidad de intersecciones tipo T (número de intersección en T por km),
- **curb.indicator:** indicador de bordillo  
si no hay bordillo curb.indicator = 0  
de otra manera curb.indicator = 1,
- **sidewalk.indicator:** indicador de acera  
si no hay acera sidewalk.indicator = 0  
de otra manera sidewalk.indicator = 1,
- **parking.indicator:** indicador de estacionamiento  
si no hay estacionamiento en la calle parking.indicator = 0  
de otra manera parking.indicator = 1,
- **land.use:** uso del suelo  
si el uso del suelo es comercial  
land.use1 = 0 land.use2 = 0  
si el uso del suelo es residencial  
land.use1 = 1 land.use2 = 0 o land.use2 = 1 land.use1 = 0.

Por otra parte, Poe and Mason (2000) con datos de 4 puntos en curvas horizontales de calles urbanas: PC150, PC, MID Y PT, desarrollaron en cada punto de la curva un modelo de velocidad mediante el uso de un modelo mixto lineal:

$$PC150 = 49,59 + 0,5(DEGCVR) - 0,35(GRADE) + 0,74(LNWIDN) - 0,74(HZRT5N) \quad R^2 = 0,99 \quad (2.2)$$

$$PC = 51,13 - 0,10(DEGCVR) - 0,24(GRADE) - 0,01(LNWIDN) - 0,57(HZRT5N) \quad R^2 = 0,98 \quad (2.3)$$

$$MID = 48,82 - 0,14(DEGCVR) - 0,75(GRADE) - 0,12(LNWIDN) - 0,12(HZRT5N) \quad R^2 = 0,90 \quad (2.4)$$

$$PT = 43,41 - 0,11(DEGCVR) - 0,12(GRADE) + 1,07(LNWIDN) + 0,30(HZRT5N) \quad R^2 = 0,90 \quad (2.5)$$

**Donde:**

- **PC150:** velocidad de operación 150 pies antes del punto de inicio de la curva,
- **PC:** velocidad de operación en el punto de inicio de la curva,
- **MID:** velocidad de operación en el punto medio de la curva,
- **PT:** velocidad de operación en el punto final de la curva o punto de inicio de tangente,
- **DEGCVR:** grado de curvatura (m),
- **GRADE:** pendiente (%),

- **LNWIDN:** ancho de carril (m),
- **HZRT5N:** tasa de peligro (0-4).

#### **2.4. Resumen y conclusiones**

En este capítulo se analizaron investigaciones sobre la velocidad de operación en entornos urbanos, donde se estudió los factores más influyentes sobre la velocidad de operación, los sitios de estudio, el equipo utilizado, la metodología y el modelo de velocidad en rectas urbanas.

Luego del análisis de las investigaciones, se encontró que los factores más influyentes sobre la velocidad en rectas de calles urbanas fueron: longitud de calle, número de carriles, ancho de carril, ancho de calzada, presencia de acera, presencia de estacionamiento, densidad de accesos, objetos en zonas laterales de la calle, uso del suelo, conductor y vehículo.

**CAPÍTULO 3**  
**PLAN EXPERIMENTAL**

### 3.1. Introducción

En este capítulo se hace una descripción de la metodología empleada para la recolección de datos, cálculo del tamaño de la muestra, variables independientes consideradas, características de los tramos de calles seleccionados, selección de la ruta y selección de los conductores. También se indica el trabajo de campo donde se presenta la recolección de datos de velocidad, características del conductor y características del vehículo.

### 3.2. Metodología

El plan experimental se estableció de tal manera que permita cumplir con los objetivos propuestos de esta investigación y para comprobar la hipótesis planteada. Este se compone de la selección de los tramos de estudio, selección de los conductores y experimento de campo.

La selección de los tramos de estudio se realizó de acuerdo a las variables independientes consideradas en esta investigación. En consecuencia, se seleccionaron trece tramos de estudio de calles rectas urbanas reguladas con señales de pare.

Los conductores tuvieron que cumplir ciertos requisitos para formar parte del estudio, tales como: a) portar licencia de conducción vigente, b) poseer un vehículo liviano, c) conocer la ruta y d) haber conducido en los últimos dos meses. Se seleccionaron 45 conductores para realizar el recorrido de los tramos de estudio en el vehículo de cada conductor para descartar la influencia de un vehículo al cual no está acostumbrado. Así mismo los conductores respondieron las encuestas MDSI-S y ZKPQ-50-cc para conocer sus rasgos de personalidad y estilo de conducción, respectivamente.

En el experimento de campo se utilizó la cámara Garmin Dash Cam 20 con GPS incorporado, que permite realizar grabaciones de video con datos de velocidad y posición de los recorridos del circuito de estudio. Esta información fue exportada a un computador para realizar el análisis correspondiente de los datos obtenidos de cada conductor.

### 3.3. Tamaño de la muestra

La determinación del tamaño de la muestra pretende conseguir una muestra representativa de la población que asegure resultados confiables. En esta investigación se determinó la muestra mediante el uso de la fórmula de tamaño de la muestra según Pignataro (1973) que permite estimar cualquier percentil de velocidad deseado. Para el cual es necesario conocer la desviación estándar de las velocidades. Dado que esta información no está disponible hasta que el estudio se culmine, se decidió trabajar con un valor estimado. En base al estudio de Bennett (1994) se estimó una desviación estándar de 13 km/h y el error de 5 km/h debido a que se utilizó un equipo GPS.

$$n = \frac{K^2 * \sigma^2 * (2 + U^2)}{2 * e l^2} \quad (3.1)$$

**Donde:**

*n*: Tamaño de la muestra,

*K*: Constantes para el nivel de confianza,

$\sigma$ : Desviación estándar,

*U*: Es una desviación normal correspondiente al percentil de velocidad deseado,

*e*l: Precisión o error máximo admisible.

Se trabajó con un nivel de confianza del 95%, al cual le corresponde un valor de 1,96 para el coeficiente K y el valor de U fue de 1,04 que corresponde al percentil 85.

El tamaño muestral obtenido fue de 40 y se decidió trabajar con una cantidad de 45 conductores. Debido a que se realizó un muestreo no probabilístico, los conductores fueron seleccionados por el autor en función de su accesibilidad y criterio personal.

**3.4. Variables independientes consideradas**

En base a la revisión del estado del arte y condiciones locales, las variables que pudieran ser las más influyentes en la velocidad de operación en calles rectas urbanas son:

1. Longitud del tramo
2. Ancho de calzada
3. Ancho de carril
4. Número de carriles
5. Presencia de zonas de estacionamiento
6. Presencia de acera
7. Densidad de objetos en zonas laterales de la calle
8. Uso del suelo
9. Características del conductor
10. Características del vehículo

**3.5. Características de los tramos de calles seleccionados**

En esta investigación, el tramo de estudio se define como una sección de la calle entre dos intersecciones sucesivas reguladas con señal de pare. Los tramos de estudio se seleccionaron de acuerdo a los objetivos planteados y a las variables independientes consideradas. Cada tramo de estudio debía cumplir con los siguientes criterios:

1. Ser calles rectas urbanas.
2. Estar reguladas con señales de pare.
3. Tener pendientes longitudinales bajas, es decir menores a 5%.
4. No tener características físicas que puedan obstaculizar el flujo libre.
5. Deben representar una variedad de la geometría vial, las características de sección transversal y entorno de la calle.
6. Permitir la circulación en flujo libre.

En base a los criterios mencionados, se eligieron trece calles rectas reguladas con señales

de pare en la ciudad de Loja, Ecuador. En la Tabla 3.1 se indica cada uno de los tramos de estudio, con su respectivo nombre de calle junto con su calle inicial y final.

**Tabla 3.1** Tramos de estudio

Tramo	Nombre	De	Hasta
Calle 1	Teniente Maximiliano Rodríguez	Av. Manuel Agustín Aguirre	Manuel José Aguirre
Calle 2	Teniente Maximiliano Rodríguez	Manuel José Aguirre	Lauro Guerrero
Calle 3	Teniente Maximiliano Rodríguez	Lauro Guerrero	Ramón Pinto
Calle 4	Teniente Maximiliano Rodríguez	Ramón Pinto	José María Peña
Calle 5	José María Peña	Teniente Maximiliano Rodríguez	Mercadillo
Calle 6	Av. Manuel Carrión Pinzano	Redondel de Clodoveo	Panamericana E35
Calle 7	Santo Domingo de los Colorados	Guayaquil	Riobamba
Calle 8	Santo Domingo de los Colorados	Riobamba	Ibarra
Calle 9	Ibarra	Santo Domingo de los Colorados	Machala
Calle 10	Ibarra	Machala	Gran Colombia
Calle 11	José Félix de Valdivieso	Bernardo Valdivieso	Bolívar
Calle 12	José Félix de Valdivieso	Bolívar	Sucre
Calle 13	José Félix de Valdivieso	Sucre	18 de Noviembre

Fuente: El autor

Mediante el uso de una cinta métrica y un flexómetro laser se realizó la medición de la longitud, ancho de calzada y ancho de carril de cada tramo de estudio respectivamente. También se recolectó información del número de carriles, presencia de estacionamiento, presencia de acera y sentido de dirección del tramo. Las características de cada tramo se indican en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2** Características de los tramos de estudio

Tramo	Longitud de tramo (m)	Número de carriles	Ancho de calzada (m)	Ancho de carril (m)	Presencia de estacionamiento	Presencia de Acera	Sentido
Calle 1	47	1	9,0	4,60	2	2	Unidireccional
Calle 2	48	1	9,0	4,60	2	2	Unidireccional
Calle 3	64	1	9,0	4,60	2	2	Unidireccional
Calle 4	61	1	9,0	4,60	2	2	Unidireccional
Calle 5	107	1	9,0	4,60	2	2	Unidireccional
Calle 6	199	2	7,1	3,55	0	1	Unidireccional
Calle 7	190	2	9,0	3,40	1	2	Bidireccional
Calle 8	226	2	9,0	3,40	1	2	Bidireccional
Calle 9	56	2	9,0	3,40	1	2	Bidireccional
Calle 10	55	2	9,0	3,40	1	2	Bidireccional
Calle 11	92	1	9,6	5,20	2	2	Unidireccional
Calle 12	121	1	9,7	5,30	2	2	Unidireccional
Calle 13	101	1	9,7	5,30	2	2	Unidireccional

Fuente: El autor

Los trece tramos de estudio seleccionados corresponden a vías urbanas locales según la

clasificación de vías urbanas del Reglamento Local de Construcciones y Ornato para el Cantón Loja (2008).

### 3.6. Selección del circuito

Para optimizar los recursos y que los conductores conduzcan más libremente se eligió un circuito de estudio, que incluyó los trece tramos de calles previamente seleccionadas. Este circuito tiene 9,8 Km de longitud aproximadamente, y el tiempo de recorrido fluctúa entre 20 y 25 minutos según las condiciones de tránsito.

Las razones por las que se eligió este circuito, fueron las siguientes:

- Abarca los trece tramos de estudio.
- Abarca varias características geométricas y de entorno.
- No presenta giros innecesarios.

En la Figura 3.1 se presenta el circuito de estudio.



**Figura 3.1** Circuito de recolección de datos

**Fuente:** Google Maps

**Elaboración:** El autor

En la Figura 3.1 se indica el circuito, en donde se puede observar tres puntos principales, el primero es el punto A donde inicia el trayecto en dirección hacia el norte para dirigirse hacia

el punto B, sitio donde se realizó el retorno de la ruta para dirigirse finalmente al punto C, lugar donde termina el trayecto. Se determinó puntos cercanos para el inicio y fin de la ruta para facilitar en la ejecución de los recorridos, donde se finalizaba un recorrido y seguidamente se realizaba uno nuevo.

### 3.7. Selección de los conductores

Los conductores que participaron en esta investigación fueron resultado de un muestreo no probabilístico, entre ellos estuvieron compañeros de universidad, amistades y familiares del autor. Los requisitos que debían cumplir los conductores fueron:

1. Tener licencia de conducir vigente.
2. Poseer un vehículo liviano.
3. Conocer las calles de la ruta.
4. Haber conducido frecuentemente en los últimos dos meses.

El conjunto de conductores fue una muestra razonablemente representativa del censo de población y vivienda del 2010 de la provincia de Loja, el cual señala que el 49,2% son hombres y el 50,8% son mujeres. Por lo tanto se eligieron 23 hombres y 22 mujeres, de la muestra de 45 conductores, tal como se muestra en la Tabla 3.3.

**Tabla 3.3** Características de los conductores

N° de conductores	Género		Edad	Años de experiencia en conducción (años)
	Masculino	Femenino		
1	-	X	24	3
2	X	-	60	37
3	X	-	27	5
4	-	X	24	2
5	-	X	25	5
6	X	-	25	6
7	X	-	33	15
8	X	-	54	35
9	X	-	35	5
10	-	X	35	4
11	-	X	21	2
12	X	-	30	7
13	X	-	26	5
14	X	-	27	10
15	X	-	26	13
16	-	X	32	3
17	-	X	24	7
18	-	X	26	12
19	-	X	26	7
20	X	-	31	8
21	X	-	24	5
22	-	X	27	8
23	-	X	32	3
24	X	-	25	1
25	X	-	58	32
26	-	X	28	14

<b>Tabla 3.3</b> Características de los conductores (Continuación)				
<b>N° de conductores</b>	<b>Género</b>		<b>Edad</b>	<b>Años de experiencia en conducción (años)</b>
	<b>Masculino</b>	<b>Femenino</b>		
27	-	X	23	3
28	X	-	26	2
29	X	-	24	5
30	-	X	24	1
31	X	-	25	6
32	-	X	21	3
33	X	-	53	5
34	-	X	21	3
35	-	X	29	4
36	-	X	31	13
37	X	-	37	15
38	-	X	31	5
39	-	X	30	9
40	X	-	59	40
41	X	-	26	11
42	X	-	26	9
43	X	-	31	11
44	-	X	25	6
45	-	X	26	13

Elaboración: El autor

### **3.8. Trabajo de campo**

La finalidad del trabajo de campo fue recolectar los datos de velocidad en los tramos de calles seleccionados. Aquí se detalla la recolección de datos de velocidad, las características del conductor y características del vehículo. Dentro de la recolección de datos se presenta el equipo de medición empleado.

#### **3.8.1. Recolección de datos de velocidad**

El trabajo de campo se lo llevó a cabo durante los fines de semana, sin presencia de lluvia, durante el día y fuera de las horas pico (14:00 a 18:00 horas), tratando de garantizar condiciones de flujo libre.

Cada recorrido se efectuó en el vehículo de cada conductor con la finalidad de eliminar la influencia de un vehículo extraño en el comportamiento del conductor.

A todos los conductores se les indicó el funcionamiento del equipo de medición y el fin académico de esta información, con el propósito de que el conductor no modifique su conducta ante la presencia de la cámara y por lo tanto evitar cambios en su estilo de conducción habitual.

Para la recolección de los datos de velocidad se realizó el siguiente procedimiento:

- Se instaló el equipo de medición en el vehículo.
- Se encendió el equipo y se esperó un momento para que el GPS recepte la señal de los satélites.
- Luego se indicó al conductor brevemente el trazo de la ruta, para que tenga en

mente de manera general por los lugares que debía pasar.

- Se procedió a iniciar el recorrido de la ruta.
- Durante el recorrido se indicó al conductor con anticipación hacia donde debía dirigirse.
- Una vez que se finalizó el recorrido de la ruta, se procedió a apagar el equipo de medición y a realizar su debido desmonte.

#### **3.8.1.1. Equipo de medición de velocidad**

El equipo seleccionado para realizar la recolección de datos en la presente investigación fue el Garmin Dash Cam 20, como se puede ver en la Figura 3.2. Este dispositivo es un grabador de conducción con GPS, cuenta con una cámara integrada de alta definición capaz de capturar tanto video como imágenes. Se conecta al ordenador mediante el cable USB. Para revisar el recorrido a detalle se puede utilizar el software gratuito Garmin Dash Cam Player. Todas las grabaciones tienen un registro de latitud, longitud, fecha, hora, velocidad y la dirección de desplazamiento.



**Figura 3.2** Equipo Garmin Dash Cam 20 para recolección de velocidades

**Fuente:** [www.garmin.com](http://www.garmin.com)

**Elaboración:** El autor

El equipo es fácil de instalar en el vehículo y sencillo de manejarlo, cuenta con una memoria Micro SD para guardar los videos captados. La precisión del equipo Garmin Dash Cam 20 fue de  $\pm 2$  km/h.

#### **3.8.2. Características del conductor**

Para conocer las características de los conductores que participaron del experimento de campo se utilizaron dos encuestas. Estas encuestas fueron ZQPK-50-cc y MDSI-S, las cuales se obtuvieron de la investigación de García (2014). Estas han sido traducidas al idioma castellano y fueron aplicadas satisfactoriamente al contexto argentino.

El ZQPK-50-cc (Aluja et al., 2006) utiliza enunciados binarios (V ó F) acerca de situaciones comunes, con el fin de estimar 5 rasgos de la personalidad del conductor: Agresión / Hostilidad, Impulsividad / Búsqueda de Sensaciones, Neurotismo / Ansiedad, Sociabilidad y

Actividad; mientras que, el MDSI-S (Poó, Taubman-Ben-Arib, Ledesma y Díaz-Lázaro, 2013) emplea enunciados con valoración (1 = nada a 6 = mucho) relacionados a los patrones de comportamiento en la vía, en donde se estima el estilo de conducción, tales como Riesgo y Alta velocidad, Disociativo, Agresivo, Cordial y Prudente, Ansioso y Reducción del Estrés. Estas encuestas fueron entregadas de forma impresa a los 45 conductores y se indicó la manera de llenar dichas encuestas. En el anexo A se presentan las encuestas ZQPK-50-cc y MDSI-S empleadas.

### 3.8.3. Características del vehículo

Las características del vehículo se conocieron a través de unas preguntas incorporadas en la encuesta ZQPK-50-cc en la que se solicita información de tipo, marca, año de fabricación y cilindraje del vehículo. En la Tabla 3.4 se indica la información del vehículo de cada conductor en el que realizó el recorrido del circuito.

**Tabla 3.4** Características de los vehículos

Marca del vehículo	Tipo de vehículo		Cilindraje (cm <sup>3</sup> )	Año de fabricación	Última revisión (días)
	Auto	Camioneta			
CHEVROLET	X	-	1000	1998	60
FORD	-	X	3700	2011	80
HYUNDAI	X	-	1600	2005	30
KIA	X	-	1100	2011	40
CHEVROLET	X	-	2000	2013	20
NISSAN	-	X	2400	2011	50
HYUNDAI	X	-	2000	2013	60
HYUNDAI	X	-	2000	2013	30
CHEVROLET	X	-	1000	2012	80
CHEVROLET	X	-	1000	2012	80
HYUNDAI	X	-	2000	2013	40
HYUNDAI	X	-	2400	2007	50
CHEVROLET	X	-	2000	2010	30
CHEVROLET	X	-	1800	2006	60
DAEWOO	X	-	1600	1999	30
CHEVROLET	X	-	1300	2001	45
CHEVROLET	X	-	1600	1994	45
CHEVROLET	X	-	1600	1994	15
CHEVROLET	X	-	1600	2009	70
MAZDA	X	-	1600	2012	25
KIA	X	-	1500	2005	50
RENAULT	X	-	1600	2005	40
CHEVROLET	X	-	1300	2001	90
CHEVROLET	X	-	1000	2013	120
TOYOTA	-	X	2700	2008	90
CHEVROLET	X	-	1600	2007	45
HYUNDAI	X	-	1200	2006	50
MAZDA	-	X	2600	2015	30
HYUNDAI	X	-	1600	2005	30
MITSUBISHI	X	-	2400	1999	60
HYUNDAI	X	-	1600	2011	20

<b>Tabla 3.4</b> Características de los vehículos (Continuación)					
Marca del vehículo	Tipo de vehículo		Cilindraje (cm <sup>3</sup> )	Año de fabricación	Última revisión (días)
	Auto	Camioneta			
HYUNDAI	X	-	1400	2006	25
HYUNDAI	X	-	1600	2005	20
CHEVROLET	-	X	2400	2008	20
KIA	X	-	1400	2012	40
CHEVROLET	X	-	2000	2014	50
CHEVROLET	X	-	2000	2014	50
CHEVROLET	-	X	2400	2008	20
KIA	X	-	2000	2009	90
TOYOTA	-	X	2700	2015	60
TOYOTA	-	X	2500	2009	80
TOYOTA	-	X	2700	2008	140
CHEVROLET	X	-	1400	2006	20
TOYOTA	X	-	1800	2010	70
TOYOTA	-	X	2500	2008	100

Elaboración: El autor

### 3.9. Resumen y conclusiones

En este capítulo se presentó la metodología de la recolección de datos, el tamaño muestral, las variables independientes consideradas, las características de los tramos de calles seleccionadas, la selección de la ruta, la selección de los conductores y el trabajo de campo realizado.

Se inició indicando el cálculo del tamaño de la muestra, mediante el cual se determinó el número de conductores a participar de experimento de campo. Seguidamente se determinaron 13 tramos de estudio regulados con señal de pare en la ciudad de Loja, Ecuador. Estos tramos formaron parte de un circuito por el que cada conductor transitó durante el experimento de campo. El circuito se definió para que abarque a todos los tramos de estudio y exista un orden durante la ejecución de los recorridos y la toma de datos de campo. Además se indicó el trabajo de campo realizado para recolectar los datos de velocidad de cada conductor en cada uno de los tramos de estudio. El equipo de medición utilizado fue la cámara Garmin Dash Cam 20 que cuenta con GPS incorporado, el cual permitió realizar grabaciones de video del recorrido del circuito conjuntamente con el registro de velocidades. De igual manera se presentaron las características de los tramos de estudio y las características de los conductores seleccionados. Se emplearon las encuestas ZQPK-50-cc y MDSI-S, para determinar la personalidad y estilo de conducción de cada conductor, respectivamente.

**CAPÍTULO 4**  
**PROCESAMIENTO DE DATOS**

#### **4.1. Introducción**

En este capítulo se presenta el procesamiento de datos obtenidos en campo para elaborar los perfiles de velocidad y para calcular la aceleración y desaceleración de cada conductor. Además se presenta el procesamiento de la información de las variables que influyen en la velocidad de operación y de las encuestas realizadas a los conductores, por tal motivo se consideró subdividir el procesamiento de datos en tres partes; procesamiento de datos de la variable dependiente, procesamiento de datos de las variables independientes y el procesamiento de datos de las encuestas.

#### **4.2. Procesamiento de datos de la variable dependiente**

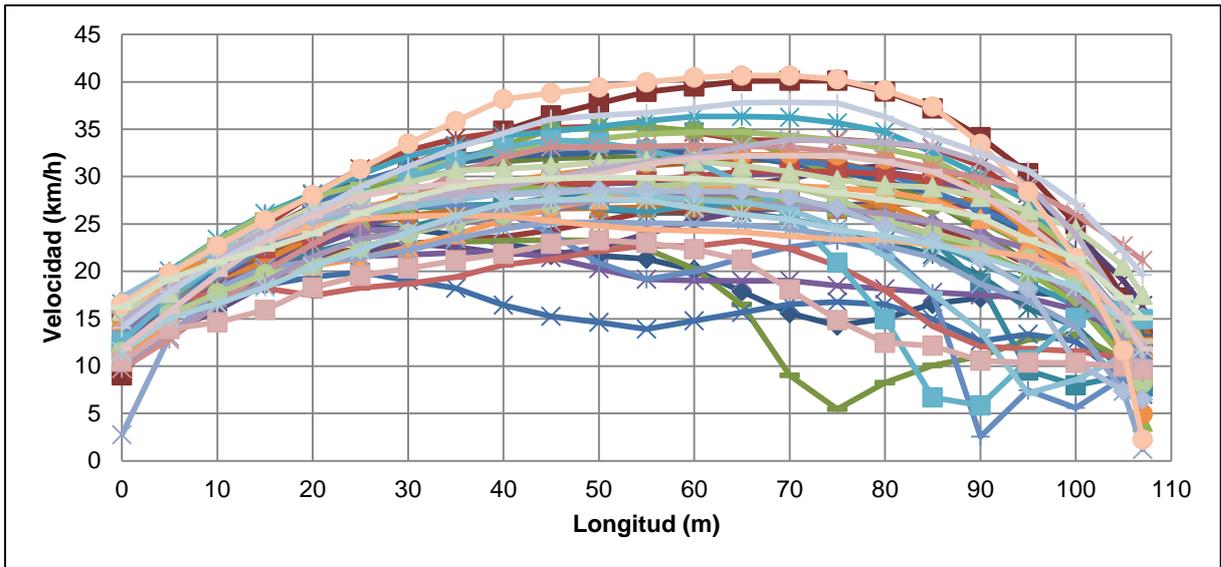
El procesamiento de datos de la variable dependiente consistió en la elaboración de los perfiles de velocidad y el cálculo de la aceleración y desaceleración de cada conductor en cada uno de los tramos de estudio. Pero antes se debió realizar el siguiente procedimiento:

- En primer lugar se realizó la descarga de la información recolectada por la cámara Garmin a un computador mediante conexión USB, usando como herramienta el software Garmin Dash Cam Player. Con este software se convirtieron los archivos de video de tipo AVI del equipo a formato GPX.
- Luego estos archivos GPX fueron visualizados y convertidos en texto por medio de la herramienta GPS Visualizer, la cual permite visualizar los archivos GPX y descargarlos como archivos de texto. Entonces, se obtuvo los archivos con los datos de coordenadas geográficas, distancia recorrida y distancia acumulada de cada segundo. Debido a que se obtuvieron datos de velocidad en m/s, se realizó la conversión a km/h.

##### **4.2.1. Perfiles de velocidad**

Para la elaboración de los perfiles de velocidad se realizó el siguiente procedimiento:

- Se delimitó los tramos de estudio en cada uno de los recorridos de la ruta, para esto se procedió a revisar el correspondiente archivo de video para definir el inicio y final de cada tramo.
- Para uniformizar los datos de velocidad obtenidos, se calculó la velocidad en base a la distancia realizando una interpolación, por tal razón se encontró la velocidad cada 5 metros hasta cumplir con la longitud del tramo. Se eligió esta distancia debido a que las velocidades no cambian significativamente a lo largo de ella.
- Ya identificado el inicio y el final de cada tramo y la velocidad con respecto a la distancia, se elaboraron los perfiles de velocidad, obteniendo un total de 585 perfiles. En Figura 4.1 se presenta los perfiles de velocidad generados para el tramo de estudio 5.



**Figura 4.1** Perfiles de velocidad en el tramo de estudio 5

**Elaboración:** El autor

Una vez obtenidos y ordenados los datos y perfiles de velocidad de cada tramo, se realizó la exclusión de datos de los tramos que no cumplieron con las condiciones de flujo libre y que no presentaron condiciones climáticas favorables. Esto se realizó con la ayuda de los videos grabados por el equipo, en los que se determinó si estaban o no en flujo libre y si existían o no condiciones de circulación favorables. Se eliminaron los tramos en los cuales:

- No se tuvo condiciones en flujo libre.
- Existió interferencia de peatones.
- Hubo condiciones climáticas desfavorables.

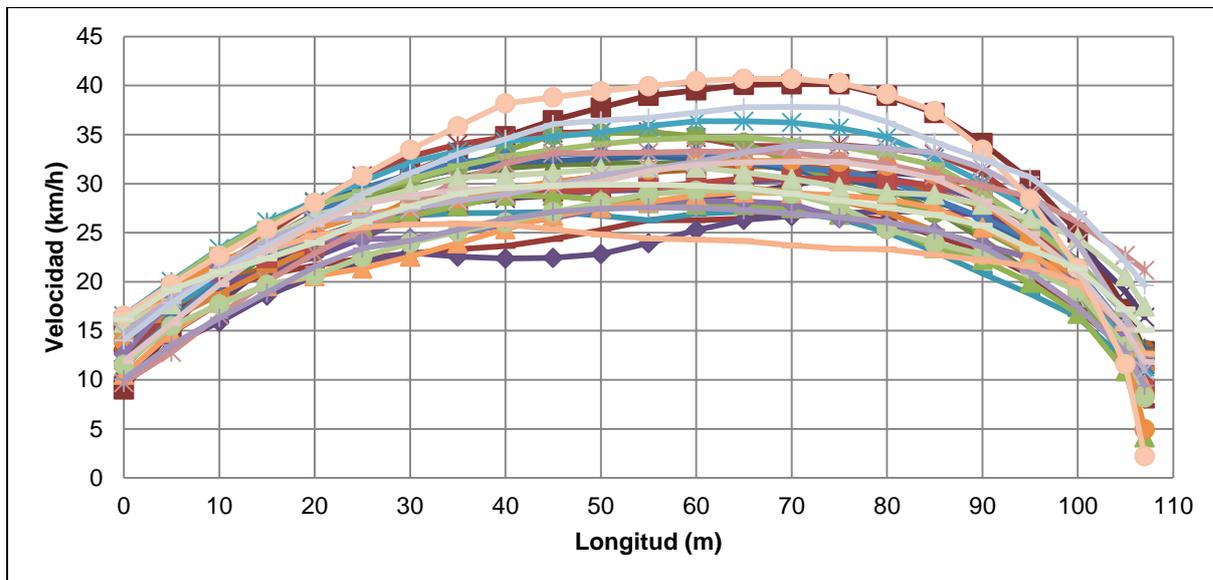
Obteniendo así una base de datos procesada con un total de 422 perfiles de velocidad en flujo libre en los 13 tramos de estudio. En la Tabla 4.1 se presenta el número de recorridos realizados en cada tramo de estudio y el número de recorridos en flujo libre.

**Tabla 4.1** Resumen de recorridos en flujo libre

Tramo	N° Recorridos	N° Recorridos en Flujo Libre
1	45	32
2	45	36
3	45	37
4	45	34
5	45	30
6	45	25
7	45	41
8	45	21
9	45	36
10	45	33
11	45	39
12	45	35
13	45	24
<b>Total</b>	<b>585</b>	<b>423</b>

**Elaboración:** El autor

En la figura 4.2 se presenta los perfiles de velocidad en flujo libre para el tramo 5, en donde se eliminaron los perfiles en condiciones desfavorables.



**Figura 4.2** Perfiles de velocidad en flujo libre en el tramo de estudio 5

**Elaboración:** El autor

Comparando la Figura 4.1 y 4.2 se puede observar que en la Figura 4.2 se han eliminado los perfiles que velocidad que estuvieron en condiciones desfavorables y por lo tanto se tienen perfiles más uniformes con respecto a los perfiles de velocidad de la Figura 4.1. Los perfiles de velocidad elaborados para cada tramo de estudio se encuentran en el anexo B.

En esta investigación se calculó el percentil 85 de la velocidad, velocidad media y desviación estándar de la velocidad para cada tramo de estudio. En la Tabla 4.2 se presentan las velocidades calculadas.

**Tabla 4.2** Velocidades calculadas para cada tramo de estudio

Tramo	Percentil 85 de la velocidad (Km/h)	Velocidad Media (Km/h)	Desviación Estándar de la velocidad (Km/h)
1	27,3	24,7	3,06
2	26,6	24,4	2,69
3	29,0	26,5	2,50
4	28,3	25,6	2,45
5	35,3	31,8	3,78
6	45,5	42,8	3,97
7	45,0	39,9	5,68
8	44,9	40,8	5,29
9	28,7	25,5	2,88
10	27,5	24,7	2,85
11	34,6	31,1	3,43
12	39,7	34,7	3,85
13	34,9	31,7	3,39

**Elaboración:** El autor

#### 4.2.2. Aceleración y desaceleración

Para el cálculo de la aceleración y desaceleración se realizó el siguiente procedimiento:

- Se elaboraron los perfiles de velocidad de cada conductor para observar la zona de aceleración y determinar la rama ascendente que predomina en la aceleración del vehículo. De igual forma se determinó la rama descendente en donde predomina la desaceleración.
- Se asumió un punto inicial y un punto final para la aceleración y desaceleración.
- Se aplicó la fórmula de la cinemática, del movimiento rectilíneo uniformemente variado para encontrar la aceleración y desaceleración con respecto a la distancia.

$$a = \frac{V_f^2 - V_i^2}{25,92 * d_{i,i-1}} \quad (4.1)$$

**Donde:**

*a*: Aceleración en m/s<sup>2</sup>,

*V<sub>f</sub>*: Velocidad final en Km/h,

*V<sub>i</sub>*: Velocidad inicial en Km/h,

*d*: Distancia en m,

*d<sub>i,i-1</sub>*: Distancia entre los puntos “i” e “i-1” en m.

También se calculó el percentil 85, la media y la desviación estándar de la aceleración y desaceleración en base a la velocidad inicial y velocidad final respectivamente. Para este procedimiento se clasificó la velocidad inicial de cada conductor en cada uno de los tramos de estudio en rangos de 5 km/h para calcular el percentil 85, la media y la desviación estándar de la aceleración. En la Tabla 4.3 se presentan las aceleraciones calculadas con respecto a la velocidad inicial.

**Tabla 4.3** Aceleración con respecto a la velocidad inicial

Velocidad inicial (Km/h)	Percentil 85 de la aceleración (m/s <sup>2</sup> )	Aceleración media (m/s <sup>2</sup> )	Desviación Estándar de la aceleración (m/s <sup>2</sup> )
0	0,94	0,76	0,19
5	0,85	0,74	0,17
10	0,92	0,72	0,17
15	0,84	0,66	0,17
20	0,74	0,58	0,14
25	0,41	0,37	0,10
30	0,47	0,35	0,13
35	0,44	0,31	0,10
40	0,44	0,31	0,11
45	0,30	0,20	0,13

**Elaboración:** El autor

De similar forma se realizó con la desaceleración donde se clasificó la velocidad final en rangos de 5 km/h. En la Tabla 4.4 se presentan las desaceleraciones calculadas con respecto a la velocidad final.

**Tabla 4.4** Desaceleración con respecto a la velocidad final

Velocidad final (Km/h)	Percentil 85 de la desaceleración (m/s <sup>2</sup> )	Desaceleración media (m/s <sup>2</sup> )	Desviación Estándar de la desaceleración (m/s <sup>2</sup> )
0	-1,62	-1,43	0,36
5	-1,56	-1,32	0,29
10	-1,65	-1,24	0,37
15	-1,58	-1,15	0,40
20	-1,38	-0,97	0,40
25	-1,19	-0,73	0,40
30	-0,89	-0,50	0,38
35	-0,43	-0,28	0,22
40	-0,59	-0,43	0,23

Elaboración: El autor

#### 4.3. Procesamiento de datos de las variables independientes

Los datos de las variables independientes se recolectaron en el sitio y con la ayuda de los videos grabados de cada recorrido se las procesaron para su respectivo análisis con la variable dependiente. En la Tabla 4.5 se indican las variables independientes consideradas para esta investigación.

**Tabla 4.5** Variables independientes consideradas

Tramo	Longitud de tramo (m)	Número de carriles	Ancho de calzada (m)	Ancho de carril (m)	Presencia de Acera	Presencia de Estacionamiento	Densidad de Objetos por cada 100 m	Uso del suelo
Calle 1	47	1	9,0	4,60	2	2	4,3	Semi-Comercial
Calle 2	48	1	9,0	4,60	2	2	4,2	Semi-Comercial
Calle 3	64	1	9,0	4,60	2	2	3,1	Semi-Comercial
Calle 4	61	1	9,0	4,60	2	2	3,3	Semi-Comercial
Calle 5	107	1	9,0	4,60	2	2	4,7	Comercial
Calle 6	199	2	7,1	3,55	1	0	12,6	Parque
Calle 7	190	2	9,0	3,40	2	1	6,8	Semi-Comercial
Calle 8	226	2	9,0	3,40	2	1	9,3	Institucional
Calle 9	56	2	9,0	3,40	2	1	8,9	Semi-Comercial
Calle 10	55	2	9,0	3,40	2	1	12,7	Semi-Comercial
Calle 11	92	1	9,6	5,20	2	2	4,3	Semi-Comercial
Calle 12	121	1	9,7	5,30	2	2	5,8	Semi-Comercial
Calle 13	101	1	9,7	5,30	2	2	5,9	Comercial

Elaboración: El autor

Los datos de las variables de longitud del tramo, ancho de calzada, ancho de carril, número de carriles, presencia de acera y presencia de estacionamiento se indicaron en el capítulo de plan experimental.

Las variables como densidad de objetos en zonas laterales de la calle y uso del suelo se determinaron con ayuda de los videos grabados por el equipo Garmin. La variable densidad de objetos en zonas laterales de la calles se determinó con el número de objetos como postes de electricidad, árboles y señales de tránsito verticales por cada tramo de estudio. Con la información anterior se encontró la densidad de objetos por cada 100 metros de longitud, aplicando la siguiente relación:

$$DO = \frac{\text{Objetos existentes en el tramo}}{\text{Longitud del tramo}} * 100 \quad (4.2)$$

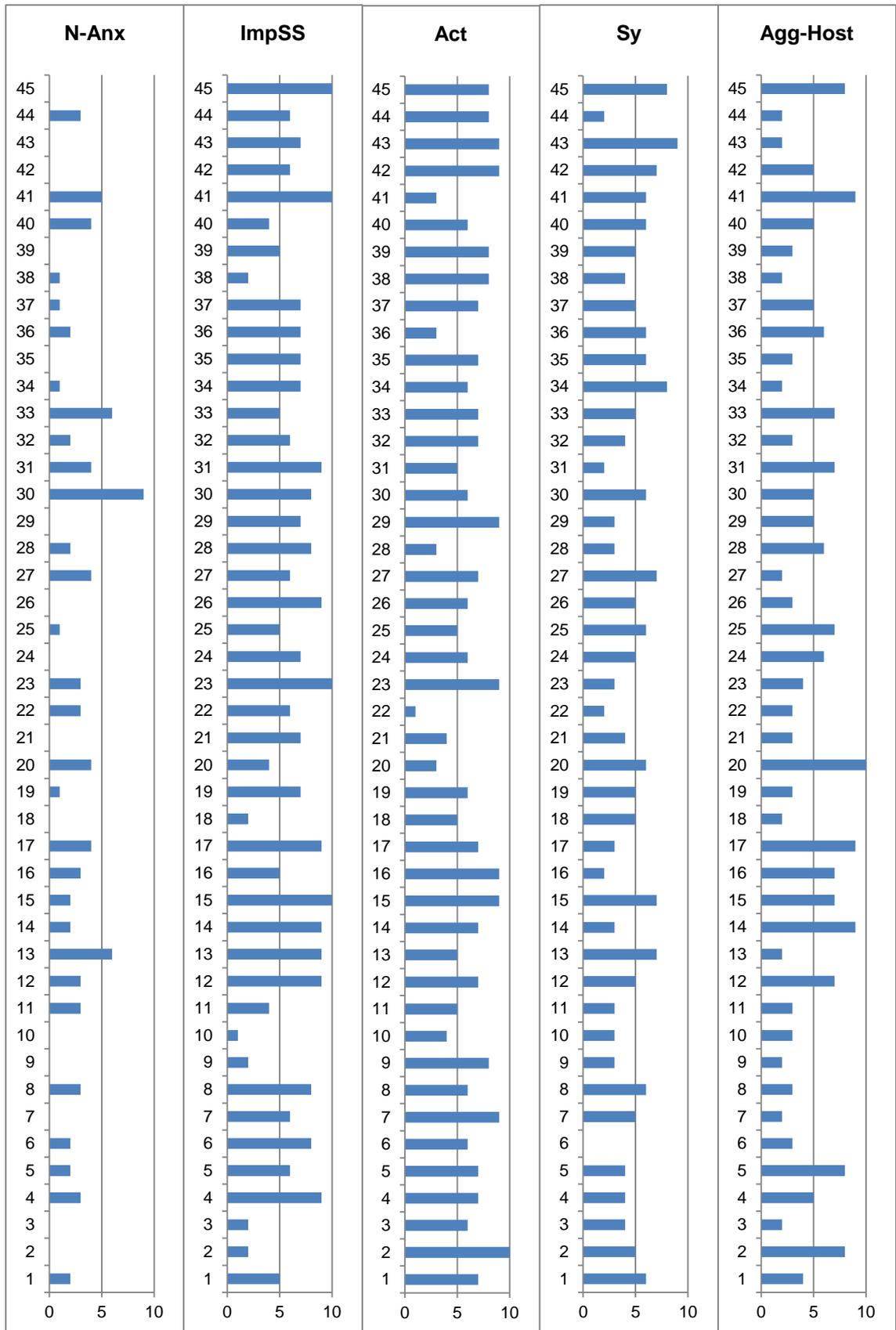
La variable uso del suelo se estableció para cada tramo según la función de la infraestructura urbana existente en el sitio del tramo. Se tomó como base en la siguiente tipología: Residencial, Comercial, Industrial, Institucional y Parques. En algunos tramos se tenía una combinación de locales comerciales con viviendas, por tal razón se utilizó una denominación intermedia entre zona residencial y comercial, nombrada Semi-comercial.

#### **4.4. Procesamiento de datos de las encuestas**

Como se mencionó en el capítulo anterior se aplicaron dos encuestas a los conductores. Estas encuestas fueron ZQPK-50-cc para conocer los rasgos de personalidad y MDSI-S para determinar el estilo de conducción. El procesamiento de datos de estas encuestas consistió en el empleo de un formato en Excel para cuantificar los rasgos de personalidad y los estilos de conducción.

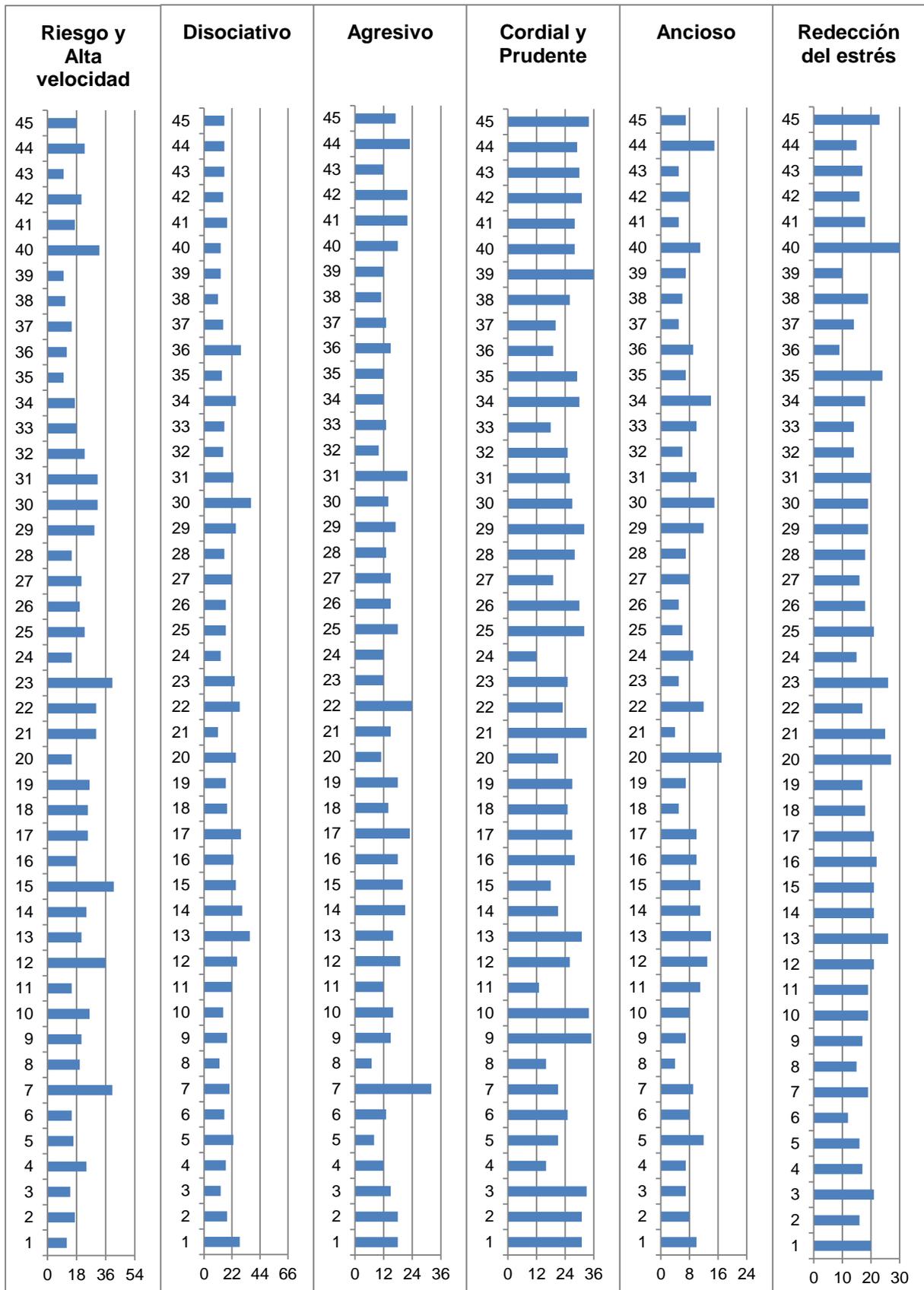
La encuesta ZQPK-50-cc cuenta con 50 preguntas relacionadas a la personalidad y presenta cinco rasgos, cada uno con 10 preguntas. Estos rasgos de personalidad son Agresión – Hostilidad (Agg-Host), Impulsividad – Búsqueda de Sensaciones (ImpSS), Neurotismo – Ansiedad (N-Anx), Sociabilidad (Sy) y Actividad (Act). Las preguntas de esta encuesta se contestan con (V ó F). Los resultados de la encuesta realizada a los 45 conductores se presentan en la Figura 4.3.

La encuesta MDSI-S está más enfocada al estilo de conducción. Esta cuenta con 41 preguntas relacionadas a la conducción y presenta seis estilos de conducción: estilo de riesgo y alta velocidad (9 preguntas), estilo disociativo (11 preguntas), estilo agresivo (6 preguntas), estilo cordial y prudente (6 preguntas), estilo ansioso (4 preguntas) y estilo de reducción de estrés (5 preguntas). Cada pregunta se valora de 1 a 6, siendo 1 un equivalente a nada y 6 un equivalente a mucho. Conociendo esto, se realizó la valoración de cada estilo. Los resultados de la encuesta realizada a los 45 conductores se presentan en la Figura 4.4.



**Figura 4.3** Resultados de la encuesta ZQPK-50-cc aplicada a los conductores

Elaboración: El autor



**Figura 4.4** Resultados de la encuesta MDSI-S aplicada a los conductores

Elaboración: El autor

De acuerdo a los resultados obtenidos, los conductores cuentan un rasgo de personalidad

que predomina, el cual fue el que presentó el valor más alto. Los rasgos más frecuentes en los conductores fueron (ImpSS) y (Act). Estos resultados se indican en la Tabla 4.6.

**Tabla 4.6** Rasgos de personalidad en los conductores

Rasgos de personalidad	%
ImpSS	44,4
Act	42,2
Agg-Host	8,9
N-Anx	2,2
SY	2,2

**Elaboración:** El autor

Al igual que los rasgos de personalidad, los conductores cuentan con un estilo de conducción que predomina. Los estilos de conducción más frecuentes en los conductores fueron el estilo Cordial y prudente, riesgo y alta velocidad y disociativo. En la Tabla 4.7 se presentan estos resultados.

**Tabla 4.7** Estilos de conducción en los conductores

Estilos de conducción	%
Cordial y Prudente	53,3
Riesgo y Alta velocidad	26,7
Disociativo	17,8
Reducción del Estrés	2,2

**Elaboración:** El autor

#### **4.5. Resumen y conclusiones**

En este capítulo se indicó el procesamiento de datos de la variable dependiente, donde se elaboraron los perfiles de velocidad y se calculó aceleración y desaceleración. Luego se calculó el percentil 85 de la velocidad, velocidad media y desviación estándar para cada tramo de estudio. Así mismo se calculó el percentil 85, la media y la desviación estándar de la aceleración y desaceleración.

También se presentó el procesamiento de datos de las variables independientes para ser analizadas en el capítulo análisis de patrones de comportamiento.

De igual manera se realizó el procesamiento de datos de las encuestas aplicadas a los 45 conductores y se presentaron los resultados obtenidos de cada conductor en donde se pudo identificar sus rasgos de personalidad y estilos de conducción.

El resultado obtenido en este capítulo fue una base de datos procesada y adecuada para realizar el análisis de patrones de comportamiento.

**CAPÍTULO 5**  
**ANÁLISIS DE PATRONES DE COMPORTAMIENTO**

### 5.1. Introducción

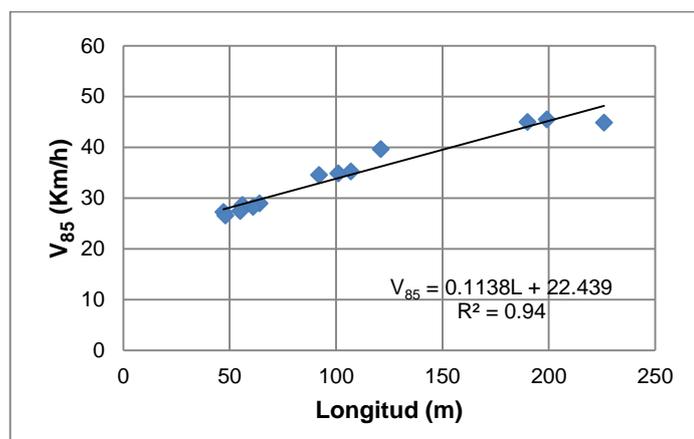
En este capítulo se presenta el análisis de los patrones de comportamiento de la velocidad, aceleración y desaceleración con respecto a las variables independientes consideradas en la presente investigación, correspondientes a las características de las calles, entorno de las calles, conductor y vehículo. Mediante el programa estadístico MINITAB 14.2 (Minitab, 2005) y Microsoft Office Excel 2010 se realizó el análisis de regresión lineal. También se presenta el valor de p para cada variable independiente, el cual indica si esta variable independiente es estadísticamente significativa al 95% de confiabilidad con respecto a la variable dependiente. Además, se presenta la discusión de las velocidades de operación calles urbanas con respecto a las normativas nacionales y reglamentos locales.

Al final se indica un resumen indicando las variables que influyen de manera significativa sobre la velocidad, aceleración y desaceleración.

### 5.2. Análisis de patrones de comportamiento de la velocidad

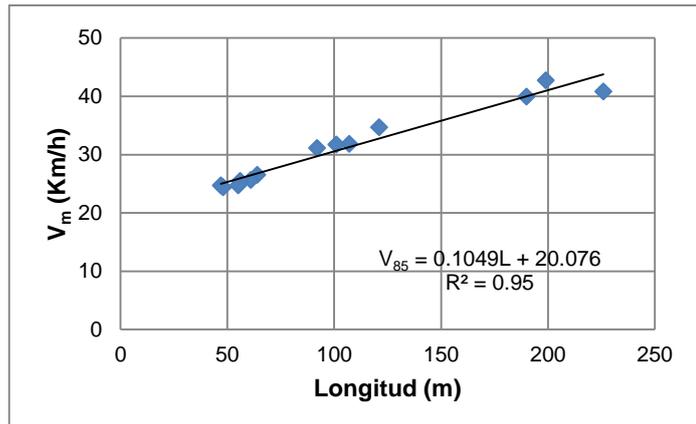
Se analizó el percentil 85 de la velocidad ( $V_{85}$ ), velocidad media ( $V_m$ ) y desviación estándar de la velocidad ( $V_{DE}$ ) con cada una de las variables independientes consideradas en esta investigación.

Las variables correspondientes a las características de las calles como el ancho de calzada, ancho de carril, número de carriles y presencia de acera no resultaron tener una tendencia significativa con la velocidad. La variable presencia de estacionamiento resultó ser significativa con la velocidad media, mientras que la variable longitud del tramo fue la variable más influyente sobre la velocidad. En las Figuras 5.1, 5.2, y 5.3 se presentan los análisis de la longitud de la recta con el percentil 85 de la velocidad, velocidad media y desviación estándar de la velocidad respectivamente, donde se puede observar la fuerte relación entre las variables.



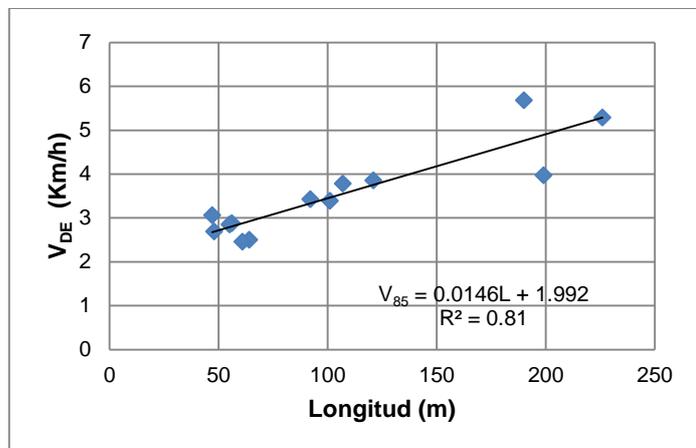
**Figura 5.1** Relación de la velocidad percentil 85 con la longitud de la recta

**Elaboración:** El autor



**Figura 5.2** Relación de la velocidad media con la longitud de la recta

**Elaboración:** El autor



**Figura 5.3** Relación de la desviación estándar de la velocidad con la longitud de la recta

**Elaboración:** El autor

De lo observado en las Figuras 5.1, 5.2 y 5.3, se puede decir que la longitud está asociada positivamente con la velocidad, es decir, que a mayor longitud se tiene mayor velocidad, consistente con el estudio realizado por Dinh y Kubota (2013).

Las variables correspondientes al entorno de las calles tales como la densidad de objetos en zonas laterales de la calle y el uso del suelo presentaron una baja relación con la velocidad. Los valores de p obtenidos mediante el programa estadístico MINITAB 14.2 (Minitab, 2005) para cada variable independiente con respecto a la velocidad se presentan en la Tabla 5.1, donde se tiene que las variables estadísticamente significativas fueron la longitud del tramo para el percentil 85 de la velocidad, velocidad media y desviación estándar de la velocidad y la presencia de estacionamiento solamente para la velocidad media debido a que presentaron un valor p inferior a 0,05, lo cual indica que son estadísticamente significativas al 95% de confiabilidad.

**Tabla 5.1** Valor p de las variables independientes con respecto a la velocidad

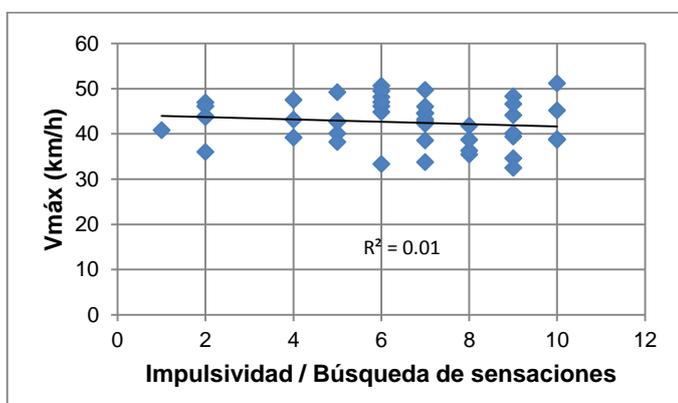
Variables	V <sub>85</sub>	V <sub>m</sub>	V <sub>DE</sub>
L	0,000	0,000	0,000
ACL	0,316	0,207	0,747
ACR	0,384	0,353	0,201
US	0,103	0,067	0,360
DO	0,200	0,171	0,313
NC	0,507	0,576	0,124
PE	0,061	0,043	0,134
PA	0,115	0,065	0,665

L: Longitud (m),  
 ACL: Ancho de calzada (m),  
 ACR: Ancho de carril (m),  
 US: Uso del suelo,  
 DO: Densidad de objetos,  
 NC: Número de carriles,  
 PE: Presencia de estacionamiento,  
 PA: Presencia de acera.

**Elaboración:** El autor

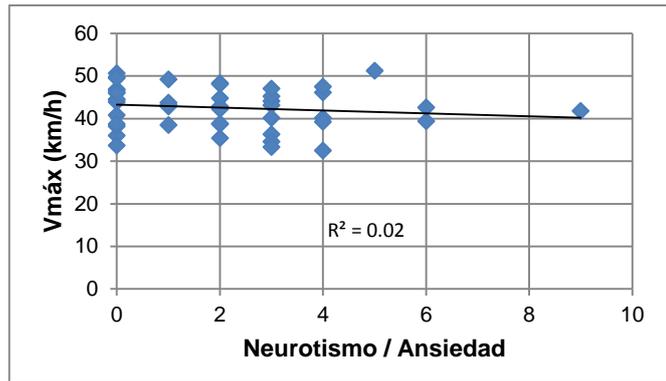
También se realizó el análisis de la relación entre la velocidad y las características del conductor, para lo cual se empleó el resultado de las encuestas ZQPK-50-cc y MDSI-S, y fueron relacionados con la velocidad máxima, velocidad media y desviación estándar de la velocidad de cada conductor, en donde no se encontró ninguna tendencia significativa.

Como ejemplo, la relación entre los resultados de la encuesta ZQPK-50-cc correspondiente a los rasgos de personalidad y la velocidad máxima de cada conductor se muestran en las Figuras desde la 5.4 hasta la 5.8, en donde se puede observar que no existe una tendencia clara entre los rasgos de personalidad y la velocidad máxima del conductor, excepto con los rasgos de Actividad y Sociabilidad donde se observa una tendencia, pero no fue significativa al 95% de confiabilidad. De igual manera sucedió para la velocidad media y desviación estándar de la velocidad, razón por la cual se decidió descartar las variables relacionadas a la personalidad del conductor.



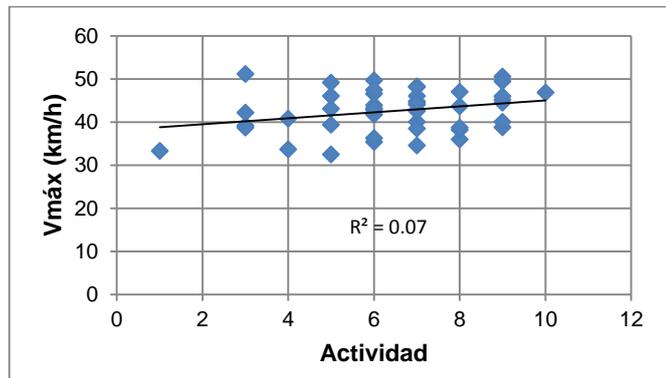
**Figura 5.4** Relación de Impulsividad/Búsqueda de sensaciones con velocidad máxima

**Elaboración:** El autor



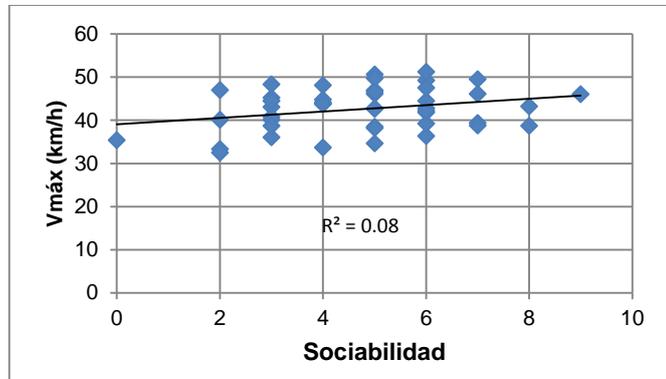
**Figura 5.5** Relación de Neurotismo/Ansiedad con velocidad máxima

Elaboración: El autor



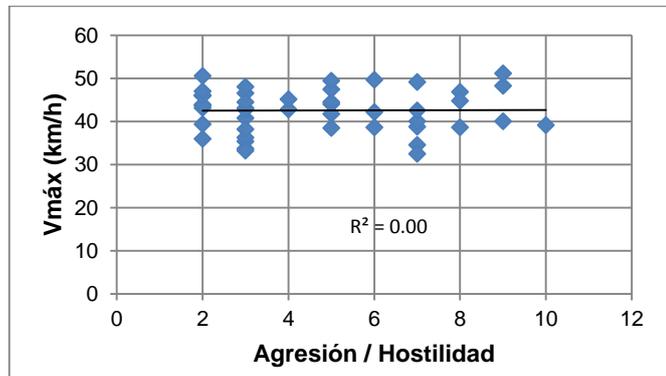
**Figura 5.6** Relación de Actividad con velocidad máxima

Elaboración: El autor



**Figura 5.7** Relación de Sociabilidad con velocidad máxima

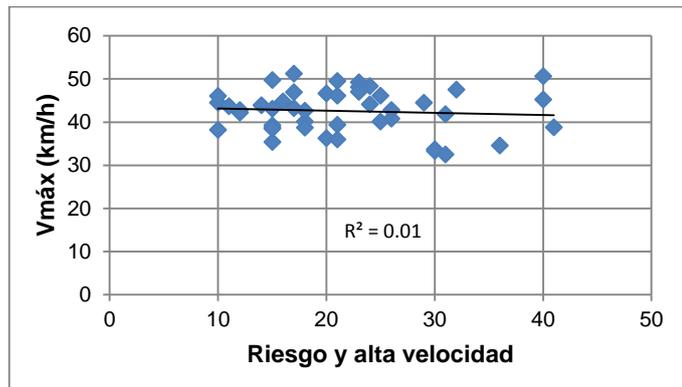
Elaboración: El autor



**Figura 5.8** Relación de Agresión/Hostilidad con velocidad máxima

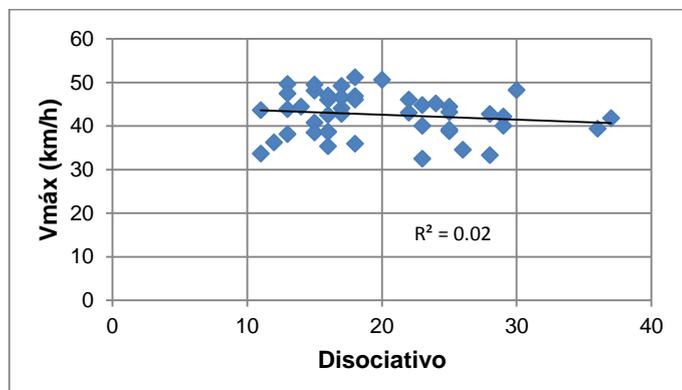
Elaboración: El autor

En las Figuras desde la 5.9 hasta la 5.14 se exponen los resultados obtenidos del análisis de la encuesta MDSI-S, correspondiente a los estilos de conducción, con respecto a la velocidad máxima de cada conductor, en donde no se encontró ninguna tendencia estadísticamente significativa. Similares dispersiones se encontraron en la relación de los estilos de conducción con la velocidad media y desviación estándar de la velocidad. En estas gráficas tampoco se encontró una tendencia significativa, por lo que también se descartó la influencia de los estilos de conducción sobre la velocidad, por consiguiente los rasgos de personalidad y estilos de conducción no tuvieron influencia significativa sobre la velocidad en calles rectas urbanas.



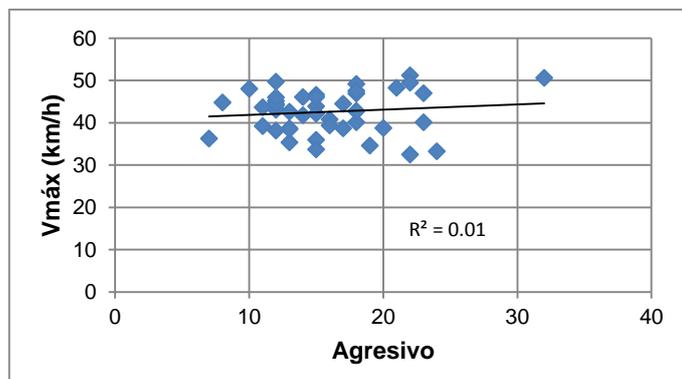
**Figura 5.9** Relación de Riesgo y alta velocidad con velocidad máxima

**Elaboración:** El autor



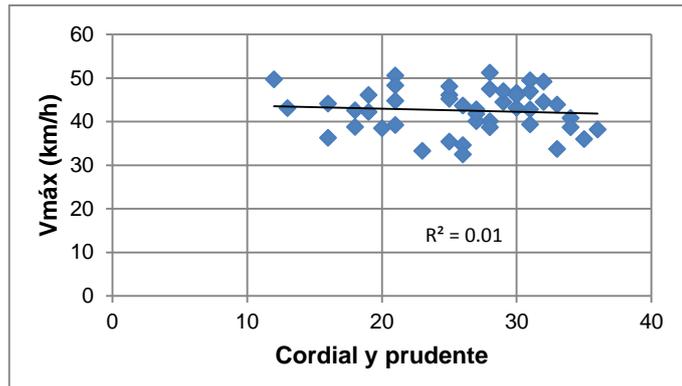
**Figura 5.10** Relación de Disociativo con velocidad máxima

**Elaboración:** El autor



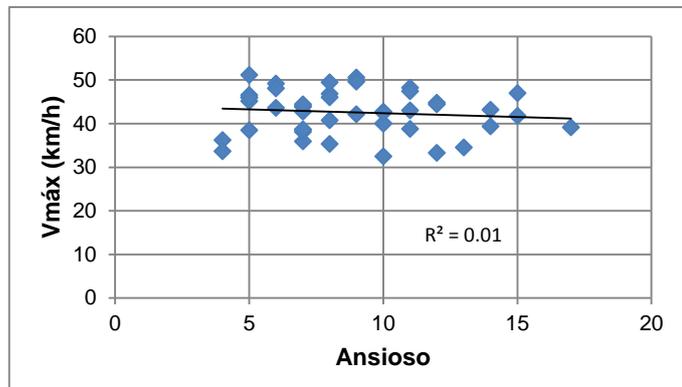
**Figura 5.11** Relación de Agresivo con velocidad máxima

**Elaboración:** El autor



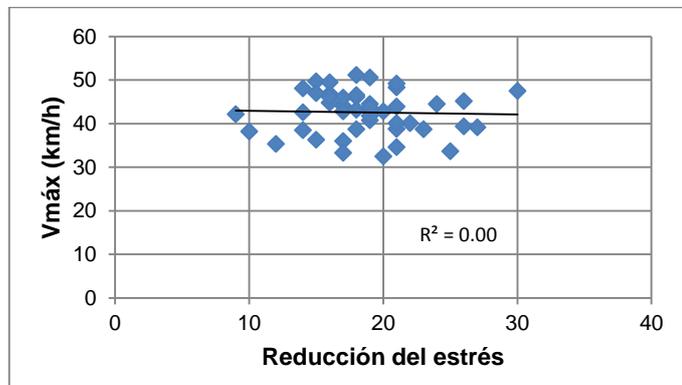
**Figura 5.12** Relación de Cordial y prudente con velocidad máxima

**Elaboración:** El autor



**Figura 5.13** Relación de Ansioso con velocidad máxima

**Elaboración:** El autor

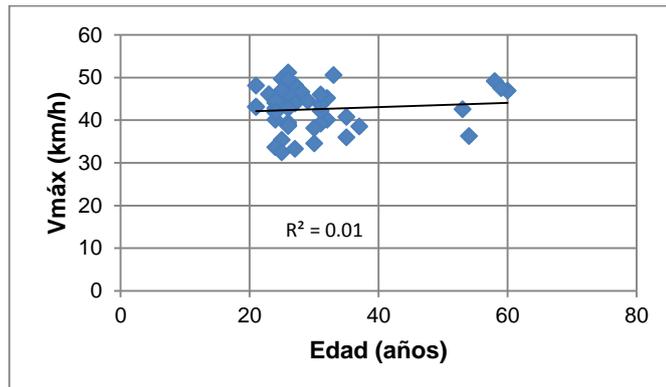


**Figura 5.14** Relación de Reducción del estrés con velocidad máxima

**Elaboración:** El autor

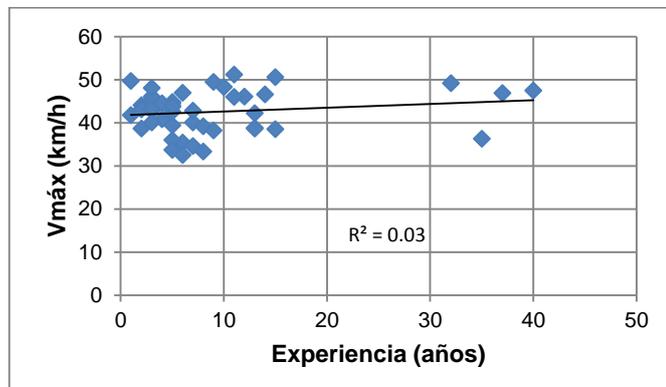
Para completar el análisis de los conductores se consideró la edad, género y experiencia en la conducción de cada conductor, las cuales se relacionaron con la velocidad máxima, velocidad media y desviación estándar de cada conductor. A modo de ejemplo se presentan las gráficas entre la velocidad máxima y las variables de los conductores. En la Figura 5.15 se presenta la relación entre edad y velocidad máxima, en la Figura 5.16 la relación entre experiencia en la conducción y velocidad máxima y en la Figura 5.17 la relación de velocidad máxima con respecto al género, en el cual el género femenino fue representado por el valor 1 y el género masculino fue representado por el valor 2, en donde se puede observar que el género masculino conduce a una velocidad promedio ligeramente más alta

que el género femenino.



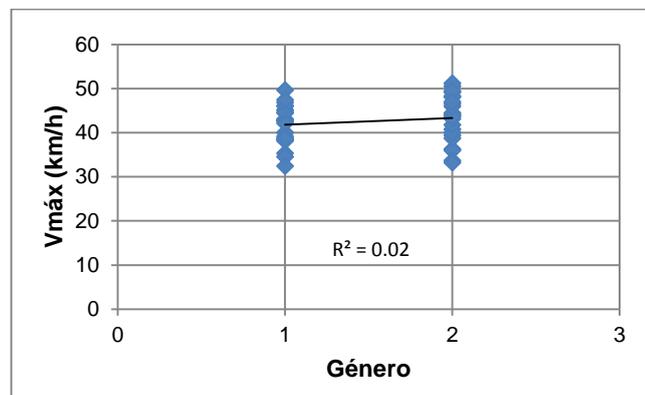
**Figura 5.15** Relación de Edad de conductor con velocidad máxima

Elaboración: El autor



**Figura 5.16** Relación de Experiencia en la conducción con velocidad máxima

Elaboración: El autor



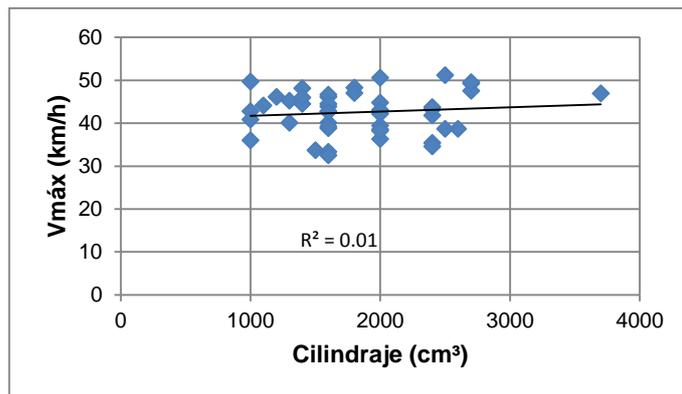
**Figura 5.17** Relación de la velocidad máxima según el género

Elaboración: El autor

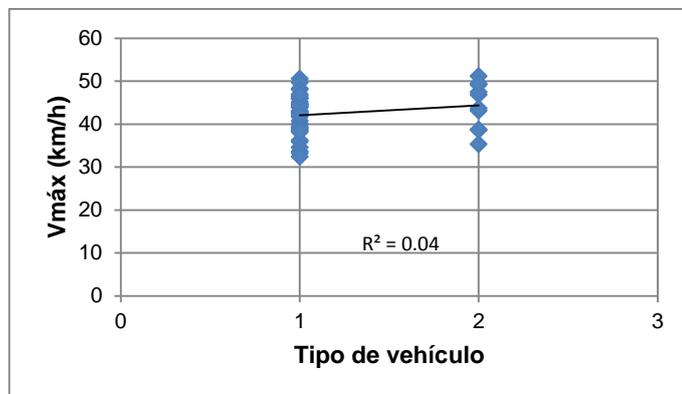
Luego del análisis de las características del conductor con respecto a la velocidad, no se encontró una tendencia estadísticamente significativa. Este resultado tal cual como se analizó en esta investigación indica que la influencia del conductor sobre la velocidad en calles urbanas es baja, por tal motivo no se la consideró como una variable significativa y se descartó su influencia sobre la velocidad en zonas urbanas.

Las características de los vehículos como cilindraje, marca, año de fabricación y tipo también fueron analizados con respecto a la velocidad máxima, velocidad media y

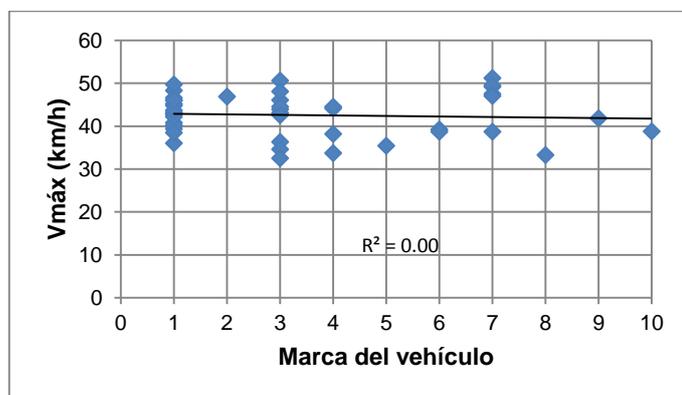
desviación estándar de la velocidad. Por ejemplo en las Figuras desde la 5.18 hasta la 5.21 se presentan las relaciones de las características del vehículo con respecto a la velocidad máxima de cada conductor. En donde se puede observar que no existe relación significativa entre las características del vehículo y velocidades máximas. En la Figura 5.19 de tipo de vehículo, el valor 1 representa los autos y el valor 2 representa las camionetas. De igual forma sucedió en la relación entre las características del vehículo con la velocidad media y la desviación estándar de la velocidad, por lo tanto las características del vehículo no fueron variables significativas sobre la velocidad.



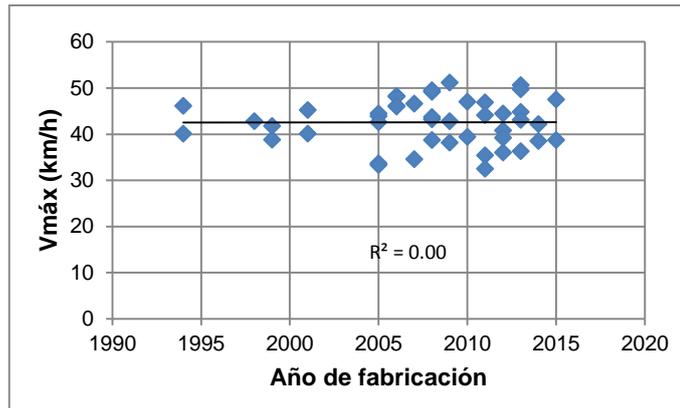
**Figura 5.18** Relación de Cilindraje con velocidad máxima  
**Elaboración:** El autor



**Figura 5.19** Relación de Tipo del vehículo con velocidad máxima  
**Elaboración:** El autor



**Figura 5.20** Relación de la Marca del vehículo con velocidad máxima  
**Elaboración:** El autor



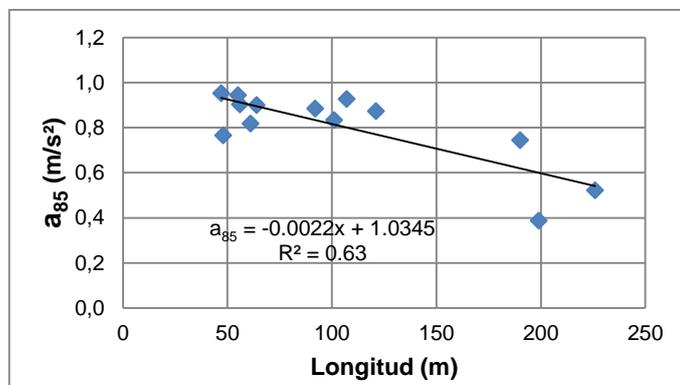
**Figura 5.21** Relación del Año de fabricación de vehículo con velocidad máxima  
**Elaboración:** El autor

En la Figura 5.20 se indica la relación entre la velocidad máxima y la marca del vehículo, donde cada marca de vehículo fue representada por un valor. El valor correspondiente a cada marca de vehículo se asignó de la siguiente manera: Chevrolet (1), Ford (2), Hyundai (3), Kia (4), Nissan (5), Mazda (6), Toyota (7), Renault (8), Mitsubishi (9), Daewoo (10).

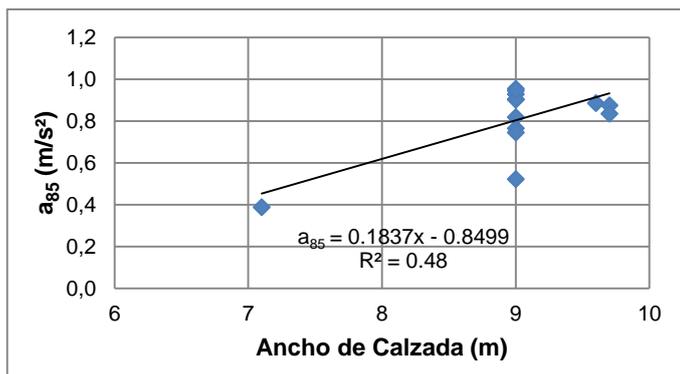
### 5.3. Análisis de patrones de comportamiento de la aceleración

Similar al análisis de patrones de comportamiento de la velocidad, se realizó un análisis del percentil 85 de la aceleración ( $a_{85}$ ), aceleración media ( $a_m$ ) y desviación estándar de la aceleración ( $a_{DE}$ ) con cada una de las variables independientes.

Las variables ancho de carril, número de carriles y densidad de objetos no presentaron una relación significativa con respecto a la aceleración. Por el contrario las variables longitud de la recta, ancho de calzada, uso del suelo, presencia de estacionamiento y presencia de acera resultaron tener una tendencia significativa. En las Figuras desde la 5.22 hasta la 5.26 se presentan las gráficas de la relación de las variables que resultaron significativas con el percentil 85 de la aceleración. En la Figura 5.24 donde se muestra la relación entre el percentil 85 de la aceleración y el uso del suelo, se empleó los indicadores de uso del suelo presentados en la Tabla 5.2.

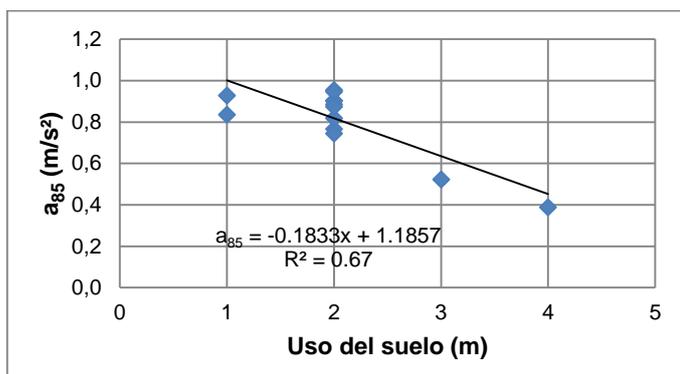


**Figura 5.22** Relación de longitud de recta con el percentil 85 de la aceleración  
**Elaboración:** El autor



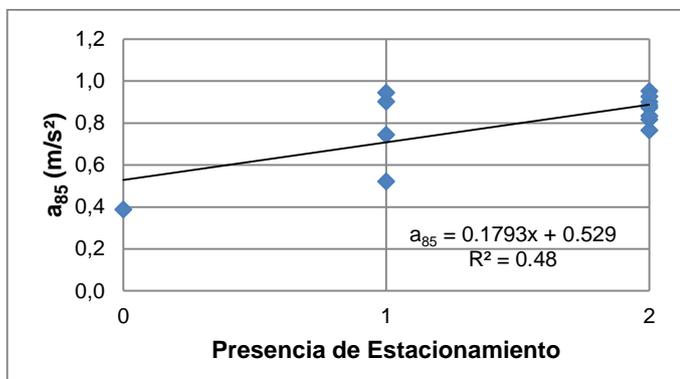
**Figura 5.23** Relación del ancho de calzada con el percentil 85 de la aceleración

Elaboración: El autor



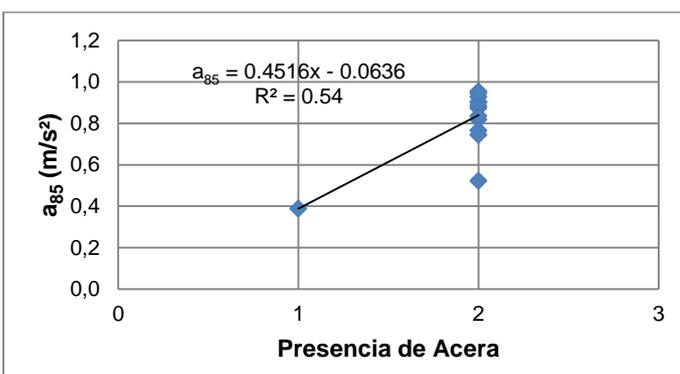
**Figura 5.24** Relación del uso del suelo con el percentil 85 de la aceleración

Elaboración: El autor



**Figura 5.25** Relación de presencia de estacionamiento con el percentil 85 de la aceleración

Elaboración: El autor



**Figura 5.26** Relación de presencia de acera con el percentil 85 de la aceleración

Elaboración: El autor

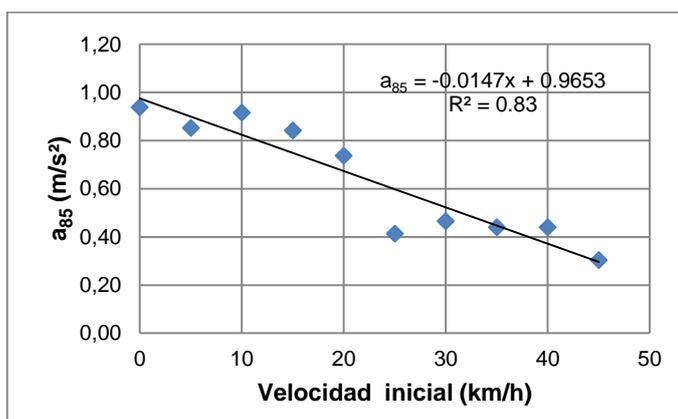
En el capítulo anterior de procesamiento de datos se indicó el uso del suelo de cada tramo, pero para efectos del análisis se asignó un indicador a cada uso de suelo, como se muestra en la Tabla 5.2.

**Tabla 5.2** Indicador de los usos del suelo

Uso del suelo	Indicador
Comercial	1
Semi-Residencial	2
Institucional	3
Área verde	4

**Elaboración:** El autor

En el capítulo de procesamiento de datos se clasificó la velocidad inicial en intervalos de 5 km/h para realizar el cálculo de la aceleración con respecto a la velocidad inicial. En la Figura 5.27 se presenta la gráfica de la relación entre velocidad inicial y el percentil 85 de la aceleración.



**Figura 5.27** Relación de la velocidad inicial con el percentil 85 de la aceleración

**Elaboración:** El autor

En la gráfica de la Figura 5.27 se puede observar que la variable velocidad inicial presenta una tendencia estadísticamente significativa con el percentil 85 de la aceleración. Lo mismo ocurrió con la aceleración media y la desviación estándar. Por esta razón la velocidad inicial es estadísticamente significativa con la aceleración.

De igual manera al análisis de patrones de comportamiento de la velocidad se obtuvieron los valores de p mediante el programa estadístico MINITAB 14.2 (Minitab, 2005) para cada variable independiente con respecto a la aceleración. Estos valores se presentan en la Tabla 5.3. En donde se obtuvo que las variables estadísticamente significativas fueron la longitud del tramo, uso del suelo y velocidad inicial para el percentil 85 de la aceleración, aceleración media y desviación estándar de la aceleración; las variables ancho de calzada, presencia de estacionamiento y la presencia de acera fueron significativas para el percentil 85 de la aceleración y aceleración media. Sin embargo la variable estadísticamente más significativa fue la velocidad inicial.

**Tabla 5.3** Valor p de las variables independientes con respecto a la aceleración

Variables	$a_{85}$	$a_m$	$a_{DE}$
L	0,001	0,000	0,022
ACL	0,010	0,007	0,344
ACR	0,143	0,083	0,548
US	0,001	0,001	0,038
DO	0,092	0,079	0,123
NC	0,726	0,581	0,668
PE	0,008	0,005	0,070
PA	0,004	0,006	0,081
VI	0,000	0,000	0,003

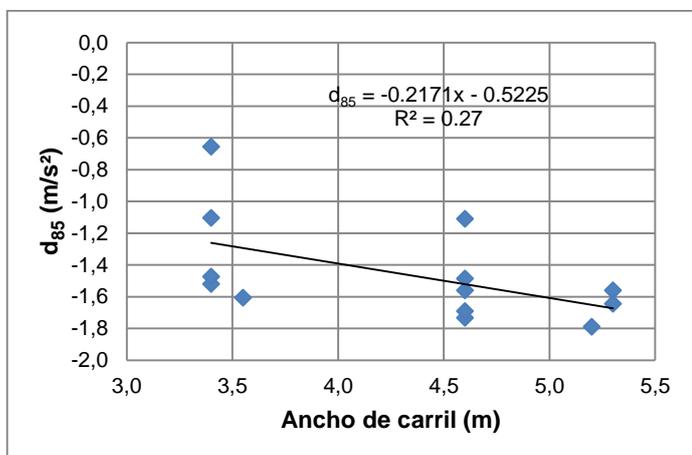
L: Longitud (m),  
 ACL: Ancho de calzada (m),  
 ACR: Ancho de carril (m),  
 US: Uso del suelo,  
 DO: Densidad de objetos,  
 NC: Número de carriles,  
 PE: Presencia de estacionamiento,  
 PA: Presencia de acera,  
 VI: Velocidad inicial (km/h),

Elaboración: El autor

#### 5.4. Análisis de patrones de comportamiento de la desaceleración

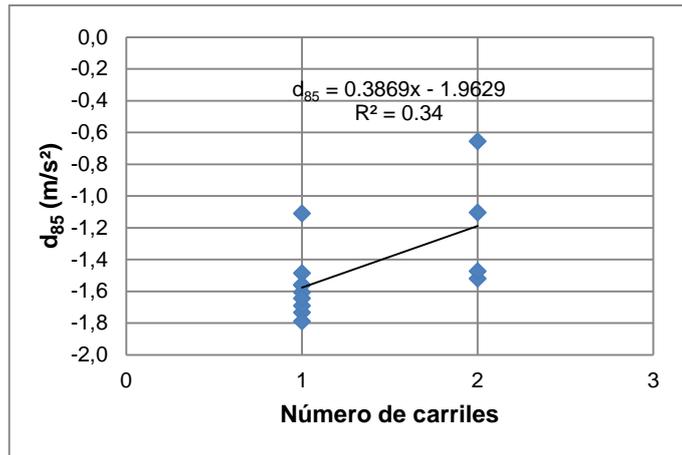
Se analizó el percentil 85 de la desaceleración ( $d_{85}$ ), desaceleración media ( $d_m$ ) y la desviación estándar de la desaceleración ( $d_{DE}$ ) con cada una de las variables independientes.

Las variables longitud de la recta, ancho de calzada, uso del suelo, densidad de objetos, presencia de estacionamiento y presencia de acera no presentaron tendencia alguna. Por otro lado las variables que presentaron cierto grado de tendencia fueron el ancho de carril con respecto a la desaceleración media y el número de carriles con respecto al percentil 85 de la desaceleración. En las Figuras 5.28 y 5.29 se muestran las gráficas de la relación entre las variables significativas y el percentil 85 de la desaceleración.



**Figura 5.28** Relación del ancho de carril con el percentil 85 de la desaceleración

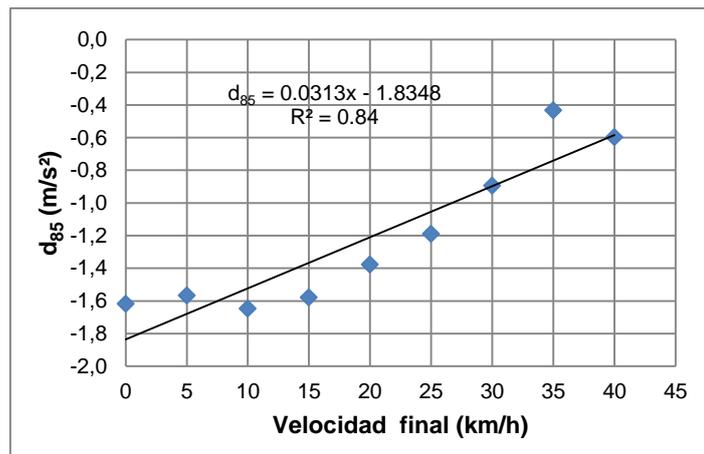
Elaboración: El autor



**Figura 5.29** Relación del número de carriles con el percentil 85 de la desaceleración

**Elaboración:** El autor

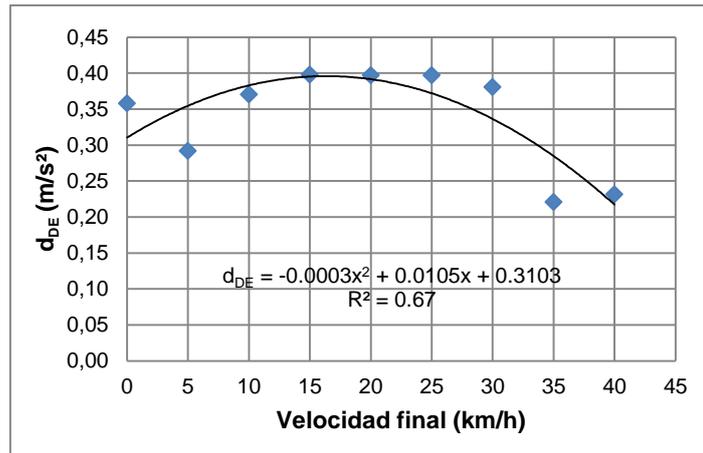
De igual forma que la aceleración, en el capítulo de procesamiento de datos se clasificó la velocidad final en intervalos de 5 km/h para realizar el cálculo de la desaceleración con respecto a la velocidad final. La gráfica de la relación entre la velocidad final y el percentil 85 de la desaceleración se presenta en la Figura 5.30.



**Figura 5.30** Relación de velocidad final con el percentil 85 de la desaceleración

**Elaboración:** El autor

Como se puede observar en la gráfica de la Figura 5.30, la variable velocidad final presenta una tendencia lineal estadísticamente significativa con el percentil 85 de la desaceleración. Lo mismo sucedió con la desaceleración media, pero no con la desviación estándar. Para la distribución de puntos de la desviación estándar de la desaceleración se ajustó una línea curva de segundo orden, tal como se muestra en la Figura 5.31. Por lo tanto la velocidad final fue estadísticamente significativa con respecto a la desaceleración.



**Figura 5.31** Relación de velocidad final con la desviación estándar de la desaceleración

**Elaboración:** El autor

Para concluir el análisis de patrones de la desaceleración, se presentan en la Tabla 5.4 los valores de p obtenidos para cada variable independiente con respecto a la desaceleración. En donde se tuvo que la variable ancho de carril fue estadísticamente significativa con la desaceleración media; la variable número de carriles fue estadísticamente significativa con el percentil 85 de la desaceleración y la velocidad final fue la variable estadísticamente más significativa sobre el percentil 85 de la desaceleración, desaceleración media y desviación estándar de la desaceleración.

**Tabla 5.4** Valor p de las variables independientes con respecto a la desaceleración

Variables	d <sub>85</sub>	d <sub>m</sub>	d <sub>ED</sub>
L	0,121	0,051	0,998
ACL	0,877	0,361	0,239
ACR	0,064	0,048	0,666
US	0,591	0,360	0,631
DO	0,690	0,678	0,815
NC	0,034	0,114	0,149
PE	0,308	0,185	0,971
PA	0,637	0,824	0,236
VF	0,000	0,000	0,025

**L:** Longitud (m),  
**ACL:** Ancho de calzada (m),  
**ACR:** Ancho de carril (m),  
**US:** Uso del suelo,  
**DO:** Densidad de objetos,  
**NC:** Número de carriles,  
**PE:** Presencia de estacionamiento,  
**PA:** Presencia de acera,  
**VF:** Velocidad final (km/h).

**Elaboración:** El autor

Como resultado final del análisis de patrones de comportamiento se presenta en la Tabla 5.5 las variables independientes que resultaron estar relacionadas con la velocidad, aceleración y desaceleración en calles rectas urbanas.

**Tabla 5.5** Cuadro de variables que influyen en la velocidad, aceleración y desaceleración

Variables	V <sub>85</sub>	a <sub>85</sub>	d <sub>85</sub>	V <sub>m</sub>	a <sub>m</sub>	d <sub>m</sub>	V <sub>DE</sub>	a <sub>DE</sub>	d <sub>ED</sub>
L	X	X	-	X	X	-	X	X	-
ACL	-	X	-	-	X	-	-	-	-
ACR	-	-	-	-	-	X	-	-	-
US	-	X	-	-	X	-	-	X	-
NC	-	-	X	-	-	-	-	-	-
PE	-	X	-	X	X	-	-	-	-
PA	-	X	-	-	X	-	-	-	-
VI	-	X	-	-	X	-	-	X	-
VF	-	-	X	-	-	X	-	-	X

L: Longitud (m),  
 ACL: Ancho de calzada (m),  
 ACR: Ancho de carril (m),  
 US: Uso del suelo,  
 DO: Densidad de objetos,  
 NC: Número de carriles,  
 PE: Presencia de estacionamiento,  
 PA: Presencia de acera,  
 VI: Velocidad inicial (km/h),  
 VF: Velocidad final (km/h).

**Elaboración:** El autor

### 5.5. Discusión de velocidades desarrolladas en calles urbanas

En esta investigación se comparó la velocidad de operación con respecto a los reglamentos nacionales y locales.

La velocidad de operación obtenida en los tramos de estudio seleccionados que corresponden a calles urbanas locales estuvo por debajo del límite de velocidad establecido por el Reglamento General para la Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (2012), que indica que el límite de velocidad en calles urbanas es de 50 km/h. Sin embargo, como se trata de calles urbanas locales se debe regir en base al límite de velocidad pertinente para esta clasificación de vías, el cual es de 30 km/h, según el Reglamento Local de Construcciones y Ornato para el Cantón Loja (2008). Por lo tanto en calles urbanas locales se producen excesos de velocidad con respecto al límite de velocidad establecido para este tipo de vías.

### 5.6. Resumen y conclusiones

En este capítulo se presentó el análisis de las variables independientes en función de la velocidad, aceleración y desaceleración. Se encontró que ciertas variables de las características de las calles y entorno de la calle influyen sobre la velocidad, aceleración y desaceleración. Las variables que resultaron influyentes fueron:

Longitud: presenta una tendencia significativa con la velocidad y aceleración.

Ancho de calzada: presenta relación significativa con la aceleración.

Ancho de carril: presenta tendencia significativa con la desaceleración.

Uso del suelo: presenta una tendencia con respecto a la aceleración.

Número de carriles: presenta cierta tendencia con la desaceleración.

Presencia de estacionamiento: presenta relación significativa con la velocidad y aceleración.

Presencia de acera: presenta una relación con la aceleración.

Sin embargo para la aceleración la variable estadísticamente más significativa fue la velocidad inicial, al igual que para la desaceleración la variable estadísticamente más significativa fue la velocidad final.

Por otro lado se obtuvo como resultado que el conductor y el vehículo no influyen significativamente sobre la velocidad en calles rectas urbanas, por tal motivo se descartaron estas variables.

**CAPÍTULO 6**  
**CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE MODELOS**

## 6.1. Introducción

En este capítulo se presenta la calibración y validación de los modelos de velocidad, aceleración y desaceleración. En primer lugar se detalla la calibración de los modelos y posteriormente la validación de los modelos calibrados.

En esta investigación se calibraron 9 modelos mediante el análisis de regresión lineal y regresión cuadrática. La regresión lineal se utilizó para calibrar los modelos de percentil 85 de la velocidad, velocidad media, desviación estándar de la velocidad, percentil 85 de la aceleración, aceleración media, desviación estándar de la aceleración, percentil 85 de la desaceleración y desaceleración media, mientras que la regresión cuadrática se utilizó solamente para la desviación estándar de la desaceleración.

## 6.2. Calibración de modelos

Los modelos de velocidad, aceleración y desaceleración se calibraron en base a las variables independientes que resultaron ser influyentes en el capítulo de análisis de patrones de comportamiento. Se empleó la regresión lineal y regresión cuadrática como técnica estadística para calibrar los modelos, mediante el programa estadístico MINITAB 14.2 (Minitab, 2005). Además se presenta el valor p de cada variable independiente que se incluyó en los modelos generados.

### 6.2.1. Modelos de velocidad

Se calibraron modelos de percentil 85 de la velocidad, velocidad media y desviación estándar de la velocidad. La variable con la que se calibraron los modelos fue la longitud de recta ( $p=0,000$ ), la cual resultó ser la variable estadísticamente más significativa al 95% de confiabilidad. En la Tabla 6.1 se presentan los modelos de velocidad generados, donde se indica el rango de aplicación de la ecuación y su coeficiente de determinación ajustado.

**Tabla 6.1** Cuadro de las ecuaciones de predicción de la velocidad

Rango de longitud de recta (m)	Ecuación de predicción	$R^2$ aj	Nº de ecuación
47 – 226	$V_{85} = 22,4 + 0,114 L$	0,94	(6.1)
47 – 226	$V_m = 20,1 + 0,105 L$	0,95	(6.2)
47 – 226	$V_{DE} = 1,99 + 0,0146 L$	0,79	(6.3)
$V_{85}$ = Percentil 85 de la velocidad en km/h, $V_m$ = Velocidad media en km/h, $V_{DE}$ = Desviación estándar de la velocidad en km/h, $L$ = Longitud en m, $R^2_{aj}$ = Coeficiente de determinación ajustado.			

Elaboración: El autor

### 6.2.2. Modelos de aceleración

También se calibraron modelos de percentil 85 de la aceleración, aceleración media y desviación estándar de la aceleración. Las variables con las que se realizó la calibración fueron la longitud de recta ( $p=0,006$ ), uso del suelo ( $p=0,004$ ) y velocidad inicial ( $p=0,000$ ).

Las cuales resultaron ser variables estadísticamente significativa al 95% de confiabilidad. Sin embargo, el modelo con el mejor coeficiente de determinación, incluyó solamente la variable velocidad inicial. Los modelos de aceleración calibrados se presentan en la Tabla 6.2 con su respectivo el rango de aplicación y su coeficiente de determinación ajustado.

**Tabla 6.2** Cuadro de las ecuaciones de predicción de la aceleración

Rango de velocidad inicial (km/h)	Ecuación de predicción	$R^2$ aj	N° de ecuación
0 – 45	$a_{85} = 0,975 - 0,0151 Vi$	0,86	(6.4)
0 – 45	$a_m = 0,807 - 0,0136 Vi$	0,93	(6.5)
0 – 45	$a_{DE} = 0,181 - 0,00178 Vi$	0,65	(6.6)
$a_{85}$ = Percentil 85 de la aceleración en m/s <sup>2</sup> , $a_m$ = Aceleración media en m/s <sup>2</sup> , $a_{DE}$ = Desviación estándar de la aceleración en m/s <sup>2</sup> , $Vi$ = Velocidad inicial en km/h, $R^2_{aj}$ = Coeficiente de determinación ajustado.			

**Elaboración:** El autor

### 6.2.3. Modelos de desaceleración

Se calibraron modelos del percentil 85 de la desaceleración, desaceleración media y desviación estándar de la desaceleración. Las variables con las que se realizó la calibración del modelo fueron ancho de carril (p=0,048), número de carriles (p=0,034) y velocidad final (p=0,000), de las cuales la velocidad final fue la única variable que se incluyó en el modelo debido a que presentó el coeficiente de determinación más alto. Los modelos de desaceleración se indican en la Tabla 6.3 con su respectivo rango de aplicación y coeficiente de determinación ajustado. La desviación estándar de la desaceleración se calibró mediante un modelo de regresión cuadrática, donde la única variable que resulto estadísticamente significativa fue la velocidad final (p=0,025), la cual se la incluyó en el modelo.

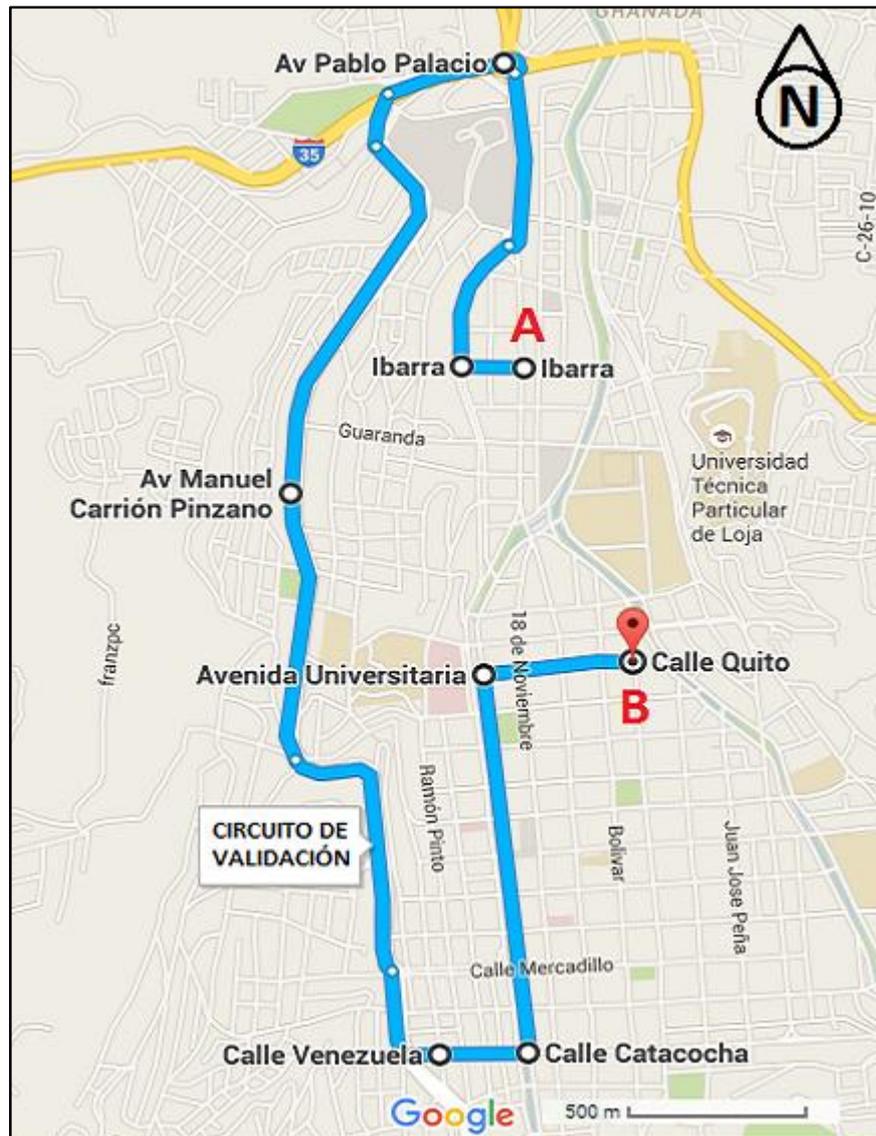
**Tabla 6.3** Cuadro de las ecuaciones de predicción de la desaceleración

Rango de velocidad final (km/h)	Ecuación de predicción	$R^2$ aj	N° de ecuación
0 – 45	$d_{85} = -1,84 + 0,0314 Vf$	0,83	(6.7)
0 – 45	$d_m = -1,50 + 0,0301 Vf$	0,94	(6.8)
0 – 45	$d_{DE} = 0,3104 + 0,01064 Vf - 0,000325 Vf^2$	0,57	(6.9)
$d_{85}$ = Percentil 85 de la desaceleración en m/s <sup>2</sup> , $d_m$ = Desaceleración media en m/s <sup>2</sup> , $d_{DE}$ = Desviación estándar de la desaceleración en m/s <sup>2</sup> , $Vf$ = Velocidad final en km/h, $R^2_{aj}$ = Coeficiente de determinación ajustado.			

**Elaboración:** El autor

### 6.3. Datos para la validación

Para realizar la validación de los modelos calibrados se seleccionó un nuevo circuito en donde se recolectaron datos de velocidad y de las variables independientes que se incluyeron en los modelos. Este circuito abarcó 8 tramos de estudio. En la Figura 6.1 se indica el circuito seleccionado, donde se puede observar el punto A que es el punto de partida en la intersección de la Avenida Gran Colombia e Ibarra y el punto B que es el punto de llegada en la intersección de las calles Quito y Bernardo Valdivieso.



**Figura 6.1** Circuito para la validación de los modelos calibrados

**Fuente:** Google Maps

**Elaboración:** El autor

El circuito indicado en la Figura 6.1 tiene una longitud aproximada de 6,8 Km y el tiempo de recorrido fluctuó entre 15 a 20 minutos dependiendo de las condiciones del tránsito.

Los tramos de estudio para la validación fueron de características similares a los tramos de estudio para la calibración de los modelos. En la Tabla 6.4 se indican los tramos de estudio para la validación con el nombre de calle principal, y también el nombre de la calle

transversal inicial y final del tramo.

**Tabla 6.4** Tramos de estudio para la validación

Tramo	Nombre	De	Hasta
Calle 1	Ibarra	Av. Gran Colombia	Ambato
Calle 2	Venezuela	José María Peña	Ramón Pinto
Calle 3	Venezuela	Ramón Pinto	Lauro Guerrero
Calle 4	Venezuela	Lauro Guerrero	Manuel José Aguirre
Calle 5	Venezuela	Manuel José Aguirre	Av. Manuel Agustín Aguirre
Calle 6	Quito	Av. Universitaria	18 de Noviembre
Calle 7	Quito	Sucre	Bolívar
Calle 8	Quito	Bolívar	Bernardo Valdivieso

Elaboración: El autor

Asimismo, en la Tabla 6.5 se presentan las características de los tramos de estudio para la validación.

**Tabla 6.5** Características de los tramos de estudio para la validación

Tramo	Longitud de tramo (m)	Número de carriles	Ancho de calzada (m)	Ancho de carril (m)	Presencia de Estacionamiento
Calle 1	82	2	9,0	3,4	1
Calle 2	65	1	9,0	4,6	2
Calle 3	65	1	9,0	4,6	2
Calle 4	48	1	9,0	4,6	2
Calle 5	47	1	9,0	4,6	2
Calle 6	100	1	7,0	4,8	1
Calle 7	112	1	5,5	3,3	1
Calle 8	93	1	5,2	3,0	1

Elaboración: El autor

Se puede observar en la tabla 6.5 que los tramos elegidos para la validación cumplen con el rango de aplicación de la ecuación, el mismo que fue de 47 m – 226 m de longitud.

Participaron 6 conductores en el recorrido del circuito de validación, de los cuales 3 fueron hombres y 3 mujeres, debido a que la muestra utilizada para la calibración de los modelos estuvo compuesta con el 51% de hombres y el 49% mujeres. Las características de los conductores se presentan en la Tabla 6.6.

**Tabla 6.6** Características de los conductores para la validación

N° de conductores	Genero		Edad	Años de experiencia de conducción (años)
	Masculino	Femenino		
1	-	X	28	8
2	X	-	26	9
3	-	X	27	6
4	X	-	25	5
5	X	-	27	9
6	-	X	25	6

Elaboración: El autor

Estos conductores también respondieron las encuestas ZQPK-50-cc y MDSI-S.

Cada conductor realizó el recorrido en su propio vehículo. Las características de cada uno de los vehículos se presentan en la Tabla 6.7.

**Tabla 6.7** Características de los vehículos para la validación

Marca del vehículo	Tipo de vehículo		Cilindraje (cm <sup>3</sup> )	Año de fabricación	Última revisión (días)
	Auto	Camioneta			
TOYOTA	-	X	2700	2008	45
TOYOTA	-	X	2700	2008	45
HYUNDAI	X	-	1600	2005	50
HYUNDAI	X	-	1600	2004	30
CHEVROLET	X	-	2000	2011	90
CHEVROLET	X	-	1400	2008	60

**Elaboración:** El autor

Se empleó el equipo de medición Garmin Dash Cam 20 para la toma de datos de velocidad, los cuales se realizaron los días sábado y domingo dentro del horario de 14:00 a 18:00 horas, tal como se realizó la recolección de datos para la calibración de los modelos.

El procesamiento de los datos de velocidad obtenidos para la validación de los modelos se realizó de la misma manera que el procesamiento de datos para la calibración de los modelos. Se elaboraron los perfiles de velocidad y se seleccionaron solamente los perfiles que se encontraban en condiciones de flujo libre. En la Tabla 6.8 se puede observar el resumen de los recorridos en flujo libre obtenidos.

**Tabla 6.8** Resumen de recorridos en flujo libre para la validación

Tramo	N° Recorridos	N° Recorridos en Flujo Libre
1	6	6
2	6	2
3	6	6
4	6	5
5	6	4
6	6	5
7	6	4
8	6	4
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>36</b>

**Elaboración:** El autor

Se calculó el percentil 85 de la velocidad, velocidad media y desviación estándar de la velocidad a partir de los perfiles de velocidad en flujo libre correspondientes a cada tramo de estudio. Estos resultados se indican en la Tabla 6.9.

**Tabla 6.9** Velocidades calculadas de los recorridos de validación

Tramo	V <sub>85</sub> (km/h)	V <sub>m</sub> (km/h)	V <sub>DE</sub> (km/h)
1	32,6	30,7	3,03
2	29,4	28,7	1,70
3	32,5	30,5	2,98
4	28,0	27,3	1,52
5	28,9	27,2	2,24
6	38,4	34,7	5,22
7	35,0	32,3	4,03
8	32,8	29,0	3,74

**Elaboración:** El autor

También se calculó la aceleración y desaceleración de cada perfil de velocidad en flujo libre, de la misma manera que se realizó para la calibración, en donde se obtuvo el percentil 85, la media y la desviación estándar de la aceleración y desaceleración. Los resultados de la aceleración se presentan en la Tabla 6.10 y de la desaceleración en la Tabla 6.11.

**Tabla 6.10** Aceleraciones con respecto a la velocidad inicial para la validación

V inicial (km/h)	a <sub>85</sub> (m/s <sup>2</sup> )	a <sub>m</sub> (m/s <sup>2</sup> )	a <sub>DE</sub> (m/s <sup>2</sup> )
0	1,06	0,91	0,16
5	1,04	0,89	0,19
10	0,99	0,83	0,15
15	0,93	0,76	0,18
20	0,80	0,68	0,16

**Elaboración:** El autor

**Tabla 6.11** Desaceleraciones con respecto a la velocidad final para la validación

V final (km/h)	d <sub>85</sub> (m/s <sup>2</sup> )	d <sub>m</sub> (m/s <sup>2</sup> )	d <sub>DE</sub> (m/s <sup>2</sup> )
0	-1,83	-1,56	0,37
5	-1,75	-1,37	0,34
10	-1,69	-1,35	0,40
15	-1,53	-1,14	0,39
20	-1,31	-0,99	0,38

**Elaboración:** El autor

#### 6.4. Validación de los modelos calibrados

Para la validación de los modelos de velocidad, aceleración y desaceleración se utilizaron los siguientes parámetros estadísticos: gráficas de valores observados y estimados, cálculo de errores del pronóstico y la prueba del Chi-Cuadrado.

El cálculo de errores del pronóstico sirve para analizar las diferencias entre el valor observado y el valor estimado:

- El error cuadrático medio (MSE)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (observado_i - estimado_i)^2 \quad (6.10)$$

- El error absoluto de la media (MAE)

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |observado_i - estimado_i| \quad (6.11)$$

- El error absoluto porcentual de la media (MAPE)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{observado_i - estimado_i}{estimado_i} \right| \times 100 \quad (6.12)$$

El error cuadrático medio (MSE) representa el cuadrado del error promedio, el error absoluto de la media (MAE) representa el error promedio, y el error absoluto porcentual de la media (MAPE) representa el porcentaje del error promedio.

La prueba del Chi-Cuadrado se realizó para evaluar la bondad del ajuste de las ecuaciones calibradas de la velocidad, aceleración y desaceleración. Esta prueba consiste en la comparación del estadístico Chi-Cuadrado con el valor crítico Chi-Cuadrado. Si el valor calculado es mayor que el valor crítico, indica que existe una diferencia significativa entre los valores observados y los estimados en un intervalo de confianza dado. El Chi-Cuadrado se calcula con la siguiente formula:

$$X^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(observado_i - estimado_i)^2}{estimado_i} \quad (6.13)$$

Donde  $observado_i$  es el valor obtenido de la validación y  $estimado_i$  es el valor que predice el modelo calibrado.

Para el cálculo del valor Chi-Cuadrado crítico se necesita determinar el nivel de significancia ( $\alpha$ ), el valor de p y los grados de libertad. El nivel de significancia que se adoptó para esta investigación fue de 0,05, que indica que hay una probabilidad del 0,95 de que la hipótesis nula sea verdadera. El valor p se lo determina de la siguiente manera:

$$p = (1 - Nivel\ de\ significancia) \quad (6.14)$$

Para determinar los grados de libertad ( $v$ ) se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$v = (k - 1)(r - 1) \quad (6.15)$$

Donde  $k$  es el número de columnas y  $m$  es el número de filas de la tabla de valores a comparar, en este caso fue la tabla de valores observados y estimados.

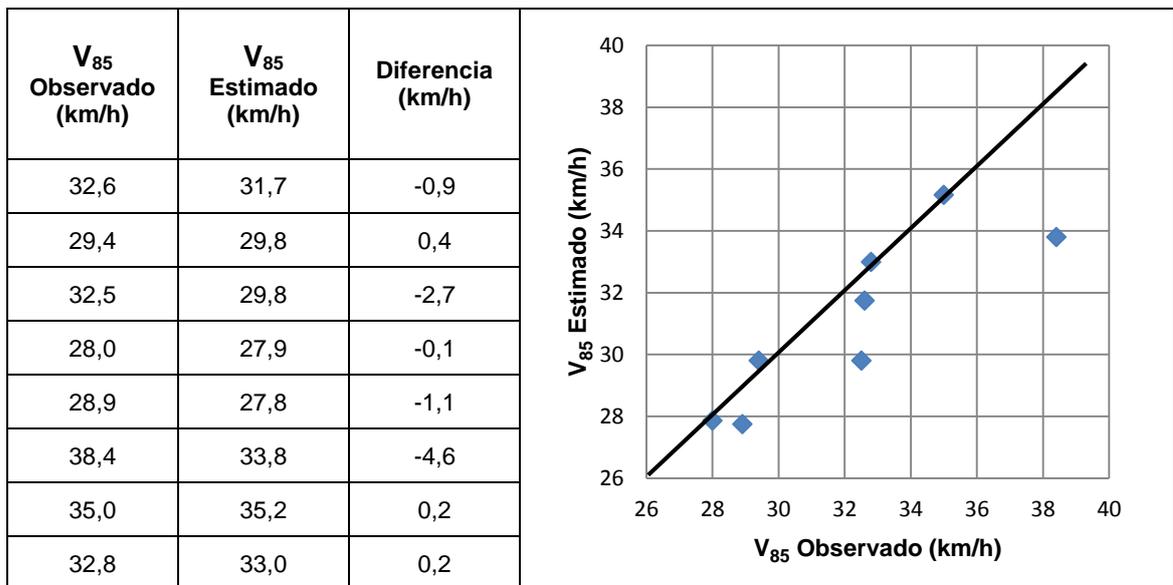
Con el valor de p y los grados de libertad ( $v$ ) se encuentra el valor del Chi-Cuadrado crítico en una tabla para valores de Chi-Cuadrado crítico que se presenta en el anexo C.

La hipótesis nula en este análisis de la prueba Chi-cuadrado es que no existan diferencias significativas entre los valores observados y los estimados, frente a la hipótesis alternativa que indica que existen diferencias significativas entre los valores observados y los

estimados.

#### 6.4.1. Validación de los modelos de velocidad

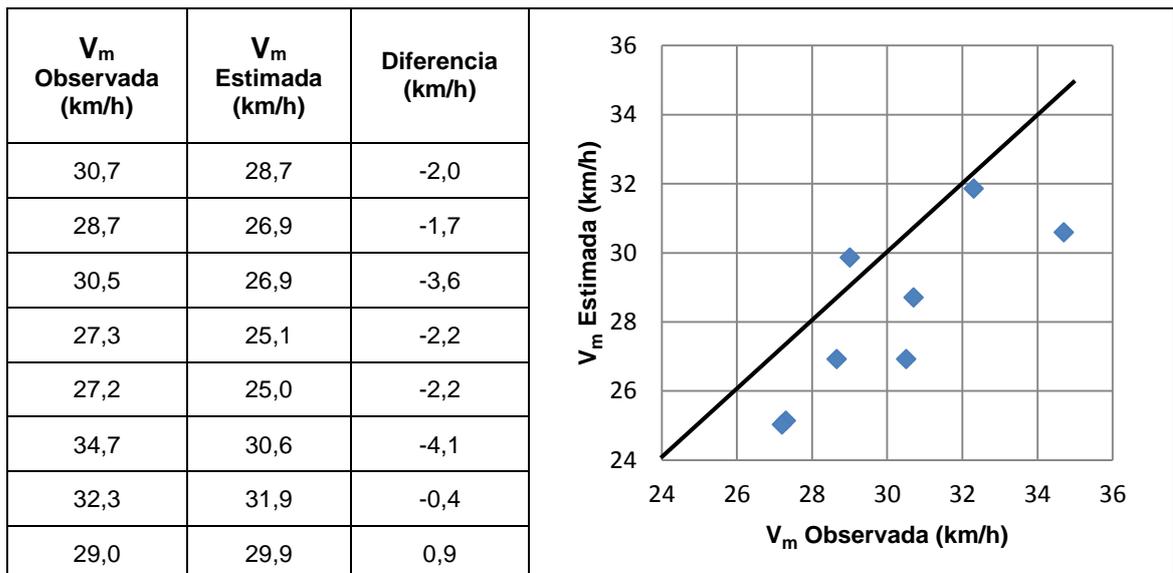
Una forma de validar el modelo del percentil 85 de la velocidad ( $V_{85}$ ) es comparar los valores observados y los estimados por el modelo calibrado. En la Figura 6.2 se presentan los estos valores y la gráfica de los valores del percentil 85 de la velocidad observados y estimados. Los valores estimados fueron calculados con la ecuación 6.1.



**Figura 6.2** Comparación de valores observados y estimados del percentil 85 de la velocidad

Elaboración: El autor

Asimismo, para la velocidad media ( $V_m$ ) se graficó los valores observados y los estimados. En la Figura 6.3 se presentan los valores obtenidos y la gráfica de los valores observados y estimados de la velocidad media con la ecuación 6.2.

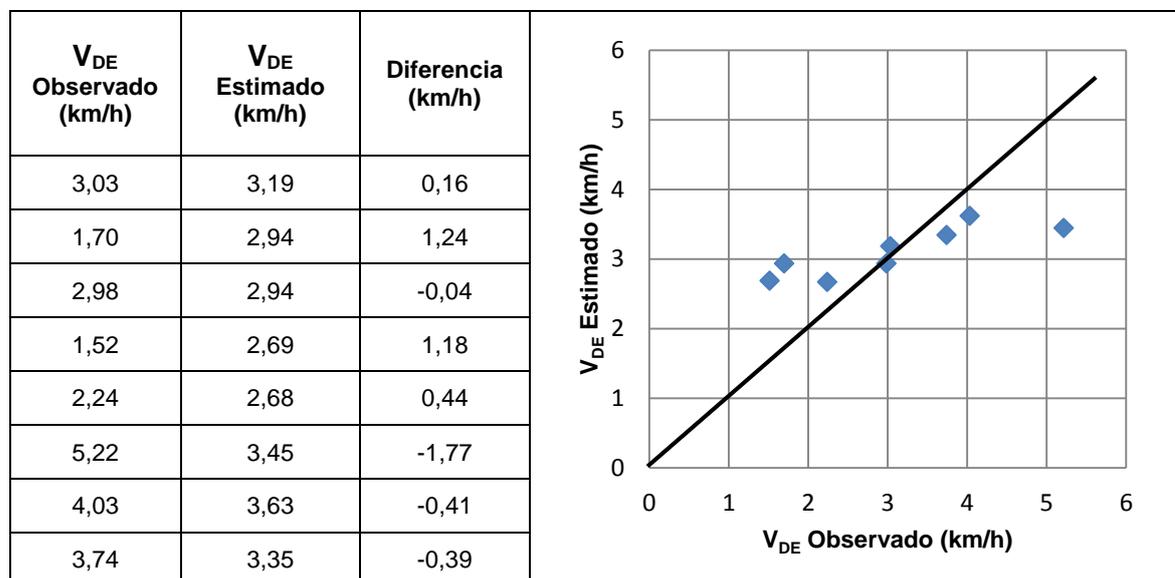


**Figura 6.3** Comparación de valores observados y estimados de la velocidad media

Elaboración: El autor

De igual manera, en la desviación estándar de la velocidad ( $V_{DE}$ ) se graficó los valores

observados y los estimados. En la Figura 6.4 se presentan los valores obtenidos, junto con la gráfica de los valores observados y estimados de la desviación estándar de la velocidad. Los valores estimados se calcularon con la ecuación 6.3.



**Figura 6.4** Comparación de valores observados y estimados de la desviación estándar de la velocidad

**Elaboración:** El autor

Las Figuras 6.2 y 6.3 indican una estimación gráfica aceptable, mientras que la Figura 6.4 presenta una mayor dispersión, probablemente debido al poco número de observaciones de campo para la validación.

Las representaciones gráficas dan una información visual de la distribución de los datos alrededor de una línea a 45° o línea de referencia, pero para poder interpretar de manera exacta las diferencias entre los valores observados y los estimados se empleó los errores de pronóstico, los cuales brindan información cuantitativa de la validación de las ecuaciones calibradas. Para analizar el error entre el valor observado y el valor estimado, se calcularon los errores de pronóstico como el error cuadrático medio, error absoluto de la media y el error absoluto porcentual de la media. Además también se incluyó la prueba del Chi-cuadrado, estos resultados se presentan en la Tabla 6.12.

**Tabla 6.12** Errores de predicción y prueba Chi-Cuadrado para las ecuaciones de velocidad

Parámetros	$V_{85}$	$V_m$	$V_{DE}$
Tramos	8	8	8
MSE (km/h) <sup>2</sup>	3,83	5,85	0,82
MAE (km/h)	1,27	2,13	0,70
MAPE (%)	4,04	7,69	22,84
$X^2$ calculado	0,95	1,68	2,11
$X^2_{5\%}$ crítico	14,07	14,07	14,07

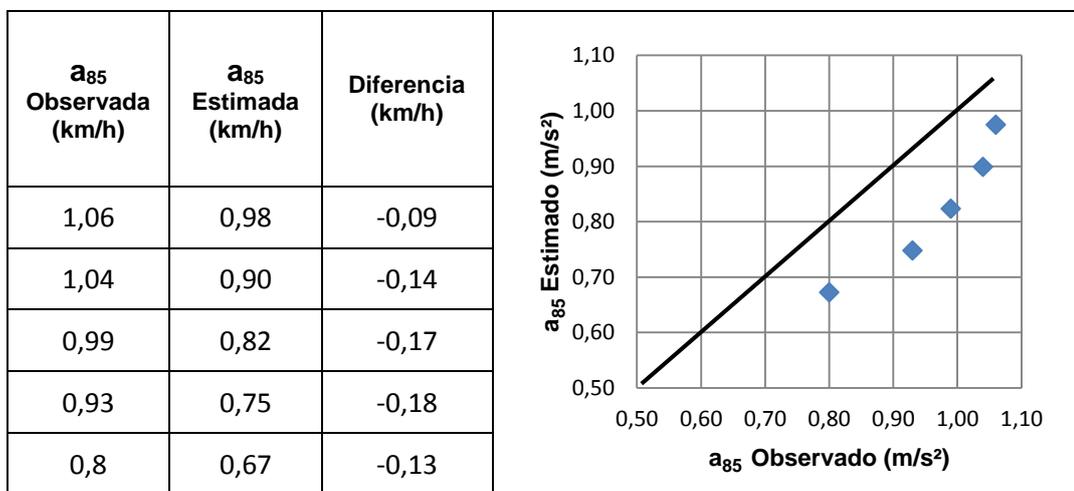
**Elaboración:** El autor

Se puede observar en la Tabla 6.12 que los errores de pronóstico son bajos y por lo tanto

aceptables, sin embargo, el modelo de la desviación estándar de la velocidad presenta el error más alto tal como se puede observar en el MAPE. Como criterio de aceptación de valores se empleó la prueba Chi-Cuadrado que muestra que el valor calculado es menor al valor crítico, lo cual significa que no existen diferencias significativas entre los valores estimados con las ecuaciones y los valores observados en la validación.

#### 6.4.2. Validación de los modelos de aceleración

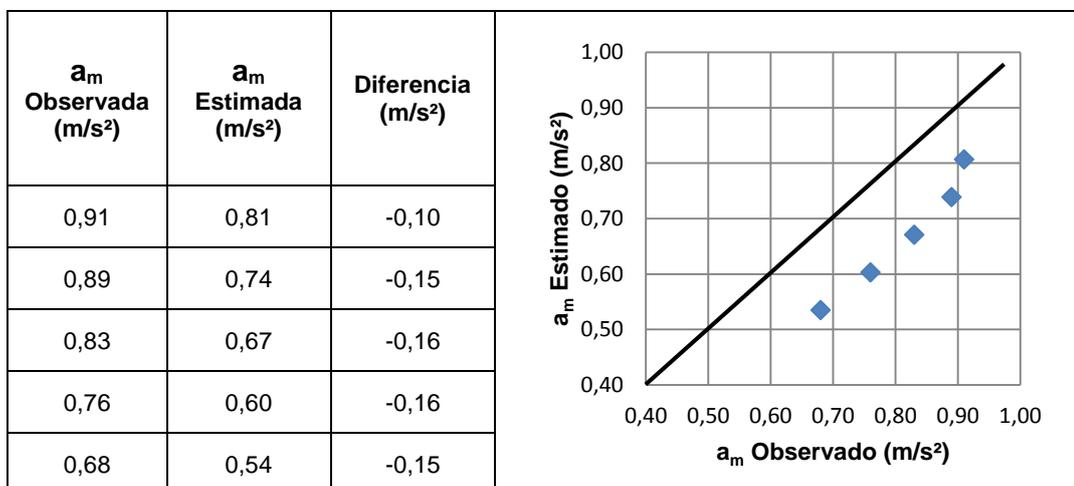
Para la validación del modelo de percentil 85 de la aceleración ( $a_{85}$ ) se compararon los valores observados y los estimados. En la Figura 6.5 se presentan estos valores, junto con la gráfica de los valores observados y estimados del percentil 85 de la aceleración. Los valores estimados se calcularon con la ecuación 6.4.



**Figura 6.5** Comparación de valores observados y estimados del percentil 85 de la aceleración

**Elaboración:** El autor

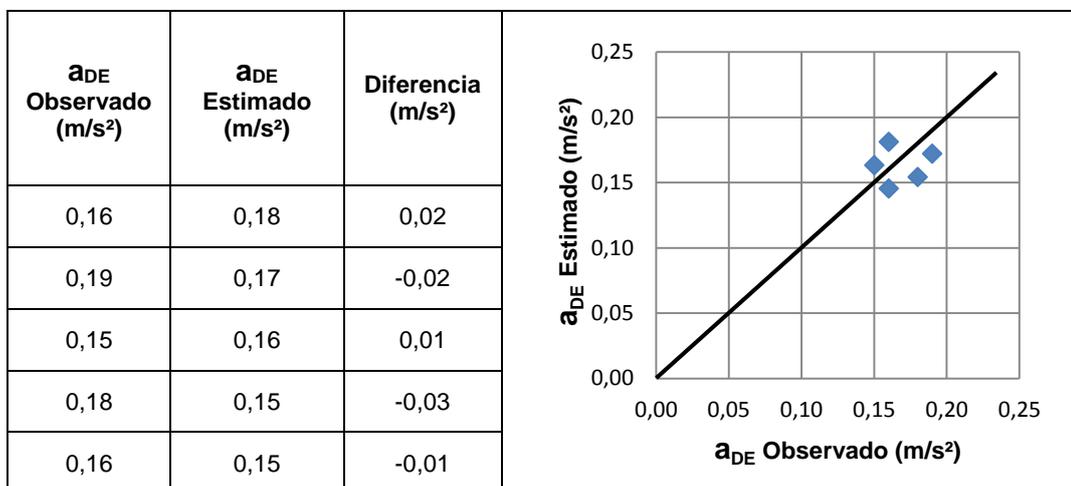
La validación del modelo de aceleración media ( $a_m$ ) se realizó con la comparación de los valores observados y los estimados. Los valores obtenidos y la gráfica de los valores observados y estimados de la aceleración media se presentan en la Figura 6.6, donde los valores estimados se calcularon con la ecuación 6.5.



**Figura 6.6** Comparación de valores observados y estimados de la aceleración media

**Elaboración:** El autor

Para validar el modelo de desviación estándar de la aceleración ( $a_{DE}$ ) se realizó la comparación de los valores observados y los estimados. En la Figura 6.7 se presentan los valores observados y estimados de la desviación estándar de la aceleración y su respectiva gráfica. Los valores estimados fueron calculados con la ecuación 6.6.



**Figura 6.7** Comparación de valores observados y estimados de la desviación estándar de la aceleración

**Elaboración:** El autor

De las Figuras 6.5 y 6.6 se puede decir que las ecuaciones de predicción subestiman los valores observados, sin embargo, esto puede ser causa del bajo número de recorridos para la validación. Por otro lado, la Figura 6.7 presenta valores con poco error y por lo tanto el modelo es aceptable gráficamente.

Para complementar la validación de las ecuaciones calibradas y tener una mejor apreciación de la predicción de valores se calcularon los errores de pronóstico como el error cuadrático medio, error absoluto de la media y el error absoluto porcentual de la media, para analizar el error entre el valor observado y el valor estimado. También se calculó el valor Chi-cuadrado y Chi-cuadrado crítico, tal como se muestra en la Tabla 6.13.

**Tabla 6.13** Errores de predicción y prueba Chi-Cuadrado para las ecuaciones de aceleración

Parámetros	$a_{85}$	$a_m$	$a_{DE}$
Tramos	5	5	5
MSE (m/s <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>	0,02	0,02	0,00
MAE (m/s <sup>2</sup> )	0,14	0,14	0,02
MAPE (%)	17,52	22,01	11,36
X <sup>2</sup> calculado	0,13	0,16	0,01
X <sup>2</sup> <sub>5%</sub> crítico	9,49	9,49	9,49

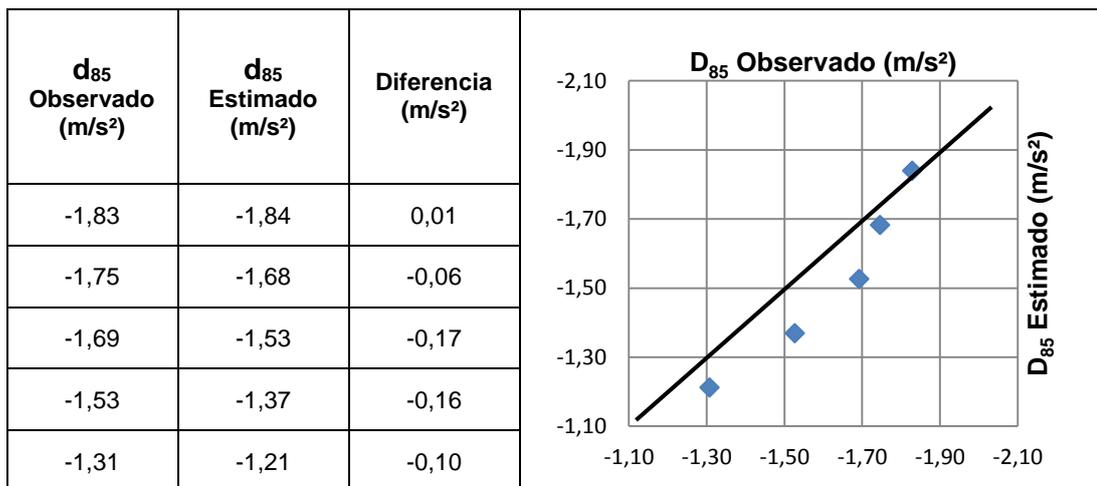
**Elaboración:** El autor

En la Tabla 6.13 se puede observar que los errores son aceptables ya que se obtienen valores bajos de MSE, MAE y MAPE. Para una mayor percepción del error se debería prestar atención al MAPE, el cual indica el error en porcentaje, donde se observa que la aceleración media presenta el error más alto. En lo que respecta a la prueba Chi-Cuadrado,

se encontró que el valor calculado es menor al valor crítico, lo cual representa que no existen diferencias significativas entre los valores estimados con los modelos de aceleración y los valores observados en la validación.

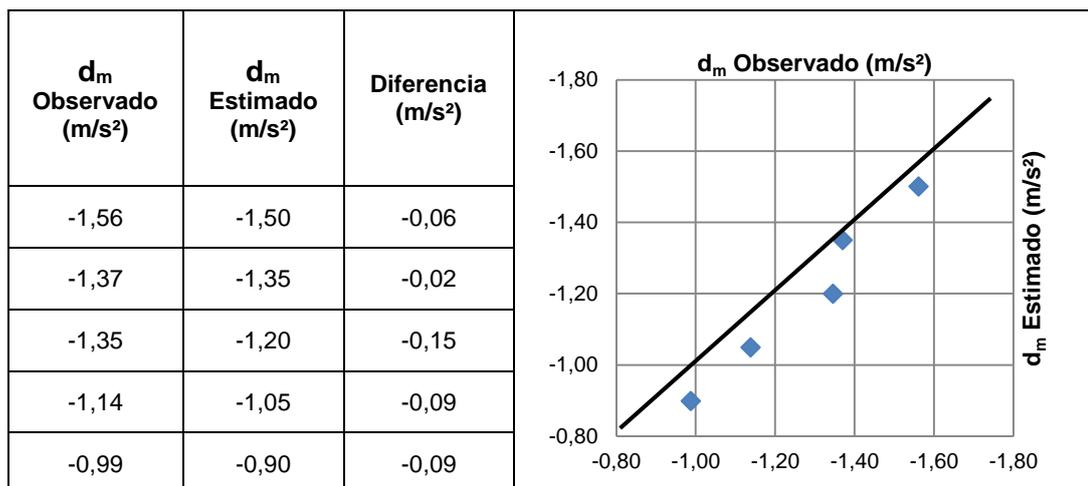
### 6.4.3. Validación de los modelos de desaceleración

Para la validación del modelo de percentil 85 de la desaceleración ( $d_{85}$ ) se comparó los valores observados y los estimados. En la Figura 6.8 se presentan los valores obtenidos y la gráfica de los valores observados y estimados del percentil 85 de la desaceleración. Se calcularon los valores estimados con la ecuación 6.7.



**Figura 6.8** Comparación de valores observados y estimados del percentil 85 de la desaceleración  
Elaboración: El autor

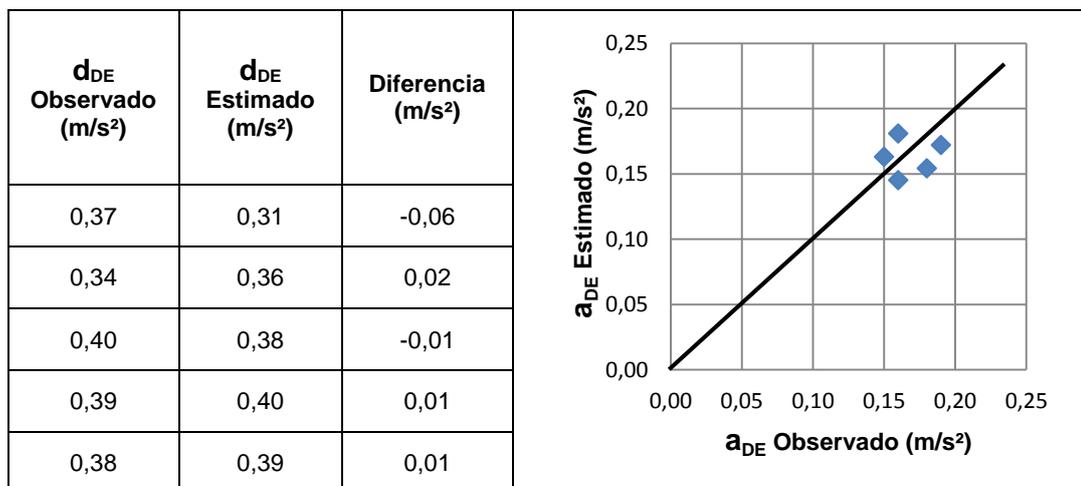
La validación del modelo de desaceleración media ( $d_m$ ) se realizó con la comparación de los valores observados y los estimados por la ecuación 6.8. En la Figura 6.9 se presentan los valores observados y estimados de la desaceleración media y su representación gráfica.



**Figura 6.9** Comparación de valores observados y estimados de la desaceleración media  
Elaboración: El autor

De igual manera la validación del modelo de desviación estándar de la desaceleración ( $d_{DE}$ ) se realizó con la comparación de los valores observados y los estimados. Se presentan los valores observados y estimados de la desviación estándar de la desaceleración y su

respectiva gráfica en la Figura 6.10. Donde los valores estimados se calcularon con la ecuación 6.9.



**Figura 6.10** Comparación de valores observados y estimados de la desviación estándar de la desaceleración

**Elaboración:** El autor

Se puede observar que en las Figuras 6.8 y 6.9 existe un buen ajuste alrededor de la recta de referencia, mientras que la Figura 6.10 muestra un dato con un error alto, esto se asume que se produce por el poco número de datos que existieron para calcular dicho valor para los datos validación.

En la Tabla 6.14 se presentan los errores de pronóstico calculados, para analizar el error entre el valor observado y el valor estimado. De igual forma se calculó el valor Chi-cuadrado y Chi-cuadrado crítico, para realizar la prueba del Chi-cuadrado.

**Tabla 6.14** Errores de predicción y prueba Chi-Cuadrado para las ecuaciones de desaceleración

Parámetros	$d_{85}$	$d_m$	$d_{DE}$
Tramos	5	5	5
MSE (m/s <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>	0,01	0,01	0,00
MAE (m/s <sup>2</sup> )	0,10	0,10	0,03
MAPE (%)	6,85	8,57	8,52
X <sup>2</sup> calculado	0,05	0,05	0,02
X <sup>2</sup> <sub>5%</sub> crítico	9,49	9,49	9,49

**Elaboración:** El autor

La Tabla 6.14 presenta los errores de pronóstico para la desaceleración, donde se puede observar que los errores son bajos y en la prueba del Chi-Cuadrado se tiene que el valor calculado es menor al valor crítico, por lo tanto la estimación de las ecuaciones de predicción son satisfactorias.

## 6.5. Resumen y conclusiones

En este capítulo se mostró la calibración y validación de los modelos de velocidad, aceleración y desaceleración. Para la velocidad se calibraron tres modelos, el percentil 85 de la velocidad, velocidad media y la desviación estándar de la velocidad, con un rango de

47m a 226m de longitud de recta de la calle. De igual manera para la aceleración se calibraron los modelos de percentil 85 de la aceleración, aceleración media y desviación estándar de la aceleración, los cuales tienen un rango según la velocidad inicial, de 0 a 45 km/h. Finalmente para la desaceleración se calibraron los modelos de percentil 85 de la desaceleración, desaceleración media y desviación estándar de la desaceleración con un rango de 0 a 45 km/h de velocidad final.

La validación de los modelos calibrados se realizó mediante la elaboración de gráficas de valores observados versus valores estimados, mediante un análisis de los errores de predicción, y la aplicación de la prueba del Chi-Cuadrado. Con lo que se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores observados y los valores estimados por las ecuaciones de predicción, en consecuencia se concluye que las ecuaciones desarrolladas en esta investigación son válidas para calles rectas urbanas.

## CONCLUSIONES

La presente investigación tuvo por objeto desarrollar modelos de velocidad de operación en calles rectas urbanas, en base las características de la calle tal como longitud, ancho de calzada, ancho de carril, número de carriles, presencia de estacionamiento y presencia de acera; a las características del entorno de la calle como densidad de objetos en zonas laterales de la calle y uso del suelo; a las características del conductor dentro del cual se identificó los rasgos de personalidad y estilos de conducción y a las características del vehículo. Luego del análisis de los resultados de esta investigación, se plantearon las siguientes conclusiones:

- Se encontró que los rasgos de personalidad y los estilos de conducción del conductor no influyeron significativamente sobre la velocidad de operación en calles rectas urbanas reguladas con señales de pare, dado que otras variables correspondientes las características de la calle tuvieron influencia sobre la velocidad.
- Las variables correspondientes al entorno de la calle y vehículo no influyeron significativamente sobre la velocidad de operación en calles urbanas.
- Las características geométricas de la calle urbana impactan directamente en la velocidad que el conductor selecciona, ya que es el espacio físico por medio de la cual el vehículo se moviliza, en concordancia con esto, se encontró que el percentil 85 de la velocidad está relacionado positivamente con la longitud de la recta de calles urbanas.
- La longitud de recta fue la única variable que resultó estadísticamente significativa sobre la velocidad de operación.
- Para la validación se empleó una base de datos pequeña con respecto a la base de datos para la calibración, lo que ocasionó que se obtuvieran ciertos errores entre los valores observados y los estimados por los modelos calibrados.
- Para el cálculo del tamaño de la muestra se adoptó una desviación estándar de 13 km/h y un error de 5 km/h, sin embargo la desviación estándar real estuvo alrededor de 5,7 km/h y se calculó un error de 4,6 km/h, lo cual indica que los valores obtenidos están dentro de los valores adoptados y por ende la muestra determinada fue representativa.
- Los modelos de predicción de velocidad pueden ayudar a diseñadores y planificadores de calles urbanas de la localidad a encontrar velocidades de operación coherentes a las velocidades de diseño y por lo tanto diseñar calles urbanas con un diseño geométrico consistente y consecuentemente calles urbanas relativamente más seguras.

## RECOMENDACIONES

En función de los resultados y de las conclusiones obtenidas se presentan las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda analizar con mayor profundidad la influencia de los anchos de calzada y ancho de carriles, dado que en el presente estudio no se tuvo una apreciable variedad de anchos de calzada y anchos de carril como para analizar a profundidad la influencia de estas variables sobre la velocidad.
- De la misma forma se recomienda el análisis con mayor profundidad de la presencia de estacionamiento en la calle, tomando varios casos de ocupación de estos espacios destinados para el estacionamiento, para identificar de manera más precisa la influencia de esta variable en la velocidad de operación en calles urbanas.
- Se recomienda utilizar un equipo de medición que pase desapercibido por parte del conductor, debido a que el conductor puede modificar su conducta ante la presencia del equipo de medición.
- Se recomienda utilizar una cantidad representativa de datos para la validación con respecto a la base de datos de calibración, para obtener valores adecuados para realizar la comparación entre los valores observados y estimados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bassani, M., y Sacchi, E. (2012). Calibration to local conditions of geometry-based operating speed models for urban arterials and collectors. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 53(12), 822-833.
- Bennett, C. R. (1994). *A Speed Prediction Model For Rural Two-Lane Highways* (Tesis doctoral). The University of Auckland, Auckland.
- Dinh, D. D., y Kubota, H. (2013). Profile speed data based models to estimate operating speeds for urban residential streets with a 30 km/h speed limit. *IATSS Research* 36, 115–122.
- García, Y. D. (2014). *Aceleraciones y desaceleraciones de vehículos livianos en caminos de montaña*. (Tesis doctoral). Universidad Nacional de San Juan, San Juan.
- Pérez, A. M. (2012). *Caracterización y modelización de la velocidad de operación en carreteras convencionales a partir de la observación naturalística de la evolución de vehículos ligeros*. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Poe, C. M., y Mason, J. M. (2000). Analyzing influence of geometric design on operating speeds along low-speed urban streets: mixed-model approach. *Transportation Research Record* 1737, 18-24.
- Reglamento General para la Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, Registro Oficial N° 731 § Artículo 191 (2012).
- Reglamento Local de Construcciones y Ornato para el Cantón Loja, Ordenanza Municipal de Urbanismo, Construcciones y Ornato del Cantón Loja § Artículo 387 (2008).
- Tarris, J. P., Mason, J. M., y Antonucci, N. D. (2000). Geometric Design of Low-Speed Urban Streets. *Transportation Research Record* 1701, 95-103.
- Tarris, J. P., Poe, C. M., Mason, J. M., y Goulias, K. G. (1996). Predicting operating speeds on low-speed urban streets: Regression and panel analysis approaches. *Transportation Research Record* 1523, 46–54.
- Wang, J. (2006). *Operating speed models for low speed urban environments based on in-vehicle GPS data*. (Tesis doctoral). Georgia Institute of Technology, Georgia.

**ANEXOS**

**Anexo A:** Encuestas aplicadas a los conductores

Datos Generales							
Años de experiencia en la conducción: ..... Edad: ..... Sexo: .....							
Marca del vehículo: ..... Tipo del vehículo: Camioneta ( ) Auto ( )							
Cilindraje: ..... cm3 Año de fabricación: ..... Última revisión: .....							
Encuesta de estilos de conducción (MDSI-S)							
A continuación se presentan una serie de situaciones y comportamientos que se producen en el tránsito. En cada uno de ellos valore el grado en que se manifiestan en su caso en una escala del 1=Nada a 6=Mucho							
Nº	Enunciados	Grado					
		1	2	3	4	5	6
1	Dejo pasar en las esquinas.						
2	Discuto o peleo con otros conductores.						
3	Disfruto la potencia o ruido del motor.						
4	Disfruto el paisaje mientras manejo.						
5	Disfruto la sensación de realizar cambios rápidamente.						
6	En la ciudad: tiendo a manejar un poco más rápido.						
7	Enojo por conducción lenta en carril rápido.						
8	Escucho música mientras manejo.						
9	Olvidar donde dejé el coche estacionado.						
10	Por seguir el tránsito, cruzo en rojo.						
11	Equivocarme de destino.						
12	Siento que el auto pide más velocidad.						
13	Por ir distraído, tener que frenar bruscamente.						
14	Pegarme a otros vehículos.						
15	Tocar bocina o hacer luces en señal de enojo.						
16	Pasar un semáforo que justo cambió a luz roja.						
17	Disfruto la sensación de manejar al límite.						
18	Mientras manejo, trato de relajarme.						
19	Sentirme frustrado o incapaz al conducir.						
20	Al conducir, pensar en otra cosa.						
21	Insulto a otros conductores.						
22	En verde, espero con paciencia a que arranque.						
23	No advertir que un peatón estaba cruzando.						
24	En intersección sin preferencia, espero.						
25	Cuando tratan de pasarme, manejo más rápido.						
26	Dar vueltas innecesarias para llegar a un lugar.						
27	Me gusta tomar riesgos.						
28	Mejor prevenir que curar.						
29	Meditar mientras se conduce.						
30	Arrancar en el semáforo en tercera.						
31	Sentirme nervioso mientras conduzco.						
32	Ponerme impaciente en las horas pico.						
33	Sentirme estresado mientras conduzco.						
34	Querer encender el limpiaparabrisas y, en su lugar, encender las luces.						
35	Olvidar que llevo las luces altas.						
36	Planeo mal la ruta.						
37	Planeo un viaje largo con antelación.						
38	Casi chocar por no estimar bien el espacio.						
39	Conducir pendiente de las maniobras de otros conductores.						
40	Intentar conducir con precaución.						
41	Disfruto la conducción peligrosa.						

### Test de rasgos de personalidad (ZKPQ-50-cc)

A continuación se presentan una serie de frases pensadas para describir características de uno mismo. Léalas y decida si es adecuada o no en su caso. Si está de acuerdo con el contenido de la frase responda VERDADERO (V) y si no está de acuerdo (es decir, en su caso es lo contrario, o no le define bien la frase) responda FALSO (F), marcando con una cruz la casilla correspondiente en el margen derecho de la página.

N°	Enunciados	Respuestas	
		V	F
1	No me gusta perder el tiempo sentándome simplemente y relajándome.		
2	Cuando me irrito digo "malas palabras".		
3	Es natural para mí decir malas palabras cuando estoy enfadado.		
4	No me importa salir solo/a; de hecho normalmente prefiero salir con un grupo amplio.		
5	Llevo una vida más ocupada que la mayoría de la gente.		
6	A menudo hago cosas de forma impulsiva.		
7	Casi nunca siento ganas de abofetear a alguien.		
8	Paso tanto tiempo como puedo con mis amigos.		
9	Mi cuerpo se siente a menudo rígido sin razón aparente.		
10	Frecuentemente me siento desconcertado.		
11	Si alguien me ofende, intento simplemente no pensar en ello.		
12	Me gusta estar haciendo cosas en todo tiempo.		
13	Me gustaría emprender un viaje no programado, sin rutas fijas ni horario.		
14	Tiendo a ser hipersensible y me siento fácilmente herido por los comentarios y acciones de los demás (aunque éstos sean sin mala intención).		
15	No necesito tener un montón de conocidos.		
16	Puedo disfrutar simplemente recostándome y permaneciendo sin hacer nada.		
17	Disfruto introduciéndome en situaciones nuevas, en las que no se puede predecir qué cosas van a ocurrir.		
18	Me siento asustado con facilidad.		
19	Si alguien me molesta, no dudo en decirselo.		
20	Generalmente me siento incómodo en grandes fiestas.		
21	No siento la necesidad de estar haciendo cosas todo el tiempo.		
22	Algunas veces me siento lleno de pánico.		
23	En las fiestas disfruto interactuando con muchas personas, sean conocidas o no.		
24	Algunas veces me gusta hacer cosas que dan un poco de miedo.		
25	En mis días libres prefiero practicar deportes que simplemente descansar sin hacer nada.		
26	Lo intentaré todo al menos una vez.		
27	A menudo me siento inseguro de mí mismo.		
28	No me importaría estar socialmente aislado en algún lugar durante algún periodo de tiempo.		
29	Me gusta agotarme en trabajo o ejercicios duros.		
30	Me gustaría llevar una vida activa en la que pudiese viajar un montón y en la que hubiese mucho cambio o excitación.		
31	A menudo me preocupo de cosas que otra gente considera que no son importantes.		
32	Cuando otra gente no está de acuerdo conmigo, no puedo evitar entrar en una discusión con ellos.		
33	Generalmente me gusta estar solo, de forma que pueda hacer las cosas que quiero sin distracciones sociales.		
34	Algunas veces hago cosas alocadas simplemente por bromear.		
35	Tengo un temperamento muy fuerte.		
36	Me gusta estar activo desde el momento en que me levanto por la mañana.		
37	No puedo evitar ser un poco rudo con la gente que no me gusta.		
38	Soy una persona muy sociable.		
39	Prefiero los amigos que son imprevisibles.		

40	Me apetece llorar a menudo y sin motivo.		
41	Me gusta mantenerme ocupado/a todo el tiempo.		
42	A menudo me siento tan ilusionado/a con cosas nuevas y excitantes que no pienso en las posibles complicaciones.		
43	No dejo que me irriten las cosas sin importancia.		
44	Tengo siempre paciencia con los otros, aunque sean irritantes.		
45	Normalmente prefiero hacer las cosas solo.		
46	A menudo me siento incómodo e inquieto sin que exista una razón real.		
47	Probablemente paso más tiempo charlando con mis amigos del que debería.		
48	Cuando hago cosas las hago con un montón de energía.		
49	Me gustan las fiestas divertidas y espontaneas.		
50	Cuando la gente me grita, respondo gritando.		
51	Normalmente, no me paso la luz roja.		
52	A menudo respeto al peatón.		
53	Mejor conduzco mirando la carretera que a las señales de tránsito.		

COMPRUEBE UNA VEZ MÁS QUE HA CONTESTADO A TODAS LAS PREGUNTAS. MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

## **Anexo B:** Perfiles de velocidad

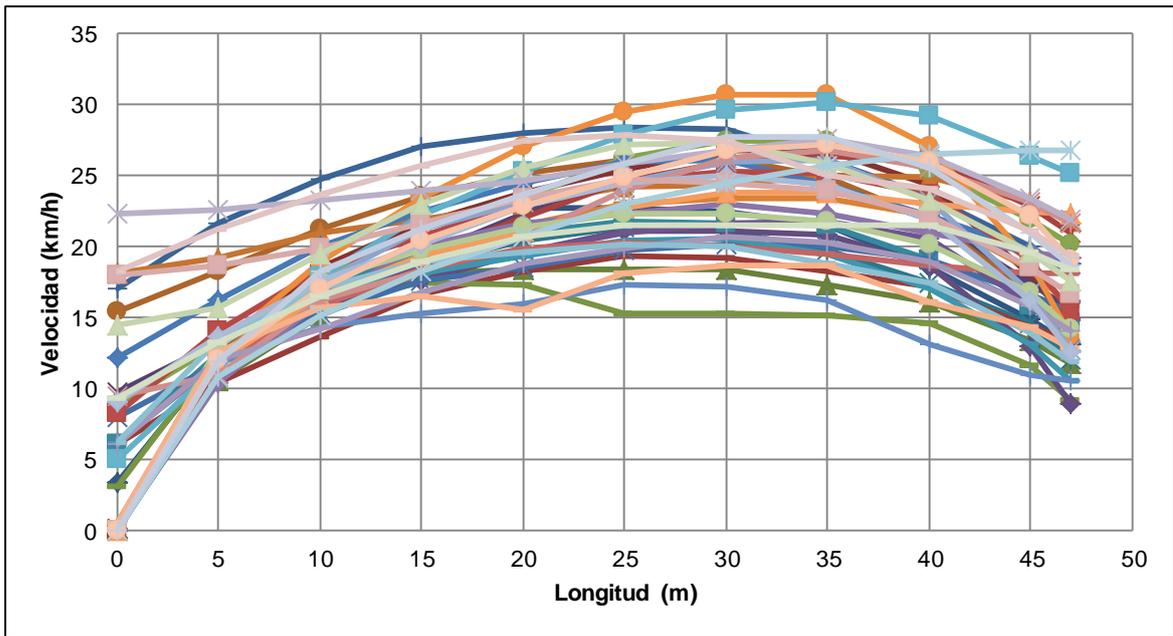
Tramo 1. Teniente Maximiliano Rodríguez													
Esquema del tramo				Ubicación									
				Nombre de la calle Principal		Teniente Maximiliano Rodríguez							
				Inicia		Av. Manuel Agustín Aguirre							
				Termina		Manuel José Aguirre							
N° de Conductores	Velocidad (km/h)	Longitud (m)										Flujo Libre	
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45		47
C1		3.4	12.2	18.0	21.6	22.7	22.7	22.5	21.5	18.5	14.9	13.1	X
C2		0.0	12.7	18.5	21.6	23.8	25.4	26.7	26.8	24.3	18.0	14.6	X
C3		0.2	10.5	15.2	18.1	18.4	18.4	17.4	16.2	13.3	11.8		
C4		9.7	13.3	16.5	19.4	22.3	24.6	25.1	24.4	21.9	17.5	15.6	
C5		0.0	10.9	15.9	18.6	20.5	21.4	21.1	19.7	17.5	14.6	12.0	
C6		15.4	18.3	21.3	23.6	25.2	26.2	26.2	24.9	21.9	16.8	14.2	X
C7		17.1	21.6	24.8	27.0	28.1	28.4	28.2	26.1	23.5	20.0	18.2	X
C8		6.1	10.5	13.7	16.6	18.3	19.4	19.2	18.3	17.1	14.4	13.3	X
C9		3.1	12.5	16.1	17.4	17.3	15.3	15.2	15.1	14.7	11.7	9.2	
C10		0.0	11.9	15.6	17.6	19.6	21.1	21.2	20.9	18.7	12.9	9.0	X
C11		6.1	12.4	17.1	19.5	21.0	21.7	21.6	21.6	19.1	15.8	14.7	X
C12		18.1	19.2	21.0	22.0	23.0	24.2	24.4	25.1	24.9	23.1	21.8	X
C13		8.1	11.8	15.3	17.6	18.6	19.8	20.2	20.1	19.1	16.7	15.5	X
C14		0.2	11.6	16.3	19.3	22.1	24.6	25.9	26.4	26.1	22.8	21.0	X
C15		8.8	13.1	17.7	21.2	23.4	26.2	27.5	27.4	25.5	22.0	20.2	
C16		0.2	12.0	16.9	18.4	19.7	20.9	21.7	21.8	20.6	16.0	13.2	X
C17		0.6	12.4	16.7	18.1	19.3	20.4	20.6	19.5	17.1	13.2	10.6	X
C18		0.2	12.4	17.7	20.0	21.5	23.0	23.4	23.4	22.2	18.3	15.9	X
C19		12.2	16.3	20.0	22.4	24.5	26.0	26.1	24.4	22.1	19.8	18.9	X
C20		8.3	14.1	18.4	20.7	23.2	24.6	25.2	25.1	23.6	19.1	15.4	X
C21		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
C22		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
C23		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
C24		0.0	12.8	18.9	23.3	27.0	29.5	30.7	30.8	27.1	18.9	13.7	X
C25		6.2	11.7	14.3	15.3	16.0	17.3	17.2	16.3	13.2	11.0	10.6	
C26		6.2	11.9	15.8	18.5	19.9	20.3	20.1	19.4	18.6	18.2	18.2	
C27		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
C28		0.2	10.5	16.2	20.0	21.6	22.4	22.9	22.3	21.0	19.7	19.3	
C29		5.0	11.6	17.9	22.2	25.3	27.8	29.7	30.2	29.3	26.4	25.2	X
C30		0.0	11.9	16.5	19.3	21.0	22.8	23.8	23.8	23.0	22.5	22.3	X
C31		0.0	12.1	17.5	21.3	23.1	24.5	25.9	26.0	23.3	16.8	12.8	X
C32		9.4	11.0	16.2	18.3	20.8	23.9	26.3	26.8	25.6	23.1	21.6	X
C33		0.0	13.0	17.6	19.8	21.4	22.3	22.3	21.7	20.2	16.8	14.2	X
C34		6.1	12.0	14.3	16.8	18.9	19.9	20.6	20.3	18.9	15.9	14.1	X
C35		6.2	13.4	17.0	18.9	19.7	20.2	20.0	18.8	17.4	13.9	12.0	X
C36		0.5	12.5	15.6	16.5	15.5	18.1	18.7	18.7	16.1	14.4	12.8	
C37		9.1	13.6	17.6	20.1	22.8	24.5	25.0	24.3	21.9	16.2	12.6	X
C38		18.0	18.7	20.0	21.6	23.4	24.8	24.5	24.0	22.2	18.6	16.7	X
C39		14.5	15.7	19.4	23.0	25.5	27.2	27.3	25.8	23.3	19.7	17.6	X
C40		22.3	22.6	23.3	24.0	24.6	25.8	26.8	27.6	26.4	23.5	21.9	X
C41		0.0	10.9	15.1	18.2	20.7	23.0	24.5	25.7	26.5	26.7	26.8	X
C42		0.0	12.1	17.0	20.4	22.9	24.9	26.8	27.2	26.0	22.1	19.1	X
C43		0.0	12.0	18.2	21.2	23.7	25.9	27.7	27.7	25.6	20.9	18.6	X
C44		18.3	21.3	23.7	25.7	27.5	27.9	27.4	25.1	24.1	21.2	19.4	X
C45		9.3	13.3	16.5	18.9	20.8	21.5	21.6	21.6	21.5	19.7	18.5	X

Se marcaron con una "X" los recorridos que se encontraron en condiciones de flujo libre

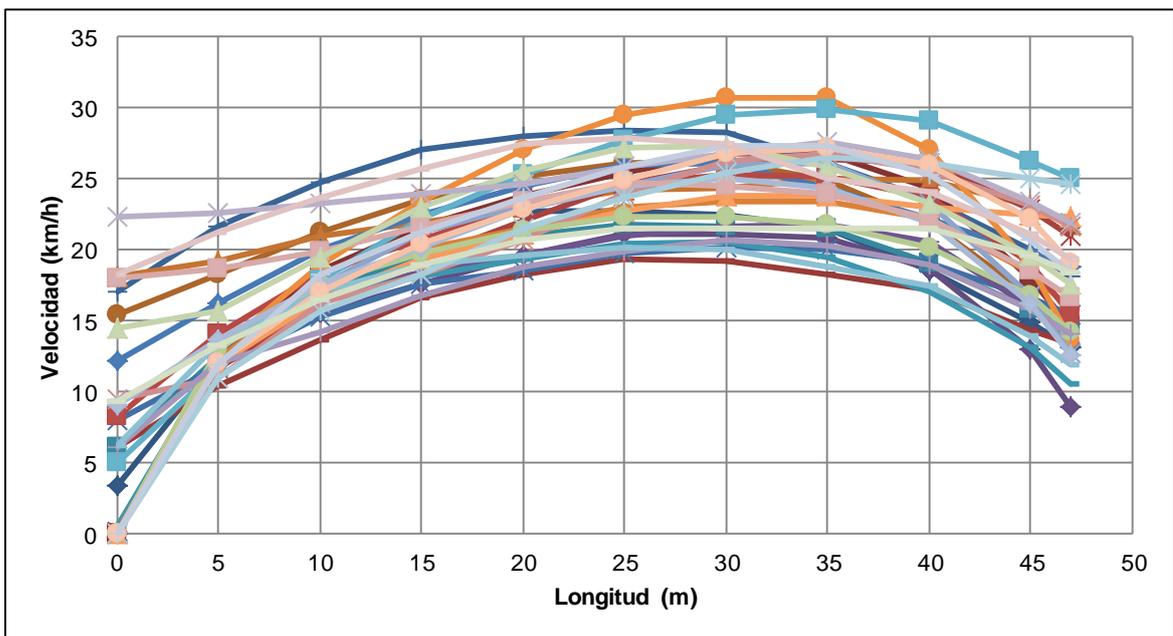
### Tramo 1. Teniente Maximiliano Rodríguez

Esquema del tramo	Ubicación	
	Nombre de la calle Principal	Teniente Maximiliano Rodríguez
	Inicia	Av. Manuel Agustín Aguirre
	Termina	Manuel José Aguirre

### Perfiles de velocidad de los 45 conductores



### Perfiles de velocidad en flujo libre



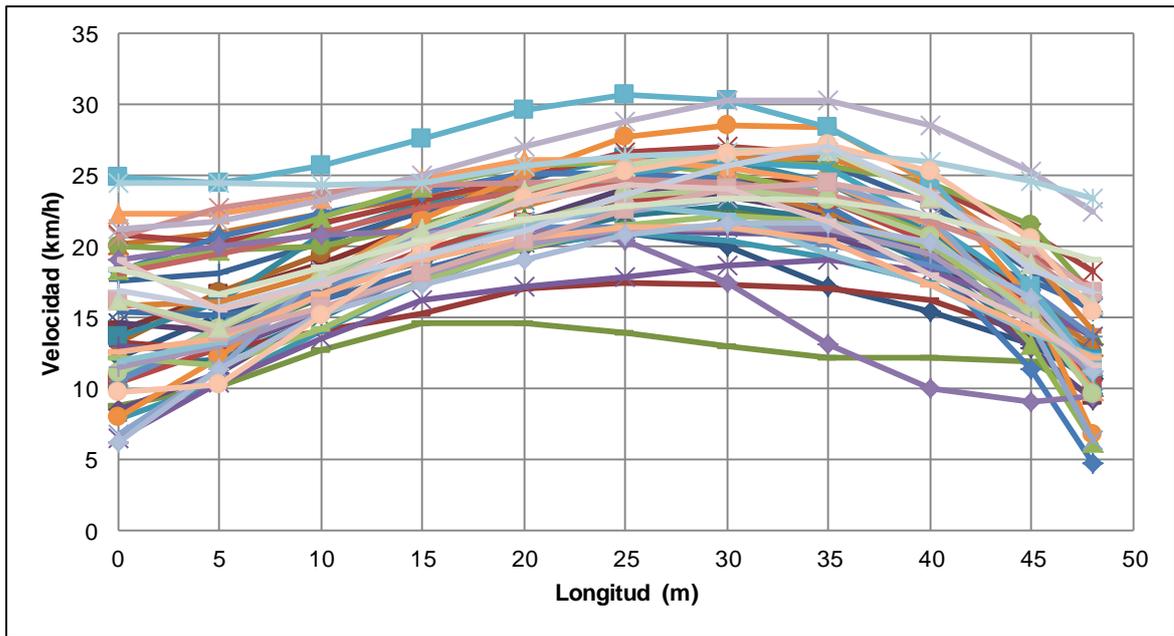
Tramo 2. Teniente Maximiliano Rodríguez													
Esquema del tramo				Ubicación									
				Nombre de la calle Principal			Teniente Maximiliano Rodríguez						
				Inicia			Manuel José Aguirre						
				Termina			Lauro Guerrero						
N° de Conductores	Velocidad (km/h)	Longitud (m)										Flujo Libre	
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45		48
C1		12.2	15.2	17.1	18.9	21.3	20.9	20.0	17.2	15.5	13.2	10.7	
C2		14.0	16.6	18.9	21.5	23.4	24.4	24.7	24.5	21.5	16.7	9.5	X
C3		11.7	13.6	16.4	19.6	22.0	22.5	22.5	21.7	19.7	16.3	13.8	X
C4		14.7	14.0	16.5	19.3	21.8	24.0	23.5	22.3	19.3	14.7	10.1	
C5		11.6	12.0	15.0	18.2	20.6	22.2	22.8	21.9	18.8	13.8	10.3	
C6		13.3	16.8	19.5	22.7	24.1	24.5	24.5	23.3	20.5	15.1	12.6	X
C7		17.6	18.1	20.2	22.4	24.6	26.6	26.9	25.8	23.1	18.2	15.4	X
C8		13.3	12.7	14.0	15.3	17.1	17.5	17.3	17.0	16.2	13.9	12.2	X
C9		8.8	10.1	12.7	14.7	14.6	14.0	13.0	12.3	12.2	11.9	9.5	
C10		8.6	11.1	15.3	18.4	20.0	21.1	21.4	20.8	18.4	12.9	9.3	X
C11		13.7	16.1	20.8	23.0	24.9	26.3	26.1	24.5	20.9	16.1	12.0	X
C12		20.2	20.9	22.3	23.5	24.2	24.4	24.2	22.5	19.7	16.0	13.0	
C13		15.5	15.2	16.2	18.5	20.3	21.2	21.4	21.4	20.1	17.6	15.8	X
C14		20.8	20.2	21.7	23.3	24.9	26.7	27.1	26.5	24.2	21.0	18.3	X
C15		20.0	19.8	20.0	21.5	23.6	25.6	26.1	25.7	24.5	21.6	16.7	X
C16		13.0	12.5	15.4	18.1	20.1	21.1	21.0	20.8	19.9	15.8	10.6	X
C17		7.9	10.4	14.0	17.4	20.0	21.0	20.4	19.3	17.5	14.0	12.6	X
C18		15.8	16.1	18.2	20.9	22.9	24.8	26.3	26.3	24.2	19.3	14.1	X
C19		18.3	20.6	22.3	23.9	25.1	25.2	24.8	22.9	18.8	11.4	4.7	X
C20		10.4	12.9	17.0	19.8	21.7	23.1	24.1	23.2	20.4	15.7	10.1	X
C21		18.5	19.8	22.1	24.2	25.7	26.0	25.1	23.6	20.8	13.2	6.3	X
C22		6.5	10.5	13.5	16.2	17.1	17.9	18.7	19.1	18.3	15.8	13.7	X
C23		10.8	14.3	17.9	20.8	23.3	25.1	25.9	25.5	21.7	17.0	10.6	X
C24		8.1	12.2	17.9	22.0	25.2	27.7	28.6	28.4	24.4	16.2	6.7	X
C25		10.6	13.7	17.2	19.3	21.3	21.3	21.3	20.1	18.7	16.9	13.7	
C26		18.2	19.5	21.0	22.7	23.9	24.3	24.2	23.3	21.8	19.4	17.2	X
C27		12.2	11.6	14.2	17.6	19.8	21.5	22.1	21.8	20.1	15.4	11.1	X
C28		19.1	20.0	20.8	21.2	21.2	20.4	17.4	13.2	10.1	9.1	9.5	
C29		24.8	24.5	25.7	27.6	29.7	30.7	30.3	28.4	24.7	17.1	11.5	
C30		22.3	22.3	23.3	24.7	26.1	26.1	25.6	24.4	21.6	15.4	9.9	X
C31		6.8	11.4	18.3	20.9	21.7	22.5	23.4	24.5	22.1	14.6	6.4	X
C32		20.7	22.7	23.9	24.3	24.5	24.7	24.5	23.7	21.8	19.2	15.9	X
C33		11.1	14.2	17.6	20.6	21.7	23.5	24.1	23.3	20.7	15.3	9.7	X
C34		11.5	13.0	15.5	18.0	20.1	21.2	21.2	21.2	19.5	14.7	11.1	X
C35		11.9	13.3	16.6	19.4	21.4	23.0	22.1	19.5	17.3	13.9	12.3	X
C36		12.6	13.6	16.7	19.1	20.5	21.4	21.4	20.4	17.3	14.2	12.2	
C37		6.3	11.4	15.3	17.3	19.0	20.9	21.7	21.7	20.2	16.3	11.2	X
C38		16.2	13.9	15.6	18.1	20.4	22.6	24.1	24.4	23.3	20.0	16.8	X
C39		16.2	14.3	18.0	21.3	24.0	25.7	26.8	26.8	23.6	18.7	16.0	X
C40		21.2	21.8	23.2	25.0	27.0	28.9	30.2	30.2	28.5	25.3	22.5	X
C41		26.8	25.4	24.5	24.3	25.1	25.6	26.1	26.6	26.4	25.0	23.5	X
C42		9.7	10.3	15.1	19.9	23.4	25.3	26.5	27.1	25.3	20.5	15.5	X
C43		16.9	15.7	17.6	19.3	21.1	23.7	25.7	27.0	23.8	18.4	16.8	X
C44		19.1	15.6	17.3	20.4	23.2	24.4	24.0	21.7	18.0	14.8	11.6	X
C45		18.4	16.7	18.5	20.4	21.8	22.9	23.4	23.3	22.1	20.3	19.0	X

Se marcaron con una "X" los recorridos que se encontraron en condiciones de flujo libre

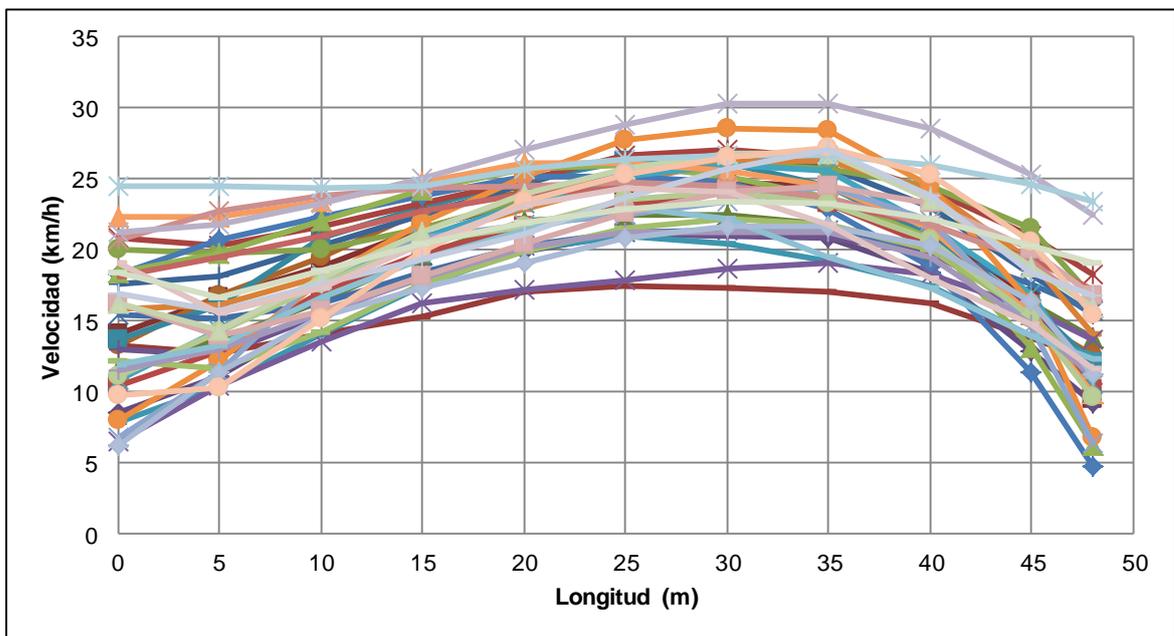
### Tramo 2. Teniente Maximiliano Rodríguez

Esquema del tramo	Ubicación	
	Nombre de la calle Principal	Teniente Maximiliano Rodríguez
	Inicia	Manuel José Aguirre
	Termina	Lauro Guerrero

#### Perfiles de velocidad de los 45 conductores



#### Perfiles de velocidad en flujo libre



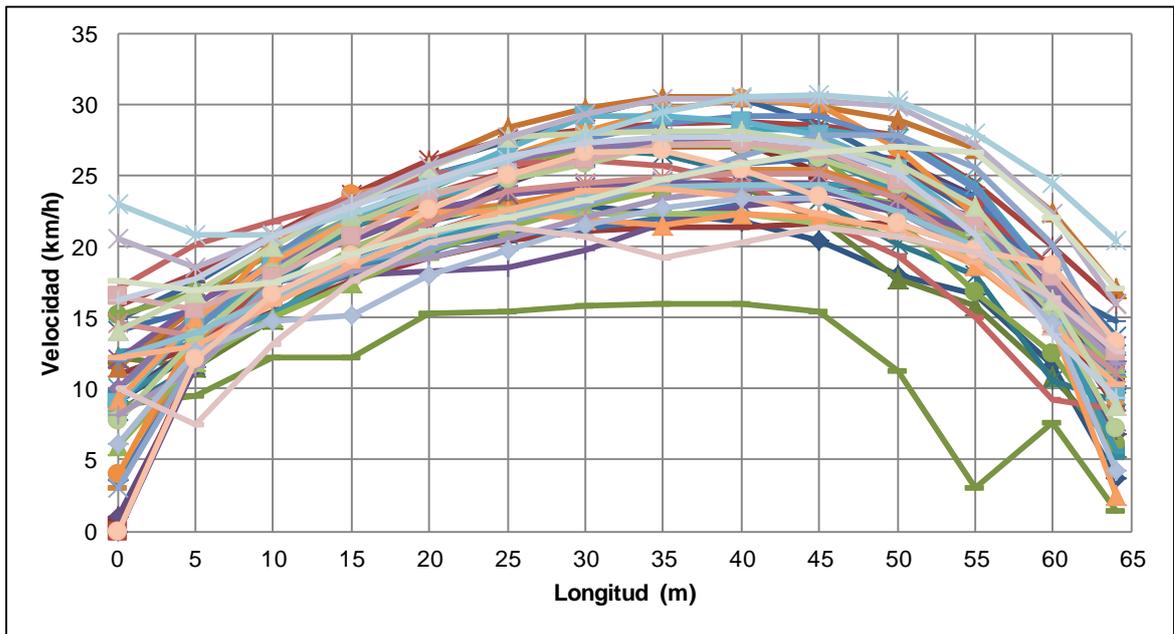
Tramo 3. Teniente Maximiliano Rodríguez															
Esquema del tramo				Ubicación											
				Nombre de la calle Principal		Teniente Maximiliano Rodríguez									
				Inicia		Lauro Guerrero									
				Termina		Ramón Pinto									
N° de Conductores	Velocidad (km/h)	Longitud (m)											Flujo Libre		
		0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60		64	
C1		9.1	13.6	19.9	21.4	22.8	22.8	21.5	18.6	17.1	11.7	3.7			
C2		0.4	13.4	19.8	23.8	26.0	27.1	27.5	26.5	24.3	21.9	16.8	10.1	X	
C3		12.2	12.1	16.7	21.7	23.8	24.1	24.3	24.1	18.6	16.3	10.9	5.8		
C4		9.4	13.4	18.0	20.5	23.9	26.4	27.4	27.3	26.8	24.6	16.5	10.5	X	
C5		8.4	12.8	19.0	24.4	26.2	26.9	26.3	24.4	21.6	18.3	10.5	9.2		
C6		11.8	15.8	19.9	22.5	24.8	26.8	27.1	27.0	24.9	22.3	16.5	12.0	X	
C7		14.9	18.2	21.9	25.2	27.2	29.3	30.6	30.4	27.0	23.0	17.0	14.7	X	
C8		11.0	13.5	16.4	18.7	20.3	21.1	21.4	21.5	21.7	20.4	15.3	8.7	X	
C9		8.8	10.1	12.2	14.1	15.3	15.9	16.0	15.9	13.3	1.6	7.6	1.4		
C10		1.1	12.7	17.7	20.4	22.3	23.9	24.4	24.5	24.4	22.1	15.3	6.8	X	
C11		9.2	13.9	19.3	23.1	25.9	27.3	27.4	27.3	25.1	21.5	15.7	5.5	X	
C12		11.5	16.7	21.5	25.0	28.1	29.8	30.6	30.4	29.4	27.4	22.5	17.1	X	
C13		14.0	16.0	17.9	19.5	20.6	21.2	22.3	23.4	23.8	22.4	18.6	13.7	X	
C14		15.8	18.7	22.0	25.5	27.3	28.3	28.7	28.7	28.2	25.1	20.0	16.0	X	
C15		15.1	17.3	20.5	23.4	26.0	26.6	27.2	27.0	24.1	17.8	12.5	6.2	X	
C16		0.0	12.9	17.3	18.3	18.5	19.8	21.9	23.2	23.3	20.8	15.1	7.1	X	
C17		12.6	13.5	16.4	19.9	21.7	23.7	24.3	24.4	24.3	21.8	15.3	5.6	X	
C18		3.1	14.6	19.3	21.8	22.8	23.9	24.9	25.4	24.7	21.3	15.5	9.5	X	
C19		3.6	13.1	17.3	19.1	21.1	23.3	24.8	26.3	26.1	23.9	18.0	10.2	X	
C20		0.0	14.1	20.3	23.0	25.0	26.5	27.3	27.4	26.9	23.4	18.6	12.0	X	
C21		5.9	13.2	16.1	18.9	21.1	22.9	24.1	24.1	23.7	21.2	16.7	11.5	X	
C22		12.1	16.6	19.5	21.7	23.6	24.2	24.4	24.4	23.4	21.5	17.4	13.0	X	
C23		10.1	15.1	19.8	22.8	24.5	26.2	28.1	28.4	27.8	25.2	17.7	9.5	X	
C24		4.0	15.6	21.8	24.4	26.0	28.1	29.9	30.2	28.7	23.3	16.2	9.3	X	
C25		11.9	15.2	20.8	24.2	26.2	27.6	28.8	29.2	28.3	25.2	17.7	11.0	X	
C26		17.1	20.8	22.3	24.5	25.7	26.1	25.4	23.5	20.4	16.0	9.2	8.5		
C27		8.1	12.6	17.8	21.3	22.8	22.3	22.3	22.2	21.2	19.6	16.0	11.2	X	
C28		10.1	16.0	20.0	23.5	25.9	27.1	27.3	27.1	25.3	22.0	17.1	11.9	X	
C29		9.0	15.7	20.3	23.6	26.4	29.3	29.2	28.5	26.6	22.5	15.4	9.8		
C30		9.2	15.8	20.1	22.3	22.5	21.9	21.7	22.2	21.6	19.4	14.5	2.4	X	
C31		3.1	13.4	19.4	18.9	21.6	23.0	24.9	27.1	27.9	26.3	20.2	12.0	X	
C32		14.6	14.3	17.8	20.8	23.5	24.5	25.0	25.2	24.4	20.8	14.6	11.1		
C33		7.7	14.6	19.7	23.0	24.6	25.9	27.2	27.2	25.3	22.0	15.3	7.2	X	
C34		8.1	12.7	17.0	18.9	20.3	22.1	23.6	24.3	23.5	20.2	16.2	11.7	X	
C35		12.2	14.4	17.6	20.2	22.1	23.7	24.3	24.4	23.3	20.6	16.1	13.2	X	
C36		12.2	13.6	17.2	20.2	22.3	23.9	24.1	23.1	21.7	19.5	14.4	10.3	X	
C37		6.1	13.3	15.1	16.8	19.5	21.5	22.9	23.4	22.4	20.1	14.6	4.3	X	
C38		16.6	16.0	19.0	22.4	25.0	26.2	27.4	27.3	25.5	22.4	17.9	12.6	X	
C39		14.0	17.5	21.2	24.6	27.4	28.0	28.1	27.8	26.9	23.9	16.2	8.8	X	
C40		20.5	18.9	21.7	24.9	27.4	29.3	30.5	30.5	30.1	27.9	22.3	16.0	X	
C41		23.0	20.5	21.2	23.4	25.7	27.9	29.7	30.9	30.5	28.5	24.5	20.4	X	
C42		0.0	13.1	17.8	21.3	24.7	26.7	26.8	24.6	22.4	20.1	18.7	13.3	X	
C43		16.2	18.3	21.7	24.0	26.0	27.3	27.7	27.5	26.7	22.1	13.8	9.4	X	
C44		10.1	8.6	15.2	19.5	21.4	20.7	19.5	20.8	21.1	19.8	16.4	12.6		
C45		17.6	17.0	18.3	20.5	21.9	23.3	25.0	26.2	27.1	26.8	22.1	17.1	X	

Se marcaron con una "X" los recorridos que se encontraron en condiciones de flujo libre

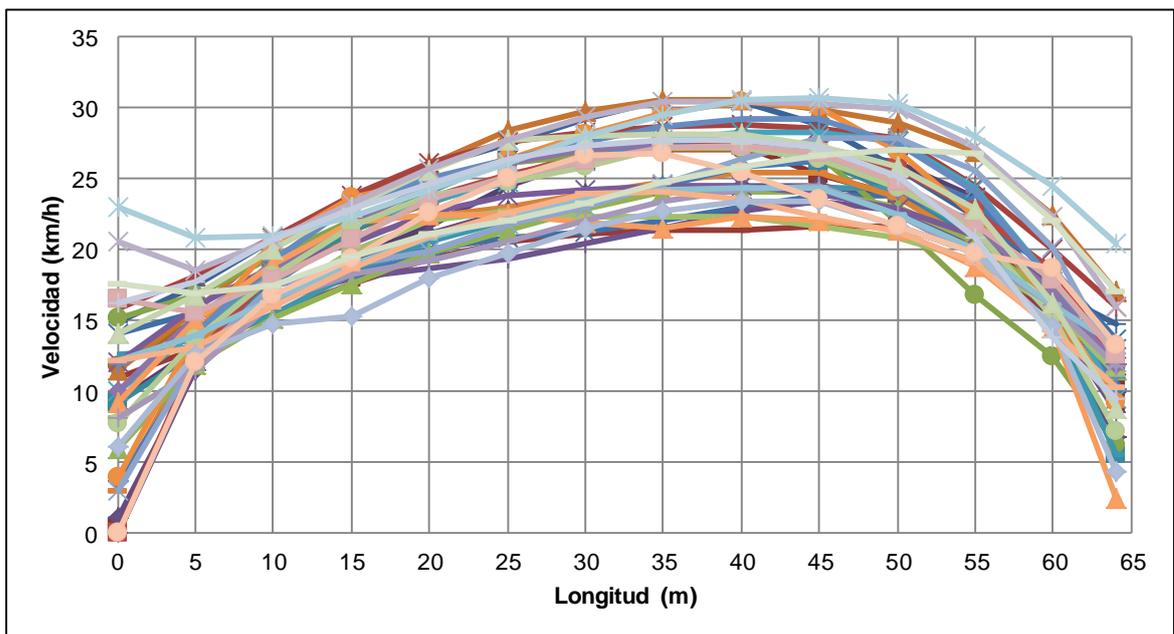
### Tramo 3. Teniente Maximiliano Rodríguez

Esquema del tramo	Ubicación	
	<b>Nombre de la calle Principal</b>	Teniente Maximiliano Rodríguez
	<b>Inicia</b>	Lauro Guerrero
	<b>Termina</b>	Ramón Pinto

#### Perfiles de velocidad de los 45 conductores



#### Perfiles de velocidad en flujo libre



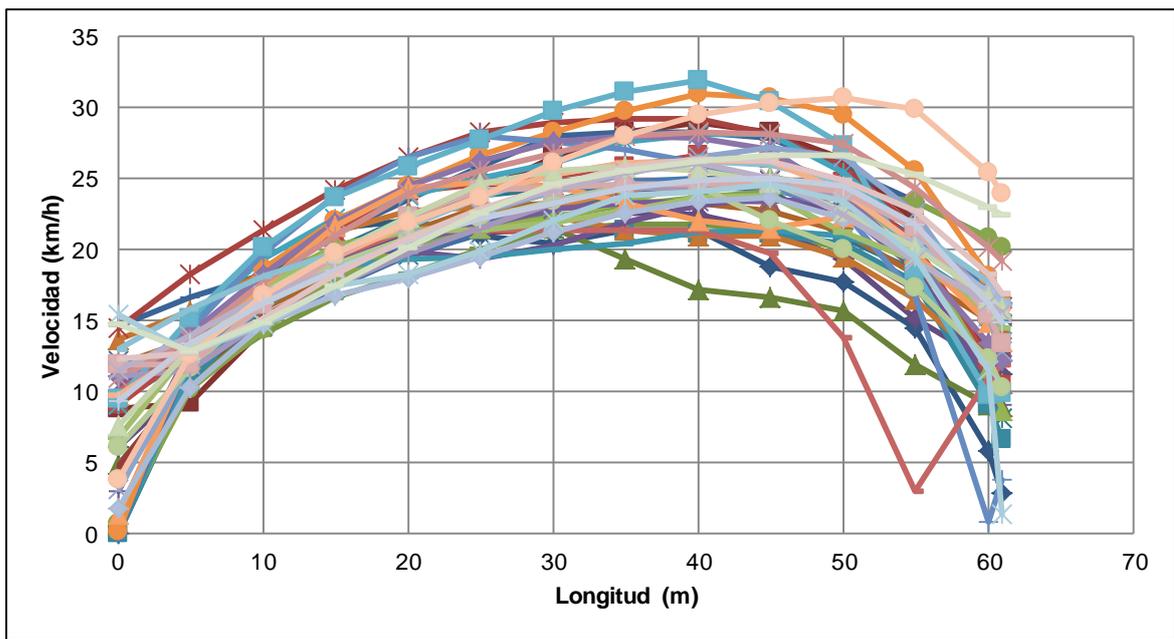
Tramo 4. Teniente Maximiliano Rodríguez												
Esquema del tramo				Ubicación								
				Nombre de la calle Principal			Teniente Maximiliano Rodríguez					
				Inicia			Ramón Pinto					
				Termina			José María Peña					
N° de Conductores	Longitud (m)											Flujo Libre
	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	61	
C1	0.0	12.8	20.0	22.5	21.2	20.4	21.4	20.6	18.0	15.2	2.9	
C2	8.8	10.1	17.0	21.1	23.6	26.6	28.5	28.9	27.6	22.9	12.4	X
C3	4.9	11.6	16.3	20.1	21.4	21.5	18.7	16.7	16.1	12.1	8.9	
C4	9.2	14.0	18.0	20.1	21.9	23.2	24.7	25.1	24.3	21.6	16.0	X
C5	9.4	13.5	18.4	21.6	23.6	24.3	24.4	24.4	22.2	19.0	8.2	
C6	11.9	14.1	16.6	20.4	22.8	23.3	23.4	23.1	21.9	18.9	14.0	X
C7	14.6	17.0	19.4	22.6	25.4	28.0	28.3	28.1	26.7	23.8	19.9	X
C8	4.7	12.0	16.6	18.8	20.9	21.3	21.3	21.3	21.1	18.0	12.4	X
C9	0.4	11.3	15.4	17.7	19.6	21.3	21.8	21.6	20.6	17.9	11.3	X
C10	6.1	11.9	17.5	20.3	21.5	22.1	22.6	22.0	20.2	15.9	11.2	X
C11	0.0	11.9	17.9	21.2	21.5	21.5	21.3	21.1	21.1	18.6	6.7	X
C12	13.7	16.3	19.6	22.2	23.0	22.3	21.3	21.0	20.2	17.2	10.6	
C13	12.2	12.0	15.8	18.8	20.9	22.7	24.2	24.4	24.0	20.2	15.3	X
C14	14.5	19.0	22.6	25.8	27.9	29.0	29.2	29.2	26.8	22.4	15.4	X
C15	0.7	11.0	16.1	19.8	21.4	22.3	23.3	23.9	24.0	23.5	20.1	
C16	3.1	14.5	19.3	20.2	19.1	20.3	22.1	23.7	23.7	20.0	9.0	X
C17	0.2	12.4	17.6	19.3	19.4	20.1	20.6	21.4	21.3	20.0	15.2	
C18	9.1	14.0	18.3	21.1	21.5	23.0	24.4	24.8	24.0	21.4	16.6	X
C19	0.0	14.1	18.5	19.8	21.7	23.5	25.0	25.0	24.2	21.4	16.2	X
C20	9.1	14.0	19.2	23.2	24.5	25.2	26.0	26.6	26.2	21.9	10.5	X
C21	9.7	14.4	18.9	21.1	21.5	22.1	23.7	24.8	24.5	21.3	8.7	X
C22	10.4	14.2	17.9	20.3	21.5	22.8	23.3	23.4	23.6	22.1	13.2	X
C23	9.1	16.0	20.5	23.1	24.8	26.1	27.9	28.2	26.5	22.2	14.7	X
C24	0.2	14.1	20.1	23.6	26.2	28.3	30.0	31.0	30.4	26.4	16.3	X
C25	9.4	15.5	21.4	25.4	28.0	27.5	27.0	25.5	23.4	18.2	3.9	
C26	10.1	14.2	17.9	21.0	21.4	21.3	21.3	21.3	17.5	2.7	11.9	
C27	6.8	14.1	18.7	21.1	21.3	21.9	22.9	24.1	22.2	19.6	14.4	X
C28	11.2	14.9	19.8	23.5	26.0	27.6	28.0	27.7	25.1	20.3	12.2	X
C29	9.5	16.2	21.6	25.1	27.3	29.7	31.2	31.7	29.3	20.8	9.8	
C30	1.4	13.7	19.2	24.0	24.7	24.5	23.0	21.7	22.0	20.3	13.5	X
C31	3.1	13.3	17.5	20.1	22.2	24.1	25.6	27.0	26.8	23.5	12.8	X
C32	11.0	14.6	19.1	22.8	25.2	26.8	28.1	28.4	27.8	25.0	19.2	X
C33	6.1	12.8	17.4	20.1	21.9	23.4	24.5	23.8	20.7	18.1	10.3	X
C34	11.2	12.1	16.0	18.8	21.2	23.2	24.4	24.4	24.3	22.5	15.5	X
C35	13.0	16.3	18.8	21.0	23.3	25.2	26.1	26.4	25.5	22.1	16.3	X
C36	9.7	13.6	17.9	21.0	23.4	25.3	26.1	26.3	25.4	21.3	15.8	X
C37	1.8	11.2	16.3	17.4	19.2	21.2	22.8	23.5	23.1	20.7	16.1	X
C38	11.9	12.6	17.7	21.3	24.1	24.4	24.6	24.7	24.3	22.2	13.5	X
C39	7.6	14.0	18.1	21.4	24.2	25.5	25.7	25.2	23.7	20.7	15.8	X
C40	11.5	14.7	17.3	19.9	22.3	24.3	25.7	25.7	23.6	19.9	15.6	
C41	15.5	13.0	15.8	18.3	19.4	22.0	23.9	24.3	24.6	20.7	1.4	
C42	3.8	13.5	18.3	21.3	23.2	26.1	28.3	29.8	30.8	30.1	24.0	X
C43	9.4	14.1	17.1	20.1	21.9	23.3	24.5	25.0	24.7	22.5	14.8	X
C44	12.3	13.0	16.4	19.9	22.6	24.4	26.0	26.4	25.4	23.3	17.0	X
C45	14.8	13.2	15.8	19.1	22.1	24.6	25.8	26.4	26.6	25.6	22.5	X

Se marcaron con una "X" los recorridos que se encontraron en condiciones de flujo libre

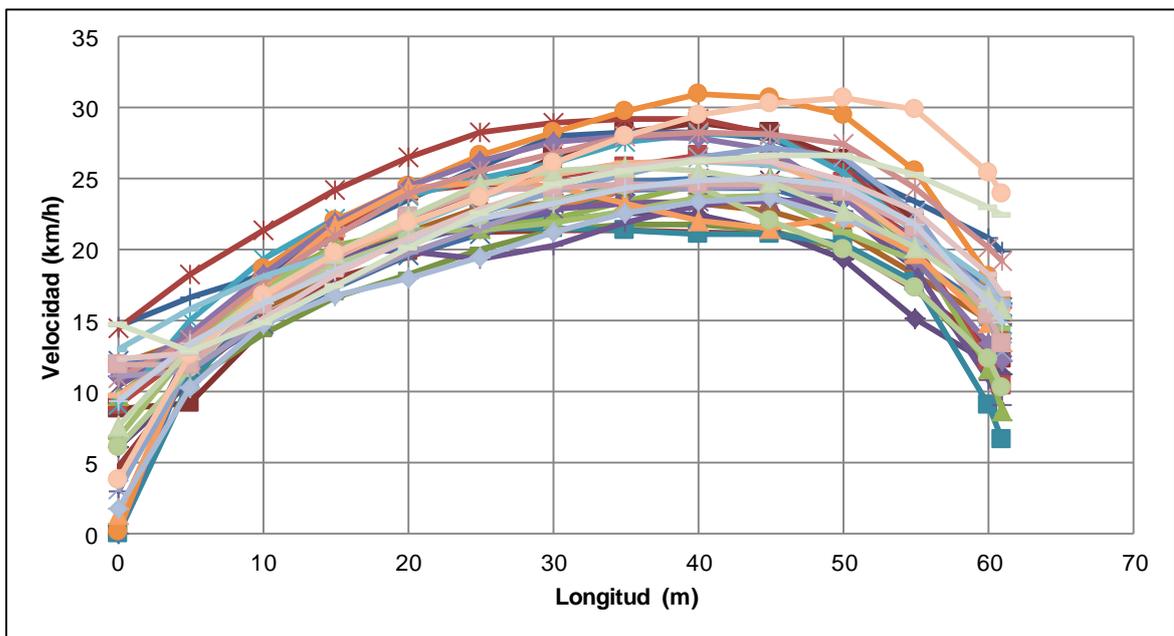
### Tramo 4. Teniente Maximiliano Rodríguez

Esquema del tramo	Ubicación	
	Nombre de la calle Principal	Teniente Maximiliano Rodríguez
	Inicia	Ramón Pinto
	Termina	José María Peña

### Perfiles de velocidad de los 45 conductores



### Perfiles de velocidad en flujo libre



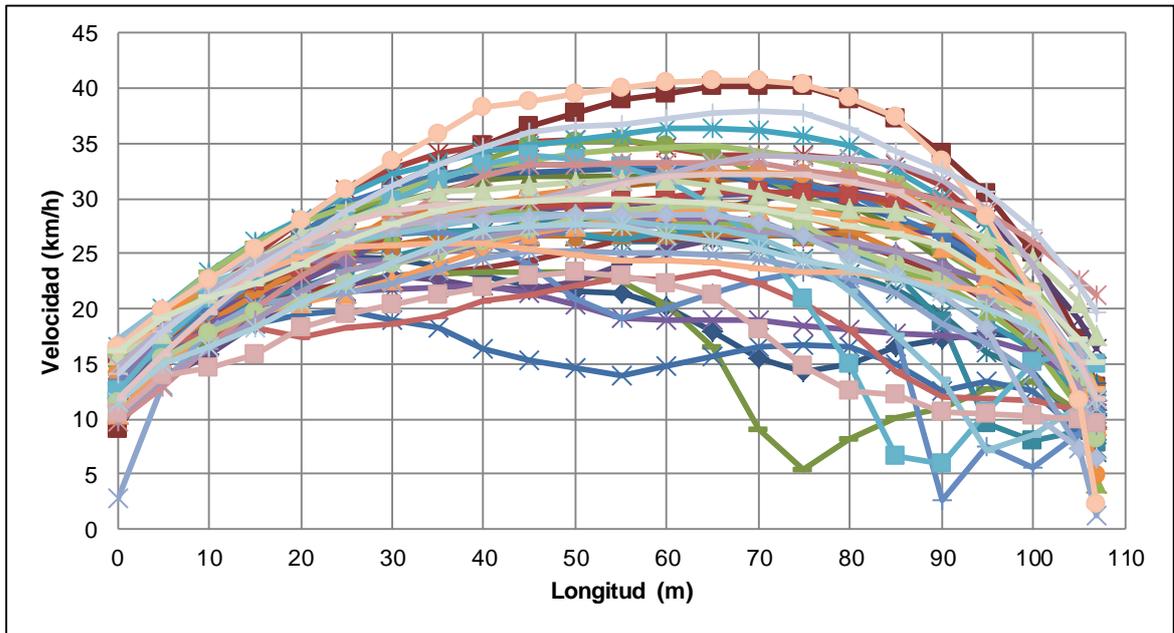
Tramo 5. José María Peña															
Esquema del tramo				Ubicación											
				Nombre de la calle Principal		José María Peña									
				Inicia		Teniente Maximiliano Rodríguez									
				Termina		Mercadillo									
N° de Conductores	Velocidad (km/h)	Longitud (m)											Flujo Libre		
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		107	
C1		9.6	20.2	24.2	24.5	22.9	21.6	20.1	15.6	15.0	17.2	17.4	10.2		
C2		9.0	20.6	26.9	31.1	34.8	37.7	39.5	40.1	39.0	34.2	25.0	12.9	X	
C3		11.2	19.5	25.8	29.6	31.6	32.0	32.0	31.6	29.4	24.3	17.5	10.0	X	
C4		12.8	17.8	24.4	27.2	28.5	28.3	28.4	29.8	31.1	29.9	23.9	16.4	X	
C5		13.9	18.2	24.4	26.8	27.1	26.5	26.2	25.5	23.2	19.5	14.3	7.0		
C6		13.0	19.9	23.1	26.6	28.9	30.8	31.5	31.8	30.4	27.5	19.5	13.0	X	
C7		16.5	23.1	28.3	30.4	32.1	32.5	32.5	31.4	29.5	26.5	19.4	13.2	X	
C8		13.6	19.2	21.6	22.9	23.6	25.3	26.3	26.9	26.2	23.2	17.1	7.4	X	
C9		11.8	16.6	20.8	22.9	23.2	23.2	20.3	9.0	8.2	11.0	13.4	8.1		
C10		10.1	15.9	20.6	22.9	21.9	22.5	25.4	26.7	27.1	26.8	20.4	10.5	X	
C11		11.7	18.7	22.0	24.6	27.0	28.0	28.1	27.5	25.8	18.7	8.0	7.9		
C12		13.3	20.6	23.7	25.8	26.9	26.7	26.8	26.7	27.0	27.5	20.2	10.0		
C13		14.5	17.9	19.4	19.0	16.4	14.6	14.8	16.5	16.5	12.6	12.6	7.4		
C14		12.0	21.3	28.1	32.7	34.7	35.3	34.7	33.8	33.6	31.1	21.0	10.4	X	
C15		14.9	21.4	26.7	30.2	33.3	35.1	34.9	32.1	28.3	25.3	19.0	8.4	X	
C16		15.2	19.9	22.5	26.7	28.7	29.3	29.8	30.4	30.5	28.4	22.1	11.3	X	
C17		14.0	20.2	24.5	26.7	27.0	26.7	26.9	27.0	25.0	20.8	16.4	9.3	X	
C18		15.6	18.7	23.6	28.3	29.5	29.5	29.7	29.2	27.1	23.7	20.6	11.1	X	
C19		11.9	20.1	26.8	30.9	32.7	33.1	33.0	31.7	30.4	26.5	21.1	10.7	X	
C20		15.9	21.1	23.7	26.6	28.9	29.4	30.1	30.6	30.3	29.2	21.1	9.1	X	
C21		15.1	21.6	24.5	26.7	28.8	28.4	27.9	27.5	25.7	22.3	16.7	4.1	X	
C22		12.9	18.6	21.2	21.8	22.1	20.3	19.0	19.0	18.1	17.5	16.0	11.6		
C23		16.6	23.4	28.2	32.2	34.3	35.3	36.4	36.2	34.7	30.1	21.0	11.3	X	
C24		14.0	22.1	25.3	27.7	29.4	30.7	32.2	32.3	31.8	28.2	19.7	5.0	X	
C25		13.6	19.5	24.7	27.0	26.3	20.9	20.0	22.6	22.2	2.6	5.6	8.0		
C26		15.1	17.8	17.4	18.7	20.7	22.1	22.6	22.4	18.0	12.1	11.6	9.8		
C27		15.9	23.3	27.9	30.5	32.8	34.0	34.7	34.3	32.9	29.1	22.1	12.5	X	
C28		12.6	21.5	24.3	24.4	25.8	27.4	28.2	27.9	25.7	23.8	20.0	11.7	X	
C29		12.6	20.8	25.5	29.8	33.1	33.6	31.6	26.1	15.0	5.9	15.1	14.9		
C30		10.5	17.9	20.6	22.5	25.4	27.6	28.8	29.0	28.4	25.5	19.5	9.5	X	
C31		2.7	18.1	21.0	22.2	24.5	25.2	25.0	24.5	22.7	18.6	14.1	1.2		
C32		9.7	16.6	22.9	27.9	32.0	33.1	33.3	33.1	32.0	29.8	26.1	21.2	X	
C33		11.5	17.7	20.6	24.0	26.0	28.1	29.3	29.0	25.4	22.8	19.0	8.2	X	
C34		10.1	16.3	21.5	24.2	26.4	27.4	27.5	26.9	26.1	23.5	17.4	9.4	X	
C35		17.3	22.2	25.0	26.8	28.2	28.6	27.6	26.5	21.6	13.6	8.6	10.0		
C36		16.3	21.0	24.7	25.8	25.8	24.8	24.3	23.7	23.3	22.2	19.8	12.7	X	
C37		16.9	22.8	25.7	27.4	28.1	28.6	28.4	27.8	24.7	21.3	10.4	6.5		
C38		10.5	14.6	18.3	20.3	21.9	23.3	22.3	18.1	12.5	10.6	10.3	9.7		
C39		15.8	21.5	26.7	29.4	30.8	31.5	31.6	30.5	29.1	27.9	24.4	17.5	X	
C40		14.8	21.5	26.2	27.4	28.9	30.9	32.2	33.9	33.6	31.6	23.9	10.9	X	
C41		11.5	16.6	20.5	24.1	27.2	27.6	26.7	25.5	23.7	21.6	18.3	11.9		
C42		16.6	22.7	28.1	33.5	38.2	39.4	40.5	40.7	39.1	33.5	21.4	2.2	X	
C43		14.0	21.0	26.2	31.0	34.6	36.4	37.2	37.8	36.3	32.5	27.2	19.6	X	
C44		11.9	19.7	25.8	28.8	29.5	30.2	31.9	32.2	31.6	28.2	20.9	11.8	X	
C45		16.2	21.0	24.0	27.7	29.6	29.9	29.8	29.0	27.6	25.7	21.3	15.1	X	

Se marcaron con una "X" los recorridos que se encontraron en condiciones de flujo libre

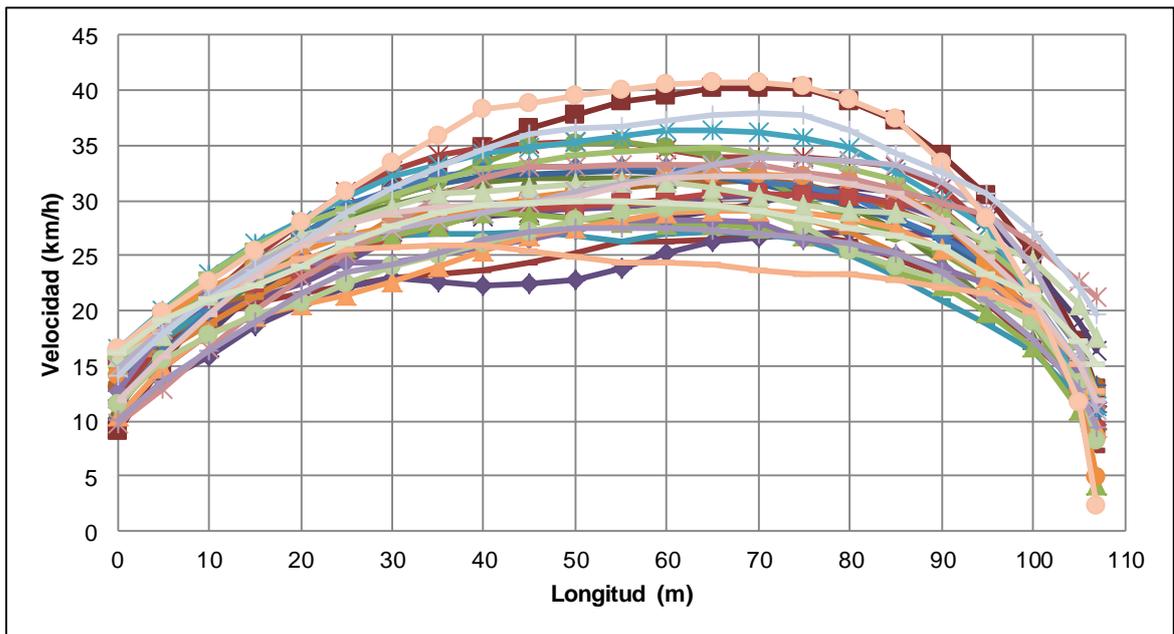
### Tramo 5. José María Peña

Esquema del tramo	Ubicación	
	Nombre de la calle Principal	José María Peña
	Inicia	Teniente Maximiliano Rodríguez
	Termina	Mercadillo

### Perfiles de velocidad de los 45 conductores



### Perfiles de velocidad en flujo libre



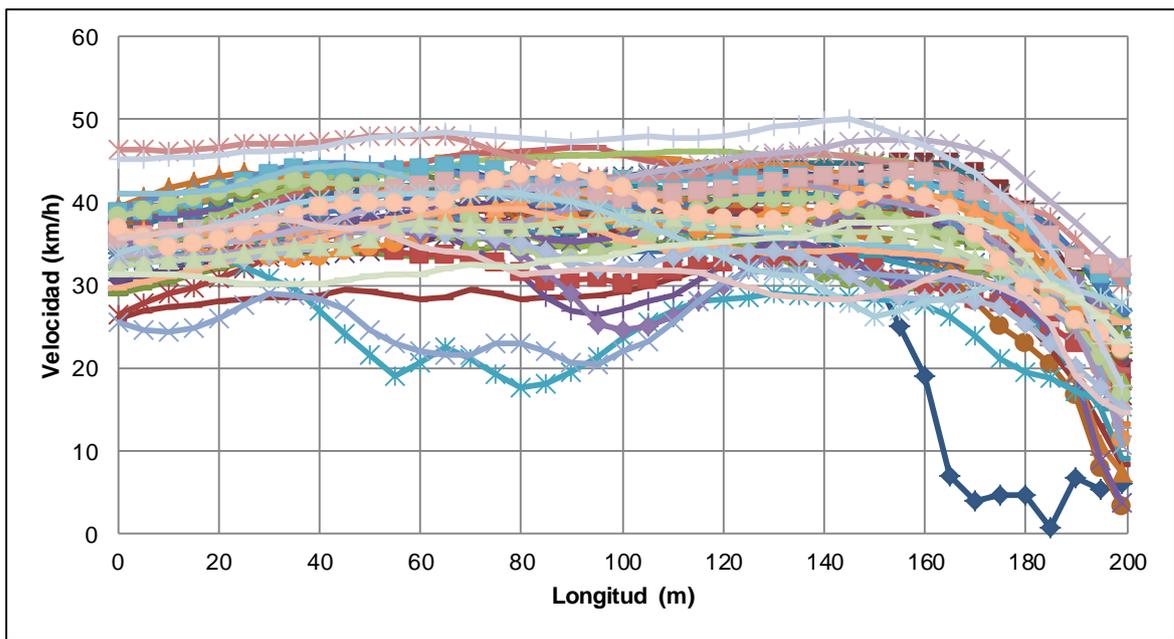
Tramo 6. Av. Manuel Carrión Pinzano													
Esquema del tramo				Ubicación									
				Nombre de la calle Principal				Av. Manuel Carrión Pinzano					
				Inicia				Redondel de Clodoveo					
				Termina				Panamericana E35					
N° de Conductores	Velocidad (km/h)	Longitud (m)										Flujo Libre	
		0	20	40	60	80	100	120	140	160	180		199
C1		35.1	38.5	41.4	44.1	42.4	37.1	38.6	35.8	19.0	4.7	6.1	
C2		38.8	39.2	40.5	40.2	38.4	36.6	40.0	42.3	44.7	38.9	19.8	
C3		35.1	38.5	41.9	43.4	41.5	40.8	40.0	38.4	33.4	29.6	23.0	X
C4		30.0	33.2	33.6	35.2	39.2	43.1	44.1	43.1	40.2	33.0	16.7	X
C5		36.7	39.4	41.2	42.0	42.3	43.1	44.3	44.8	44.5	39.1	24.2	X
C6		37.3	40.5	41.8	40.3	38.6	39.1	39.3	38.1	33.3	23.0	3.3	
C7		33.9	37.7	40.6	41.9	41.1	43.2	43.9	42.6	43.6	38.7	27.2	
C8		26.1	28.1	28.8	28.4	28.3	29.3	32.9	33.8	33.2	25.7	8.4	X
C9		29.1	32.1	33.7	33.3	34.5	34.8	35.6	36.0	35.7	33.3	24.1	X
C10		30.7	33.6	36.5	39.0	39.7	37.3	38.1	38.0	37.3	33.4	20.9	X
C11		38.1	39.1	39.8	41.4	43.1	42.1	41.0	40.7	38.4	31.8	18.8	X
C12		39.5	43.1	42.6	41.2	41.7	40.4	39.8	37.4	33.7	27.1	7.5	
C13		34.4	35.4	37.5	38.2	36.1	34.1	34.4	34.4	33.2	30.9	25.7	X
C14		26.5	30.9	35.5	36.9	37.7	38.2	39.0	38.9	38.6	32.9	20.1	
C15		38.1	40.6	42.7	44.0	42.4	38.3	35.1	31.3	29.8	30.7	22.1	
C16		32.1	35.4	38.1	37.3	31.2	27.2	32.5	36.5	37.5	36.4	17.5	
C17		32.7	34.2	36.9	38.1	36.4	37.2	36.5	34.0	32.1	27.0	9.0	X
C18		38.8	41.2	43.6	44.7	46.0	45.7	44.4	43.9	41.1	35.2	13.3	X
C19		35.2	36.0	38.8	40.5	40.4	39.3	40.2	42.1	42.4	39.0	26.8	X
C20		36.9	34.3	35.1	33.7	31.6	30.2	32.7	33.3	30.0	27.2	18.3	
C21		36.5	35.9	37.1	37.2	36.1	36.1	37.9	38.3	37.0	32.5	18.9	
C22		38.2	39.1	40.2	39.4	36.3	36.0	36.4	34.3	30.9	27.4	3.9	
C23		33.0	33.3	26.9	20.7	17.7	23.7	28.3	28.6	27.7	19.5	15.4	
C24		36.7	33.6	33.5	35.8	37.1	37.5	36.4	38.7	40.5	34.0	11.4	X
C25		39.3	42.1	44.7	44.3	42.8	43.0	43.2	41.9	39.2	31.9	23.6	X
C26		33.0	37.8	42.1	44.9	46.1	45.8	43.9	42.5	39.3	31.5	19.8	X
C27		32.1	38.4	42.7	43.7	45.4	45.9	46.1	45.6	44.2	37.6	25.7	X
C28		34.4	36.9	36.8	36.1	33.9	24.5	30.0	37.7	40.7	36.6	22.6	
C29		38.7	41.5	43.8	44.2	42.9	42.6	42.9	43.2	42.2	37.1	31.0	X
C30		36.6	36.1	36.4	38.2	40.0	41.4	41.3	41.8	41.0	35.6	16.3	X
C31		25.5	25.9	28.2	22.0	23.1	22.0	30.3	31.7	30.8	28.9	10.7	
C32		46.4	46.7	47.2	48.1	45.3	42.8	44.2	45.8	44.2	39.5	30.3	X
C33		38.2	41.2	42.4	41.6	34.6	34.8	40.3	40.5	36.7	31.9	16.8	X
C34		34.4	33.8	35.9	38.0	37.7	40.2	41.8	41.7	39.3	32.2	12.8	
C35		41.0	41.6	44.3	42.4	40.5	39.1	36.8	35.7	34.3	30.5	25.6	X
C36		29.8	32.5	35.6	38.5	39.1	35.6	34.6	34.2	33.6	30.5	25.6	X
C37		32.5	33.3	34.7	36.8	35.1	32.3	34.1	32.8	28.2	25.2	15.2	
C38		35.5	36.7	39.4	42.0	42.2	40.3	41.6	43.1	43.7	38.4	32.0	X
C39		32.3	33.3	34.7	37.7	37.1	38.2	37.5	36.5	35.7	31.9	23.1	X
C40		33.4	35.1	37.2	40.2	41.6	42.9	45.2	46.7	47.5	42.7	32.5	X
C41		33.8	37.5	40.3	41.0	41.0	38.2	33.3	29.6	28.0	31.0	27.9	
C42		36.8	35.6	39.4	39.7	43.3	41.6	38.0	39.0	40.6	29.7	22.4	
C43		45.3	45.8	46.7	48.3	47.8	47.7	48.0	49.7	46.8	38.3	17.8	X
C44		35.7	37.1	37.2	34.6	31.3	31.9	30.6	28.4	30.7	28.2	14.6	
C45		31.4	30.7	30.2	31.3	32.3	33.9	35.2	36.5	37.8	33.5	23.2	

Se marcaron con una "X" los recorridos que se encontraron en condiciones de flujo libre

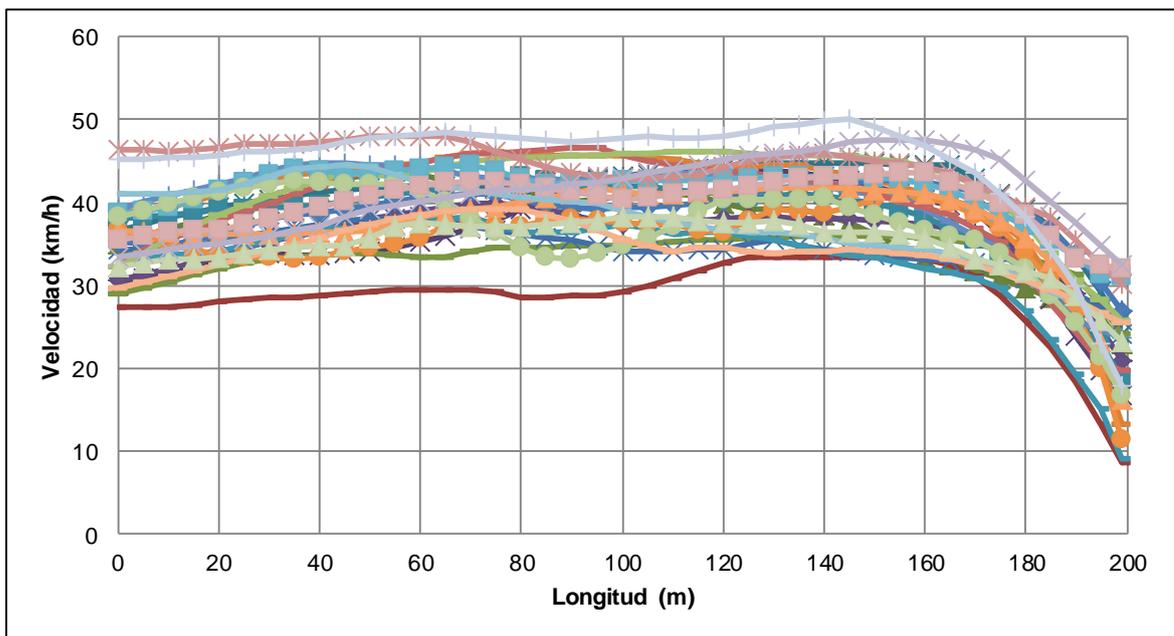
### Tramo 6. Av. Manuel Carrión Pinzano

Esquema del tramo	Ubicación	
	<b>Nombre de la calle Principal</b>	Av. Manuel Carrión Pinzano
	<b>Inicia</b>	Redondel de Clodoveo
	<b>Termina</b>	Panamericana E35

### Perfiles de velocidad de los 45 conductores



### Perfiles de velocidad en flujo libre



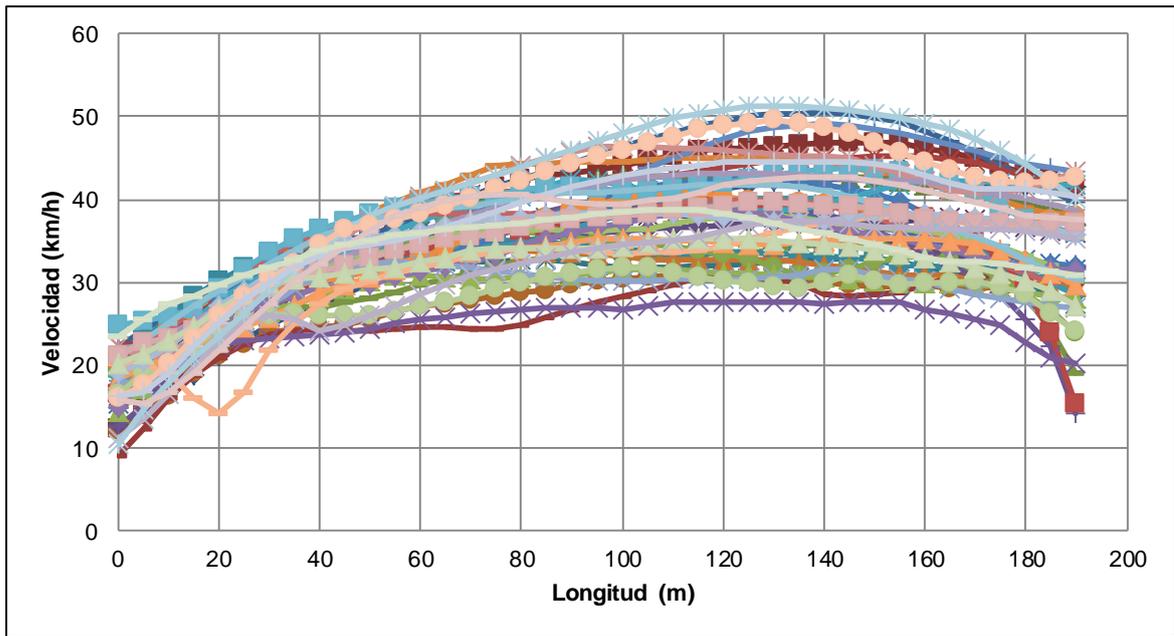
Tramo 7. Santo Domingo de los Colorados													
Esquema del tramo				Ubicación									
				Nombre de la calle Principal			Santo Domingo de los Colorados						
				Inicia			Guayaquil						
				Termina			Riobamba						
N° de Conductores	Velocidad (km/h)	Longitud (m)										Flujo Libre	
		0	20	40	60	80	100	120	140	160	180		190
C1		15.9	21.0	27.2	31.9	34.6	38.4	41.3	42.4	42.4	41.6	41.6	X
C2		12.3	23.2	31.7	38.2	42.4	44.1	46.1	46.8	46.2	43.2	41.7	X
C3		17.2	26.6	33.3	37.7	40.8	42.8	42.7	42.6	41.7	39.4	38.1	X
C4		18.0	24.0	29.9	34.5	36.4	38.0	38.2	37.6	37.7	36.6	36.1	X
C5		15.4	26.3	30.9	32.4	32.6	31.7	32.1	32.8	31.8	29.4	27.3	X
C6		12.0	21.2	24.5	27.1	28.8	30.5	30.5	30.0	29.7	29.7	29.9	X
C7		22.2	29.6	34.3	38.0	42.4	46.4	49.4	50.6	48.3	42.6	39.6	X
C8		9.1	20.8	24.4	24.6	24.9	28.3	30.6	28.6	29.6	30.8	29.9	X
C9		18.8	24.4	27.0	29.6	32.5	33.2	33.5	34.6	34.0	28.4	19.1	X
C10		12.7	23.8	29.9	33.4	35.0	36.3	36.9	36.5	34.0	31.8	31.9	X
C11		20.2	30.1	34.3	34.6	34.9	34.2	33.5	33.2	31.9	31.5	31.0	X
C12		18.6	27.3	32.8	34.6	33.9	33.1	32.7	32.0	30.7	29.8	29.5	X
C13		20.2	26.9	32.9	36.1	37.3	39.3	39.2	37.8	35.3	32.8	31.6	X
C14		22.2	27.8	35.8	40.0	41.2	42.3	43.9	45.0	45.2	42.9	41.3	X
C15		19.5	28.6	32.2	35.7	36.1	34.7	33.3	31.1	33.1	28.6	24.0	
C16		12.5	25.2	32.9	35.6	38.1	39.9	39.9	38.2	33.6	25.6	14.2	X
C17		16.2	25.2	31.2	34.3	34.6	38.3	39.9	40.1	37.7	31.4	28.6	X
C18		19.9	28.7	35.4	40.7	44.2	44.4	45.0	44.5	42.3	38.9	38.2	X
C19		16.4	27.9	33.4	33.2	36.7	40.8	42.5	41.7	38.2	32.7	32.0	X
C20		16.6	26.4	29.8	33.9	36.3	38.5	39.2	39.2	37.7	29.2	15.3	X
C21		14.4	24.4	28.2	30.8	30.6	31.4	31.2	30.5	29.8	28.9	28.0	X
C22		16.2	22.5	23.6	25.5	26.8	26.7	27.7	27.5	26.8	22.8	20.1	X
C23		17.7	27.8	32.8	37.4	40.4	41.7	39.1	39.5	42.1	41.7	41.6	X
C24		16.2	26.3	30.1	33.0	37.1	40.1	40.4	39.4	37.8	37.0	38.1	
C25		18.1	26.5	32.1	35.9	40.0	42.5	47.2	49.2	47.4	44.4	43.4	X
C26		19.5	29.3	36.3	38.3	38.2	38.5	40.0	39.3	36.0	31.0	30.6	X
C27		19.0	26.4	31.8	34.8	36.3	36.4	37.8	37.4	36.1	33.2	30.2	X
C28		14.9	24.4	29.5	31.3	34.3	37.2	38.7	36.7	34.6	31.9	31.5	X
C29		24.8	29.2	36.4	39.4	41.0	41.0	42.0	43.6	43.0	37.5	36.0	X
C30		18.4	23.4	28.7	32.4	34.2	35.2	34.7	35.1	35.2	32.6	29.6	X
C31		18.1	22.8	30.8	32.3	31.1	30.1	30.4	31.6	30.1	27.6	27.0	X
C32		22.2	25.5	33.9	40.3	44.0	46.3	46.0	45.1	42.1	41.2	43.4	X
C33		16.4	24.4	25.9	27.0	29.9	31.7	30.2	29.8	29.8	28.5	24.1	
C34		22.0	26.9	32.1	36.2	39.8	42.3	43.2	42.7	42.1	40.1	38.7	X
C35		21.2	29.0	35.5	38.5	40.1	41.0	41.8	41.0	37.4	32.7	30.4	X
C36		20.3	14.2	27.5	31.8	34.1	33.5	34.3	37.2	38.1	36.7	35.6	
C37		19.0	27.1	33.7	36.2	37.8	38.5	37.8	37.4	38.3	37.0	35.7	X
C38		21.2	25.6	31.4	34.6	36.7	38.1	39.3	39.2	37.7	37.1	37.2	X
C39		20.3	26.6	30.7	32.4	34.1	34.3	35.3	34.5	32.9	30.1	27.1	X
C40		11.2	22.8	24.2	28.5	32.1	34.6	36.1	37.4	36.5	36.3	35.2	X
C41		10.4	23.6	33.9	40.2	43.9	48.0	50.7	51.1	49.1	44.3	40.1	X
C42		16.0	26.0	34.5	38.3	42.3	46.0	48.9	48.7	44.6	41.9	42.7	X
C43		16.2	25.1	33.3	35.6	39.7	42.9	44.4	44.6	43.0	41.3	40.4	X
C44		15.8	21.7	32.2	39.0	40.6	39.4	41.7	42.6	41.1	38.1	37.6	X
C45		23.4	29.6	33.8	36.1	37.2	38.5	38.3	35.9	33.0	31.8	30.9	X

Se marcaron con una "X" los recorridos que se encontraron en condiciones de flujo libre

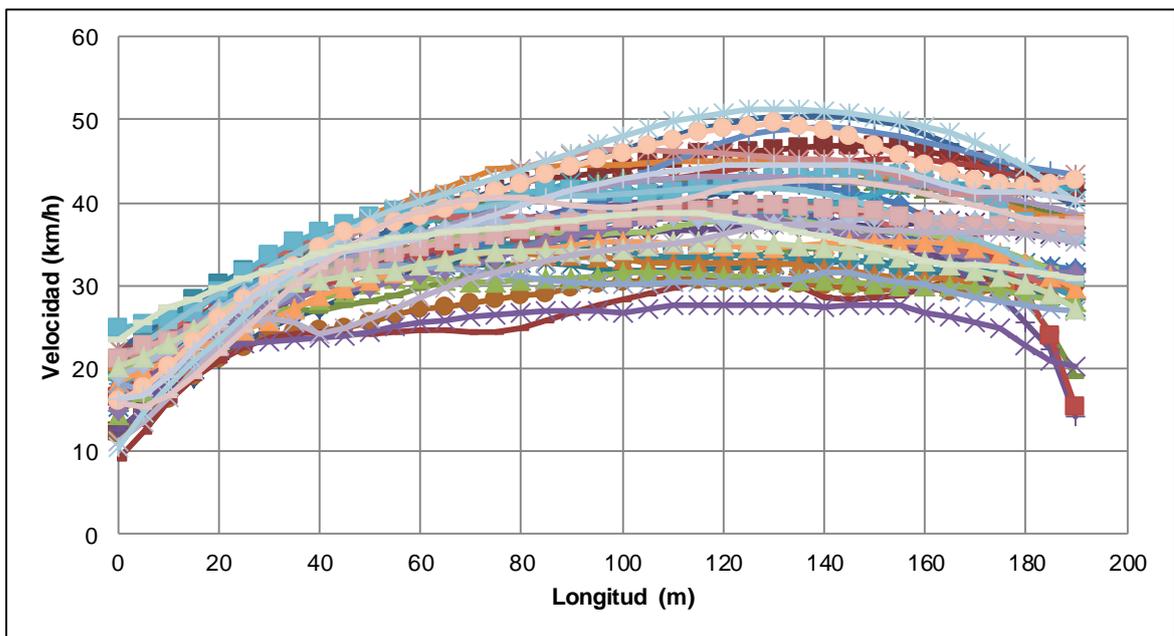
### Tramo 7. Santo Domingo de los Colorados

Esquema del tramo	Ubicación	
	<b>Nombre de la calle Principal</b>	Santo Domingo de los Colorados
	<b>Inicia</b>	Guayaquil
	<b>Termina</b>	Riobamba

### Perfiles de velocidad de los 45 conductores



### Perfiles de velocidad en flujo libre



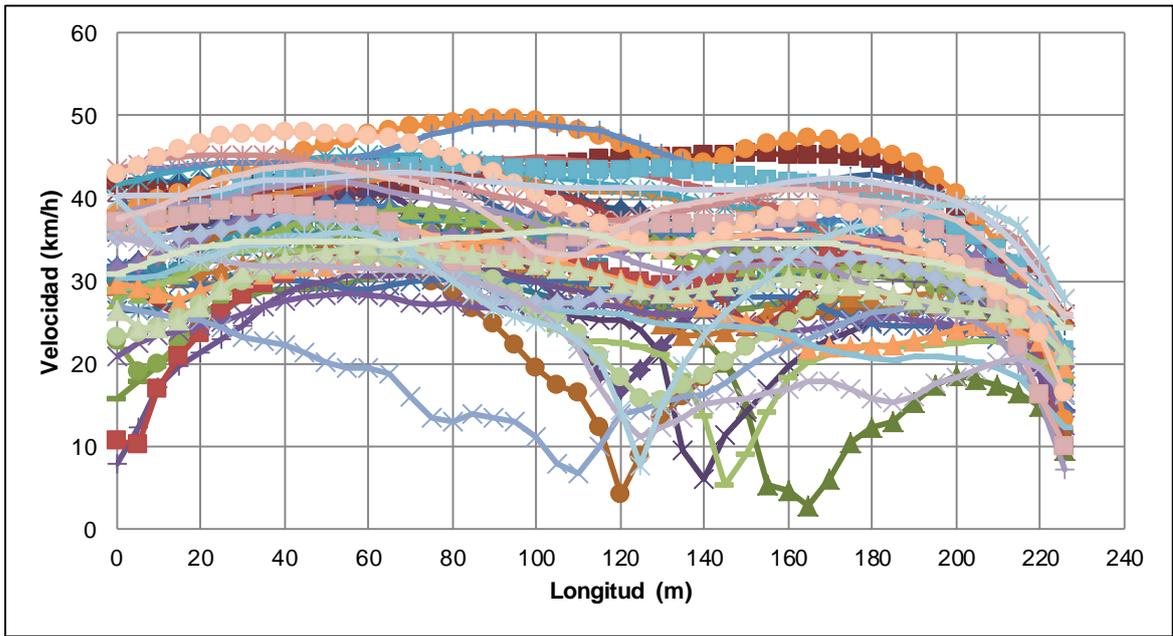
Tramo 8. Santo Domingo de los Colorados															
Esquema del tramo			Ubicación												
			Nombre de la calle Principal		Santo Domingo de los Colorados										
			Inicia		Riobamba										
			Termina		Ibarra										
N° de Conductores	Velocidad (km/h)	Longitud (m)												Flujo Libre	
		0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	226		
C1		41.6	42.3	42.7	42.2	43.5	41.2	38.7	35.1	31.1	31.8	30.6	17.4		
C2		41.7	40.3	40.3	41.0	43.0	43.8	44.8	45.2	45.3	44.8	38.8	16.9	X	
C3		37.7	37.2	37.5	38.3	37.4	33.5	29.8	23.3	4.6	12.2	18.6	9.5		
C4		36.0	36.7	39.1	40.7	33.8	26.3	25.2	6.1	19.6	25.1	27.2	16.2		
C5		26.4	28.6	32.7	33.8	32.4	28.4	27.0	28.8	33.4	33.1	30.4	16.4		
C6		29.9	34.5	35.9	33.5	28.5	19.5	4.2	18.3	25.4	26.8	26.6	11.8		
C7		39.6	39.1	42.9	44.9	42.2	36.5	36.5	39.2	41.8	42.8	39.7	24.6	X	
C8		29.8	26.4	30.7	33.8	35.3	36.2	35.6	34.4	32.6	31.2	30.0	17.2	X	
C9		15.9	24.0	28.9	30.3	31.1	30.7	28.1	25.8	27.5	27.1	26.3	17.9	X	
C10		31.9	33.8	34.9	36.4	34.8	30.7	16.9	27.3	31.1	32.5	29.5	14.3		
C11		31.0	32.0	35.5	36.0	35.0	33.9	30.3	28.9	31.0	32.4	31.7	17.4	X	
C12		29.4	30.9	32.9	33.9	32.8	30.9	27.8	23.6	27.1	28.0	28.7	25.7		
C13		31.6	29.4	30.1	28.9	30.2	29.9	28.9	27.8	28.0	24.9	24.3	18.6		
C14		40.8	40.1	40.6	42.4	43.1	41.2	37.1	30.0	26.8	34.9	35.9	25.9		
C15		22.6	25.4	33.1	35.8	34.8	34.5	35.1	34.5	32.9	31.4	28.4	18.2		
C16		7.9	21.4	28.6	30.6	31.1	29.9	28.1	28.5	30.4	30.6	29.0	10.1	X	
C17		28.4	33.1	37.4	38.1	37.3	35.5	35.6	35.6	35.6	36.2	33.4	20.2	X	
C18		38.2	39.0	40.6	42.2	43.5	42.0	40.7	39.4	37.4	34.5	31.3	16.5		
C19		31.8	35.7	38.8	39.3	38.1	37.6	36.5	36.3	37.0	37.2	34.2	14.3	X	
C20		10.8	23.6	30.9	33.6	33.4	32.8	30.5	30.1	32.5	33.1	31.8	10.0		
C21		27.9	32.5	36.4	38.0	38.3	37.1	35.2	32.7	31.4	31.7	29.9	19.6	X	
C22		21.0	24.5	27.6	28.3	27.3	27.0	26.9	26.0	23.8	25.5	24.7	12.6		
C23		41.7	43.9	44.5	45.2	44.8	43.0	41.5	39.5	38.0	35.1	33.5	17.9	X	
C24		38.2	41.6	44.8	47.7	49.3	49.4	46.6	44.3	46.9	46.2	40.6	13.3	X	
C25		43.4	44.1	44.2	45.2	48.3	49.0	47.4	43.3	42.0	39.6	35.9	20.0	X	
C26		31.3	35.5	39.2	42.8	44.6	45.0	43.6	41.2	38.4	34.2	32.0	19.8	X	
C27		28.9	31.5	33.7	34.1	32.7	25.5	22.6	13.8	18.4	22.2	22.6	16.6		
C28		31.5	35.3	37.8	37.0	35.5	34.4	33.9	34.1	35.1	35.0	33.4	21.8	X	
C29		35.9	38.8	42.6	43.4	44.2	43.5	43.5	43.1	42.0	40.4	36.6	21.7	X	
C30		29.6	28.7	31.6	32.7	34.3	33.4	30.1	27.0	22.9	22.2	24.1	19.5		
C31		27.0	25.4	22.3	19.6	13.1	11.2	14.0	16.2	22.0	26.3	27.6	16.4		
C32		43.6	45.1	45.1	43.6	41.6	39.1	37.4	38.9	41.2	41.1	39.3	27.8	X	
C33		23.3	27.3	31.7	32.8	31.5	27.0	18.3	18.6	25.0	31.1	30.8	20.8		
C34		38.2	39.4	41.6	41.4	39.5	36.9	32.9	31.0	32.3	29.1	25.8	7.3		
C35		30.4	32.7	35.4	33.6	31.4	27.1	26.0	24.4	23.5	20.7	20.8	12.3		
C36		35.5	38.1	39.2	37.8	34.3	32.4	34.0	34.7	35.6	34.9	32.3	21.2	X	
C37		35.3	35.8	37.8	36.8	31.1	27.3	28.6	31.4	33.1	32.9	29.4	20.8		
C38		37.2	38.1	39.2	37.7	32.2	33.2	35.8	36.8	37.5	38.6	34.3	10.0	X	
C39		26.5	27.0	32.8	34.3	33.3	31.9	29.7	29.0	30.3	28.9	27.0	21.2		
C40		35.2	33.0	31.9	31.4	30.6	26.6	13.4	15.1	17.0	15.9	18.4	16.2		
C41		40.0	32.4	34.6	35.6	30.0	25.0	14.5	23.5	32.6	37.0	39.2	27.8		
C42		42.8	46.7	48.0	47.5	45.0	40.5	35.8	34.8	38.5	37.6	32.0	16.5		
C43		40.3	40.6	42.2	42.9	42.6	41.6	41.3	41.0	41.9	41.9	39.6	25.4	X	
C44		37.6	41.4	43.8	42.8	40.5	33.7	36.4	39.6	41.1	39.6	37.3	26.0	X	
C45		30.9	34.0	34.9	34.7	35.2	36.0	34.7	34.2	34.6	33.7	31.5	24.4	X	

Se marcaron con una "X" los recorridos que se encontraron en condiciones de flujo libre

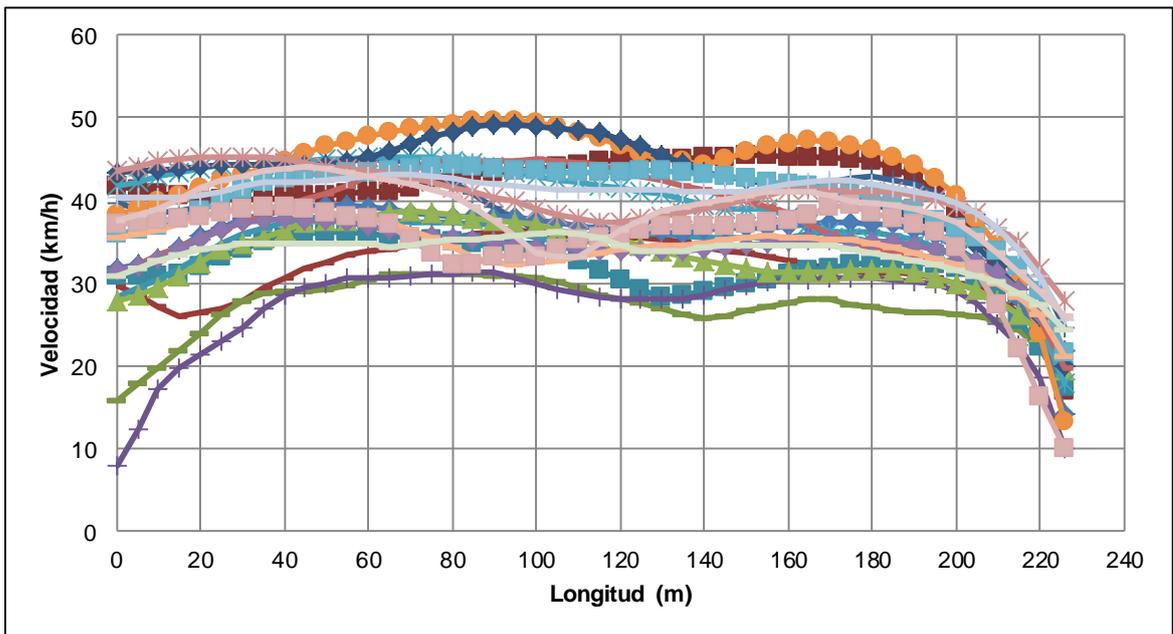
### Tramo 8. Santo Domingo de los Colorados

Esquema del tramo	Ubicación	
	<b>Nombre de la calle Principal</b>	Santo Domingo de los Colorados
	<b>Inicia</b>	Riobamba
	<b>Termina</b>	Ibarra

### Perfiles de velocidad de los 45 conductores



### Perfiles de velocidad en flujo libre

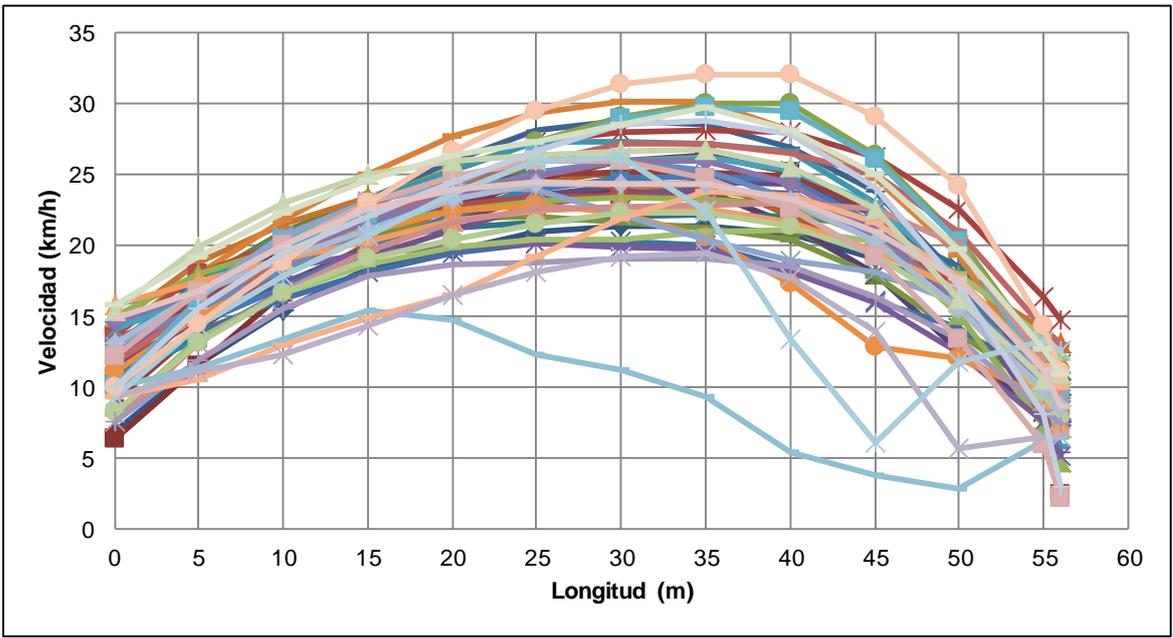


Tramo 9. Ibarra															
Esquema del tramo				Ubicación											
				Nombre de la calle Principal		Ibarra									
				Inicia		Santo Domingo de los Colorados									
				Termina		Machala									
N° de Conductores	Velocidad (km/h)	Longitud (m)											Flujo Libre		
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		56	
C1		6.9	11.7	15.4	18.4	19.6	21.0	21.4	21.4	20.8	19.0	16.5	7.6	X	
C2		6.3	11.5	16.7	20.2	22.7	24.6	26.0	26.4	25.1	21.0	17.4	8.7	X	
C3		12.6	17.4	21.0	23.4	24.7	25.3	24.9	24.0	21.3	18.0	16.3	11.2	X	
C4		12.9	16.1	19.6	21.9	23.0	23.5	23.9	23.9	21.5	18.0	12.7	8.4		
C5		10.2	15.4	19.0	20.5	21.2	21.7	22.0	22.1	22.0	21.4	18.5	11.7	X	
C6		11.8	14.6	17.2	20.1	22.0	24.4	25.3	24.8	22.0	19.5	17.4	11.3	X	
C7		15.8	17.2	19.9	23.3	25.9	28.1	28.7	28.5	26.9	23.8	17.7	10.2	X	
C8		9.1	14.1	18.1	21.5	24.2	25.0	25.2	25.2	24.9	22.5	17.7	9.5	X	
C9		14.3	16.2	18.6	20.7	21.9	22.1	21.7	21.2	20.5	17.8	13.8	9.3	X	
C10		11.4	14.7	17.3	19.8	21.6	23.5	24.3	24.4	24.4	22.2	17.8	9.5	X	
C11		10.8	13.5	16.8	19.5	22.1	24.2	24.4	24.1	23.2	20.7	16.2	8.5	X	
C12		14.5	18.8	21.5	23.4	24.5	24.5	24.2	23.9	23.1	20.8	17.9	13.1	X	
C13		11.1	13.9	16.2	18.1	19.4	20.2	20.3	20.0	18.4	16.1	14.2	9.9		
C14		13.4	16.0	19.5	22.7	25.3	27.3	28.0	28.2	28.0	26.2	22.6	14.8	X	
C15		13.0	16.7	20.1	23.1	25.4	27.3	29.1	30.1	30.1	26.3	20.6	9.1	X	
C16		12.1	15.9	17.4	19.2	21.1	22.8	23.7	24.0	23.7	21.1	16.5	5.4	X	
C17		13.0	17.3	20.8	23.1	25.3	27.4	27.4	27.1	26.6	23.0	17.5	5.8	X	
C18		14.0	18.0	21.8	25.0	27.7	29.3	30.1	30.2	28.1	24.7	19.4	8.4	X	
C19		9.8	14.6	17.0	19.7	22.2	23.9	24.7	24.9	24.7	21.5	17.6	7.3	X	
C20		13.6	18.0	20.3	21.8	22.8	23.4	23.5	23.4	22.7	20.9	16.9	2.4	X	
C21		15.0	18.0	19.9	21.3	22.4	23.1	23.4	23.2	22.9	20.4	15.2	4.8	X	
C22		12.5	15.4	18.5	19.4	19.9	20.1	19.9	19.8	18.1	16.0	12.4	5.1	X	
C23		14.0	16.7	20.1	21.8	23.5	25.0	26.0	26.2	25.3	22.9	17.8	10.4	X	
C24		11.2	15.0	18.4	21.0	22.4	22.9	22.3	20.6	17.3	12.9	12.1	6.9		
C25		13.0	15.6	18.2	21.3	23.6	25.1	25.9	25.3	23.3	20.7	16.4	10.4	X	
C26		11.8	15.7	19.1	21.8	24.1	25.9	27.2	27.2	26.6	25.1	21.0	13.1	X	
C27		8.1	13.5	16.7	18.7	19.8	20.4	20.5	21.0	21.1	20.3	18.0	12.1	X	
C28		14.7	16.6	19.2	21.8	23.5	24.9	25.9	25.9	24.3	21.0	16.1	7.7	X	
C29		10.0	16.2	20.4	22.2	24.3	26.6	29.0	29.7	29.5	26.0	20.4	9.4	X	
C30		15.9	17.4	19.1	20.3	21.7	22.5	22.7	22.6	21.7	19.6	16.9	7.1	X	
C31		12.9	16.7	20.7	23.2	24.2	24.0	22.3	20.5	18.9	18.1	15.9	9.6		
C32		7.6	13.1	16.8	19.6	21.7	22.6	22.7	22.9	23.0	22.6	20.0	9.7	X	
C33		8.3	13.2	16.6	19.0	20.5	21.5	22.3	22.3	21.4	19.3	15.5	7.9	X	
C34		7.6	11.9	15.6	17.9	18.6	18.8	19.0	19.1	18.6	16.4	13.4	7.5		
C35		10.1	11.4	13.4	15.5	14.7	12.4	11.2	9.4	5.5	3.8	2.9	6.6		
C36		9.4	10.5	13.0	14.9	16.6	19.3	22.0	23.8	23.5	21.6	17.8	10.0		
C37		13.2	16.7	19.1	21.1	23.3	24.4	24.4	24.4	23.1	20.2	15.5	8.6	X	
C38		12.2	16.8	20.0	23.0	24.9	25.9	25.9	24.7	22.6	19.2	13.4	2.2	X	
C39		15.5	19.9	23.0	25.0	25.9	26.4	26.7	26.7	25.6	22.6	16.2	11.0	X	
C40		9.3	11.1	12.4	14.3	16.5	18.1	19.2	19.4	17.7	13.9	5.8	6.5		
C41		9.4	14.3	17.8	20.8	23.7	26.0	26.2	22.5	13.3	6.1	11.8	12.6		
C42		10.1	14.5	18.8	23.0	26.6	29.5	31.3	32.0	32.0	29.0	24.2	11.1	X	
C43		10.1	15.5	19.5	22.0	24.5	26.7	28.5	28.8	27.9	24.1	17.1	3.1	X	
C44		14.9	16.8	20.0	22.6	23.9	24.5	24.4	24.4	23.2	21.0	17.5	8.6	X	
C45		15.8	19.3	22.3	24.6	26.4	27.4	28.5	29.8	28.2	25.0	19.7	11.0	X	

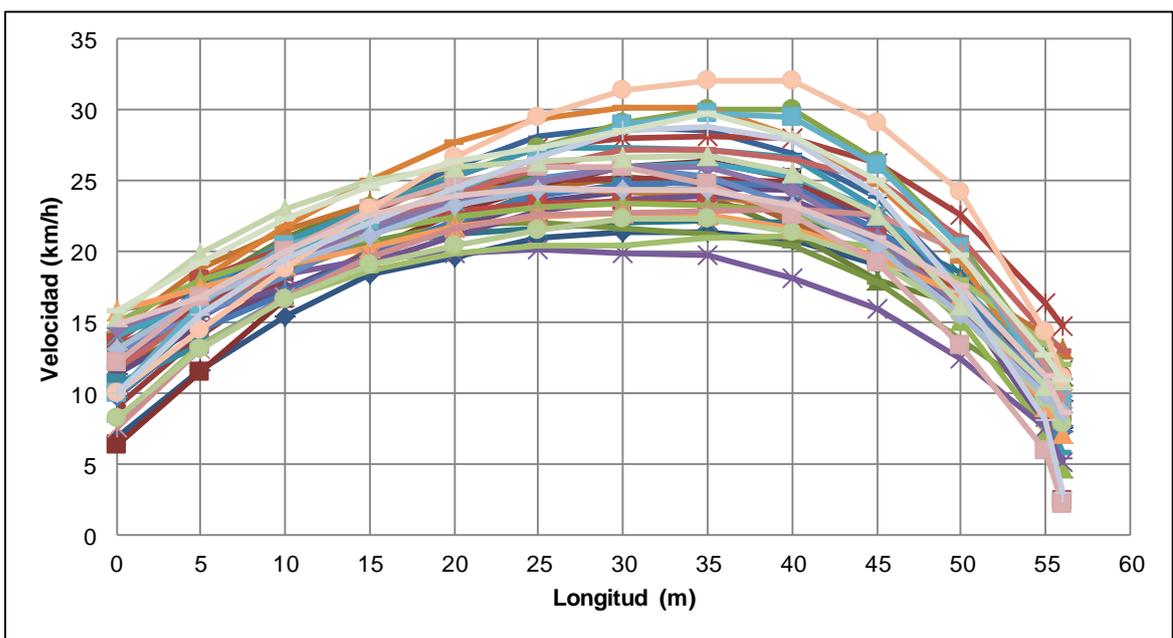
Se marcaron con una "X" los recorridos que se encontraron en condiciones de flujo libre

Tramo 9. Ibarra		
	Ubicación	
	Nombre de la calle Principal	Ibarra
	Inicia	Santo Domingo de los Colorados
	Termina	Machala

**Perfiles de velocidad de los 45 conductores**



**Perfiles de velocidad en flujo libre**



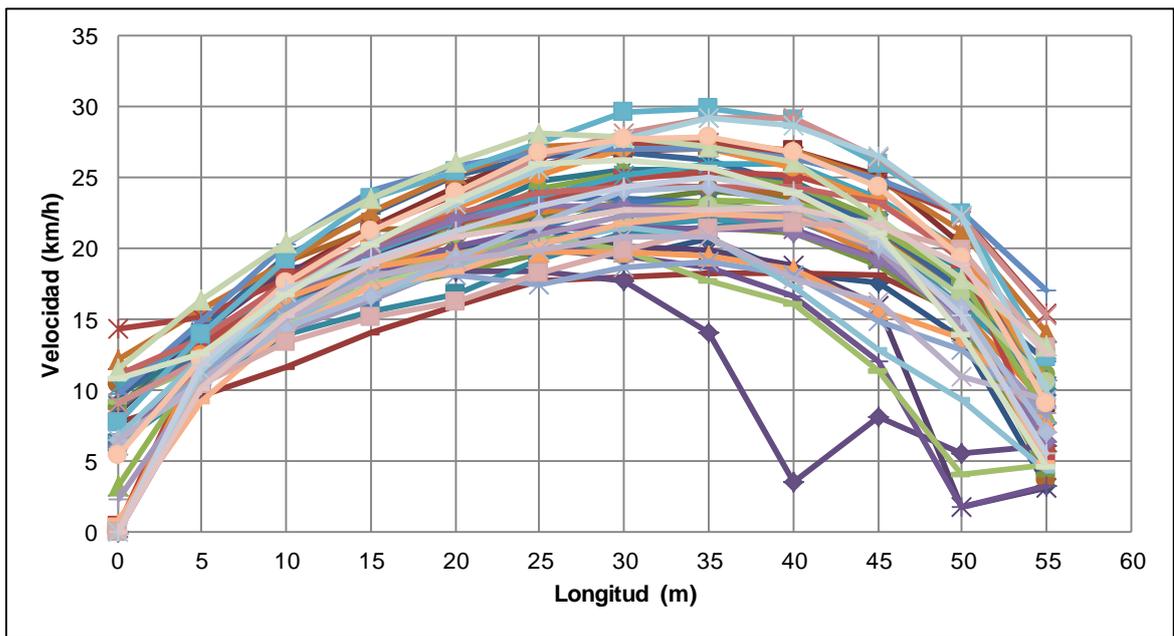
Tramo 10. Ibarra														
Esquema del tramo				Ubicación										
				Nombre de la calle Principal		Ibarra								
				Inicia		Machala								
				Termina		Gran Colombia								
N° de Conductores	Velocidad (km/h)	Longitud (m)											Flujo Libre	
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		55
C1		0.0	10.6	15.8	18.3	20.1	20.0	19.4	20.6	18.3	17.6	13.7	3.3	X
C2		0.0	11.8	18.1	21.6	24.4	26.9	27.0	27.0	26.9	25.1	20.2	9.1	X
C3		9.0	13.4	16.7	19.1	20.8	22.4	23.2	24.1	23.5	20.4	14.8	6.3	X
C4		8.5	14.1	18.6	19.7	21.4	21.4	20.2	19.8	18.8	16.0	1.8	3.1	
C5		9.7	12.9	16.9	19.7	22.2	24.7	25.6	25.6	24.7	21.7	17.8	9.4	X
C6		10.4	14.1	19.1	21.3	21.3	23.5	24.4	24.3	23.8	20.8	17.1	3.6	X
C7		9.5	14.3	19.4	22.4	25.1	26.5	26.8	26.2	24.5	21.3	17.1	12.0	X
C8		7.7	9.7	11.7	14.0	15.9	17.8	18.0	18.3	18.3	18.1	15.5	9.2	X
C9		8.9	13.0	15.9	17.1	18.3	19.7	20.9	21.5	21.1	18.8	15.1	4.0	X
C10		0.0	12.1	16.4	18.1	18.3	18.4	17.8	14.0	3.6	8.1	5.6	6.1	
C11		6.3	10.4	14.0	15.5	16.8	19.2	21.1	21.6	22.2	21.9	18.5	10.2	X
C12		12.2	15.8	19.1	22.6	25.4	27.2	27.4	27.5	26.9	24.8	21.2	14.1	X
C13		9.0	12.7	16.6	20.0	22.2	23.6	23.6	23.3	22.0	19.8	16.9	10.3	X
C14		14.4	15.2	17.9	21.4	23.9	25.9	27.4	27.4	26.5	24.8	22.3	15.5	X
C15		0.2	10.4	15.2	18.7	21.6	24.2	25.2	25.4	24.5	22.0	17.6	11.0	X
C16		0.0	10.2	15.3	18.1	19.8	20.1	19.5	18.7	16.7	12.0	1.8	3.3	
C17		0.0	11.7	16.1	17.8	18.7	20.6	21.5	22.0	21.9	20.5	16.0	10.6	X
C18		0.0	10.8	15.8	18.3	20.8	22.6	23.1	23.1	22.4	19.4	15.7	8.9	
C19		0.0	11.5	14.5	16.4	18.9	21.3	23.2	23.2	22.5	20.5	16.8	10.7	
C20		0.4	13.0	17.9	20.1	21.7	23.5	24.9	25.5	25.1	23.5	19.2	5.5	X
C21		3.2	12.0	15.5	18.6	21.2	21.8	22.7	23.4	23.2	21.4	17.8	8.4	X
C22		0.4	10.9	15.4	18.1	20.2	21.4	21.6	21.4	21.4	19.3	15.1	7.1	X
C23		10.3	13.8	17.3	19.8	21.9	23.7	25.2	26.0	26.0	23.5	19.9	12.9	X
C24		0.2	12.4	17.3	20.3	22.8	25.2	27.1	27.1	25.7	23.3	19.9	10.6	X
C25		9.7	14.8	20.3	24.0	25.8	26.7	27.1	27.0	26.4	24.9	22.7	17.1	X
C26		11.2	13.6	17.6	20.4	22.5	24.0	24.4	24.4	24.4	23.3	19.4	9.3	X
C27		9.2	11.8	15.4	17.9	19.6	20.8	19.9	17.8	16.1	11.4	4.1	4.8	
C28		6.2	12.0	16.4	19.9	22.1	23.0	23.0	22.8	21.1	19.2	15.1	6.4	X
C29		7.7	14.0	19.2	23.5	25.5	27.5	29.6	29.8	29.1	26.0	22.4	12.4	X
C30		0.6	11.4	16.5	18.6	19.6	19.8	19.8	19.5	18.5	15.7	13.7	7.7	X
C31		6.1	11.2	15.9	18.3	18.2	17.5	18.7	19.0	18.2	14.9	12.9	8.3	
C32		9.1	12.3	17.0	20.3	23.4	26.5	28.1	29.2	29.2	26.4	22.1	15.3	X
C33		0.0	10.5	14.8	17.4	18.9	20.4	21.8	23.0	22.7	20.7	16.7	10.6	X
C34		2.3	10.6	14.2	16.4	18.8	21.0	22.4	22.7	22.4	19.9	14.6	8.4	X
C35		6.8	12.3	15.1	16.7	18.7	20.3	21.4	20.8	17.4	12.9	9.4	4.4	
C36		0.9	9.2	14.3	17.3	18.4	20.3	21.8	22.5	22.1	20.1	15.8	4.9	
C37		6.5	10.4	14.5	16.7	19.4	21.8	24.1	24.4	23.1	20.2	15.9	7.1	X
C38		0.0	10.5	13.4	15.1	16.2	18.3	19.9	21.4	21.8	21.5	19.9	13.0	
C39		11.5	16.3	20.4	23.6	26.1	28.1	27.8	27.2	26.1	22.2	17.8	13.2	X
C40		6.5	10.7	15.1	18.0	19.2	19.9	20.9	20.9	17.8	16.2	10.9	9.4	
C41		0.0	11.4	16.9	20.4	23.1	25.6	27.7	29.2	28.7	26.4	22.3	10.0	X
C42		5.4	12.2	17.6	21.2	24.0	26.7	27.7	27.8	26.8	24.4	19.4	9.1	X
C43		0.0	11.8	17.2	19.2	21.3	23.1	24.3	25.0	24.1	20.7	15.4	5.5	X
C44		0.0	10.1	15.2	18.9	20.8	21.8	22.7	22.7	22.9	21.7	18.8	12.6	X
C45		10.8	12.7	16.7	20.3	23.4	25.9	26.3	25.6	24.0	21.2	13.9	4.6	

Se marcaron con una "X" los recorridos que se encontraron en condiciones de flujo libre

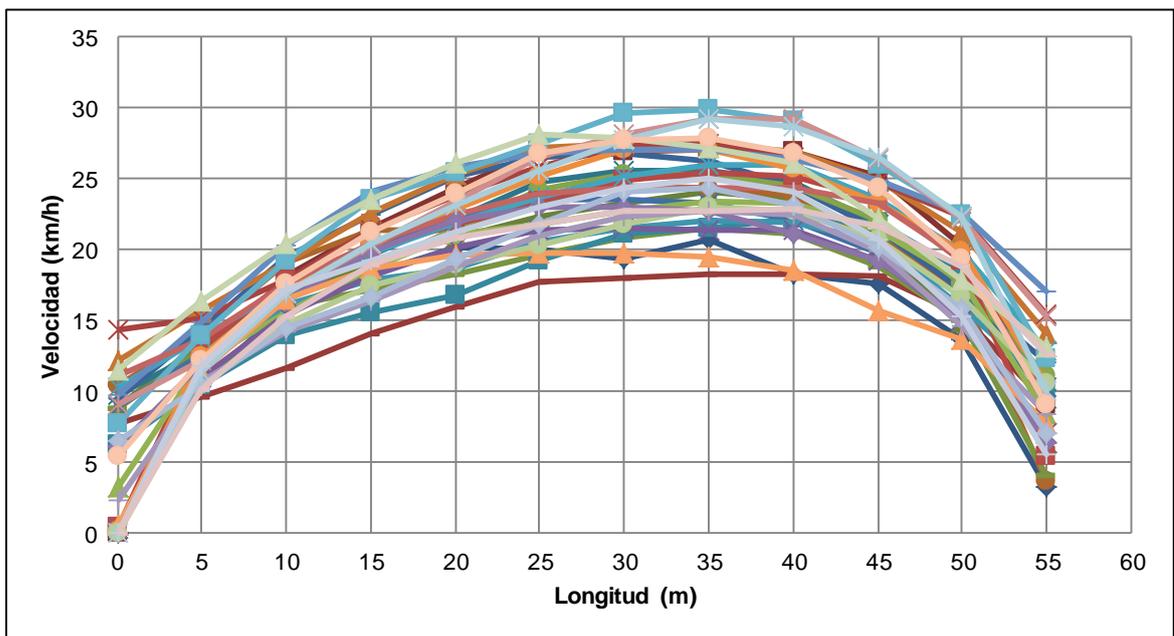
### Tramo 10. Ibarra

Esquema del tramo	Ubicación	
	Nombre de la calle Principal	Ibarra
	Inicia	Machala
	Termina	Gran Colombia

### Perfiles de velocidad de los 45 conductores



### Perfiles de velocidad en flujo libre



### Tramo 11. José Félix de Valdivieso

Esquema del tramo	Ubicación	
	Nombre de la calle Principal	José Félix de Valdivieso
	Inicia	Bernardo Valdivieso
	Termina	Bolívar

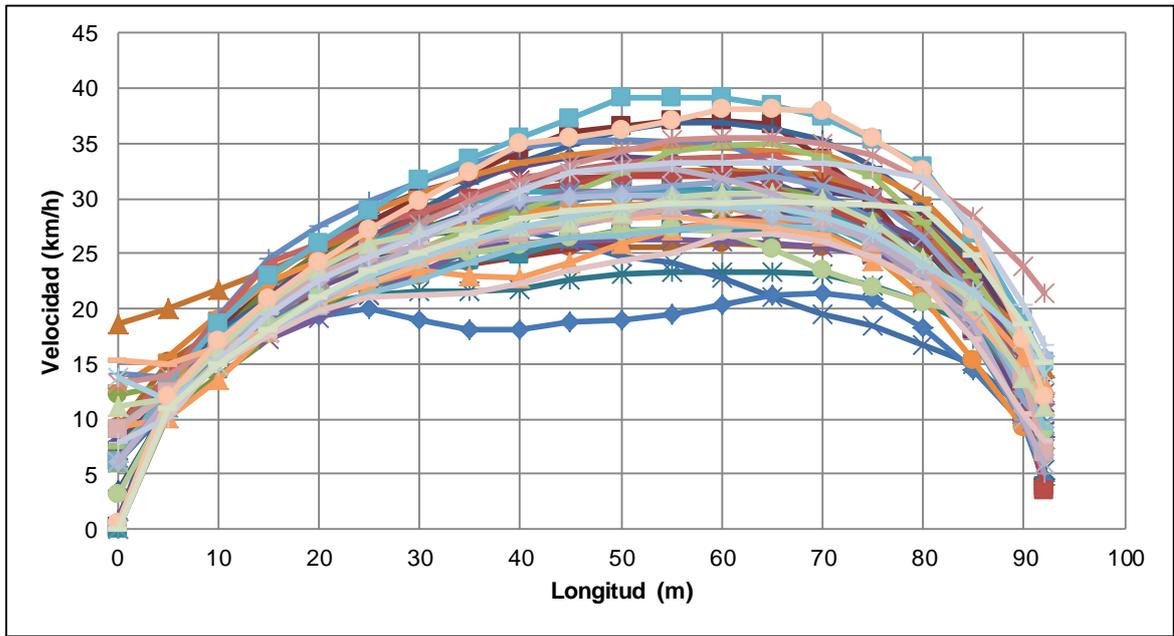
N° de Conductores	Velocidad (km/h)	Longitud (m)										Flujo Libre	
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90		92
C1		3.5	17.0	23.4	27.1	29.6	30.2	30.3	30.2	25.6	13.1	4.5	X
C2		0.2	18.1	25.1	30.1	34.3	36.6	37.0	33.6	24.0	10.5	3.9	X
C3		8.1	17.4	25.1	27.4	28.4	28.8	29.1	29.1	26.0	13.7	4.9	X
C4		7.2	16.0	22.6	25.4	28.0	30.6	30.7	30.7	28.7	17.0	13.1	X
C5		6.1	15.3	20.4	21.5	21.8	23.1	23.4	23.2	20.6	13.2	5.3	X
C6		9.2	18.1	21.2	23.0	25.3	25.6	25.8	25.5	23.0	13.2	7.2	X
C7		0.9	18.0	23.6	29.0	33.2	36.2	36.9	35.4	29.4	15.6	12.1	X
C8		0.0	15.6	21.3	23.5	24.6	26.0	27.9	28.7	25.7	13.9	8.3	X
C9		0.0	14.0	20.1	25.3	28.7	29.5	29.8	28.3	24.3	13.9	6.4	X
C10		7.8	16.9	24.9	30.7	32.8	33.7	32.8	29.6	23.7	11.3	8.4	X
C11		0.1	16.0	20.9	23.3	24.9	27.1	27.2	27.2	22.4	12.7	8.3	X
C12		18.6	21.7	25.3	28.8	31.4	32.5	32.6	32.1	27.1	18.0	14.6	X
C13		8.6	17.3	23.7	26.8	27.1	24.7	22.8	19.6	16.7	10.9	8.9	X
C14		0.0	16.8	22.9	27.7	31.7	32.1	32.2	31.4	28.0	16.0	11.5	X
C15		12.2	16.4	23.8	27.0	29.1	30.8	30.9	30.0	24.1	13.9	7.1	X
C16		0.9	16.7	21.9	25.2	25.9	26.9	27.8	28.4	26.4	15.2	9.5	X
C17		9.4	16.2	21.0	24.4	27.9	30.4	30.8	29.2	23.5	13.1	6.5	X
C18		13.0	19.5	26.0	30.5	33.1	34.4	34.6	34.1	30.0	18.0	11.9	X
C19		6.1	15.7	19.2	18.9	18.2	19.0	20.4	21.4	18.3	9.6	4.4	
C20		6.1	16.5	23.6	28.3	30.7	32.0	31.9	29.4	23.6	12.3	3.5	X
C21		6.1	16.3	22.8	26.4	28.8	29.3	29.5	28.0	24.6	12.8	8.2	X
C22		6.5	15.6	19.1	23.4	25.9	26.3	26.2	25.6	23.4	15.3	12.4	
C23		0.1	17.3	23.6	27.9	30.7	30.6	30.2	27.8	23.1	12.7	9.5	
C24		6.1	18.9	24.3	26.9	28.7	29.5	29.3	27.0	21.0	9.3	6.6	X
C25		14.0	19.3	27.4	31.4	34.6	35.3	35.1	30.5	24.6	9.7	9.2	
C26		9.3	19.2	26.0	28.7	31.8	33.2	33.8	32.7	26.5	13.6	8.0	X
C27		7.6	16.9	22.5	25.3	28.9	32.3	34.8	33.7	27.8	16.4	11.4	X
C28		6.1	16.1	22.2	26.9	29.6	30.6	27.5	27.4	23.0	14.5	11.4	X
C29		6.1	18.7	26.0	31.7	35.4	39.0	39.1	37.4	32.8	18.9	15.2	X
C30		9.2	13.6	20.6	23.4	22.9	25.9	28.1	26.6	23.2	15.7	13.2	X
C31		6.1	16.2	22.5	27.0	29.8	30.8	31.5	31.2	26.5	11.6	9.4	X
C32		13.3	16.9	22.9	27.7	31.5	34.3	35.5	35.0	31.6	23.8	21.5	X
C33		3.2	15.3	21.1	24.4	25.7	26.9	26.9	23.4	20.6	13.7	8.9	X
C34		6.2	16.2	22.7	25.0	26.5	28.4	30.2	28.3	22.5	9.9	5.0	X
C35		9.3	16.2	19.7	22.6	25.5	26.6	27.5	27.3	24.2	13.0	9.2	X
C36		15.4	16.5	20.5	24.1	27.2	28.2	27.9	26.7	22.2	14.3	11.7	
C37		6.1	16.4	22.6	26.9	29.9	30.2	29.4	27.8	23.8	17.6	15.6	X
C38		9.1	16.8	23.1	25.7	26.7	28.4	29.6	28.1	23.6	13.7	7.0	X
C39		11.2	16.3	23.7	26.8	27.6	28.7	30.4	29.8	24.5	13.8	11.2	X
C40		6.1	14.8	20.5	26.1	30.8	32.8	31.8	28.4	23.2	9.9	5.9	X
C41		13.7	14.8	20.9	24.6	27.3	29.2	29.2	28.4	24.0	17.2	14.1	X
C42		0.6	17.0	24.2	29.7	34.9	36.2	38.0	37.8	32.5	17.3	12.0	X
C43		7.9	15.4	22.6	26.6	30.7	32.9	33.3	33.3	31.8	20.3	16.6	X
C44		0.1	14.9	19.8	21.2	22.2	24.4	26.7	26.0	22.2	10.5	8.0	
C45		0.1	15.0	21.1	25.0	28.1	29.3	29.6	29.6	29.0	18.6	15.2	X

Se marcaron con una "X" los recorridos que se encontraron en condiciones de flujo libre

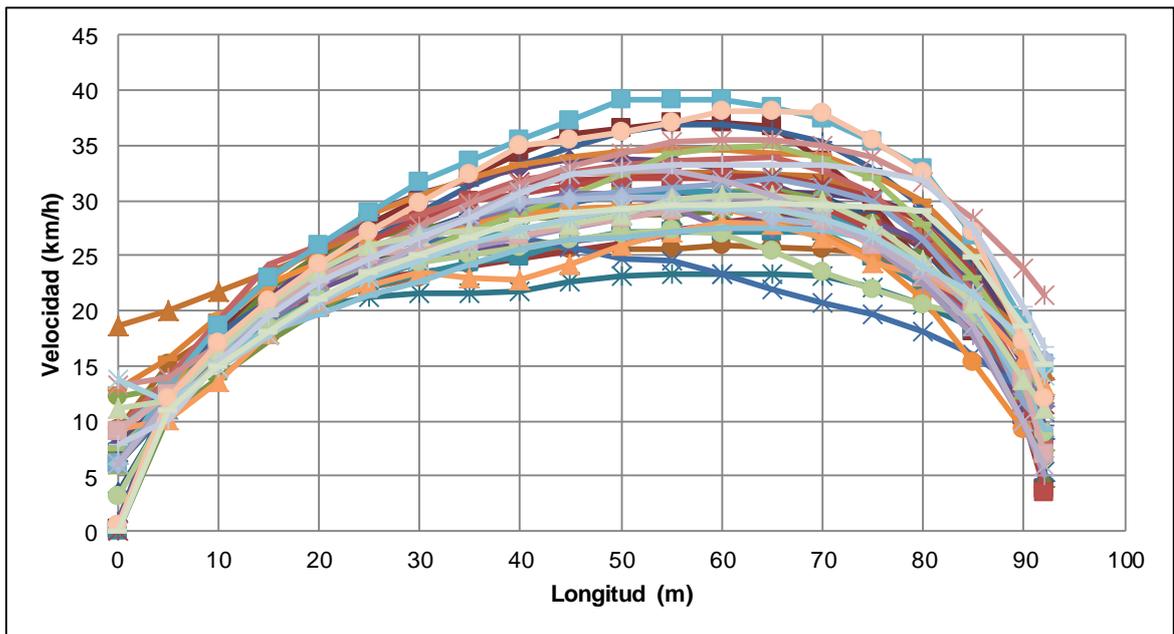
### Tramo 11. José Félix de Valdivieso

Esquema del tramo	Ubicación	
	Nombre de la calle Principal	José Félix de Valdivieso
	Inicia	Bernardo Valdivieso
	Termina	Bolívar

### Perfiles de velocidad de los 45 conductores



### Perfiles de velocidad en flujo libre



### Tramo 12. José Félix de Valdivieso

Esquema del tramo	Ubicación	
	Nombre de la calle Principal	José Félix de Valdivieso
	Inicia	Bolívar
	Termina	Sucre

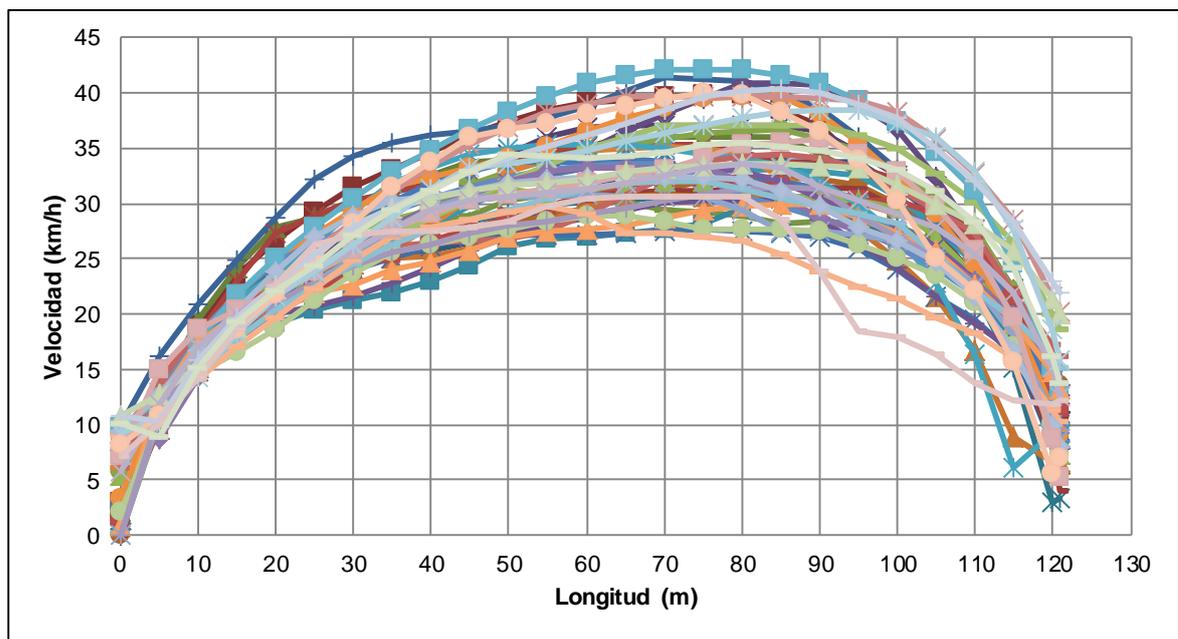
N° de Conductores	Velocidad (km/h)	Longitud (m)												Flujo Libre	
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110		121
C1		0.1	16.8	22.4	25.0	25.7	27.4	31.1	33.0	33.5	33.7	31.4	25.6	11.1	X
C2		3.1	19.0	26.7	31.4	34.7	37.4	39.1	39.6	39.9	37.0	30.4	22.9	10.2	X
C3		2.0	19.5	27.8	29.9	32.5	34.0	35.1	36.0	36.0	34.4	30.6	24.8	6.5	X
C4		9.0	14.7	22.0	27.1	31.3	34.4	36.9	37.1	37.1	36.5	32.5	26.7	11.8	X
C5		2.1	17.6	24.0	27.0	27.9	29.1	30.2	30.6	30.7	30.1	26.6	22.2	3.4	
C6		0.0	14.8	19.9	24.5	26.2	28.2	29.5	31.4	32.4	32.1	30.0	24.7	13.6	X
C7		9.9	20.9	28.6	34.2	36.2	37.1	38.8	41.4	41.1	38.6	33.0	22.9	6.4	X
C8		0.1	16.2	22.2	25.5	28.8	30.6	31.0	31.1	31.3	31.5	29.6	23.5	4.0	X
C9		1.8	16.2	21.7	26.2	28.2	30.3	30.9	29.5	28.8	28.3	28.1	23.4	5.6	X
C10		7.6	16.9	23.0	26.6	29.0	31.8	34.7	38.1	40.8	40.7	36.6	27.1	7.9	X
C11		1.9	15.6	19.1	21.2	23.0	26.1	27.0	27.6	29.7	30.6	27.3	21.8	8.9	X
C12		9.2	17.7	22.5	24.5	25.2	27.0	29.7	30.7	30.6	30.3	24.8	16.7	6.7	
C13		7.0	17.1	21.1	24.0	26.0	27.1	27.1	27.6	27.5	27.0	24.0	19.4	9.3	X
C14		5.4	18.1	27.4	30.2	31.9	33.8	35.1	35.3	34.6	33.6	32.2	27.6	12.7	X
C15		5.8	16.1	20.7	25.6	29.8	32.8	34.6	35.9	36.6	35.8	32.9	27.8	12.6	X
C16		0.0	16.3	20.0	21.7	24.2	27.0	28.7	30.0	30.2	28.5	24.2	19.2	10.8	X
C17		0.2	16.9	20.7	24.8	28.1	31.6	33.3	33.3	33.1	32.9	30.6	24.5	11.4	X
C18		6.2	15.8	20.3	23.7	28.0	32.9	34.8	35.1	34.5	30.9	29.1	25.7	8.0	X
C19		0.5	17.0	23.2	28.2	31.9	33.8	33.8	33.7	32.1	31.4	29.4	25.3	10.0	X
C20		1.6	15.0	20.4	23.8	26.6	28.8	30.8	32.0	31.9	31.0	30.2	26.6	11.4	
C21		5.5	15.9	23.5	27.5	29.5	31.2	31.0	32.0	31.3	30.6	29.6	23.6	7.3	X
C22		7.6	16.6	22.4	26.3	29.5	31.8	33.2	33.3	32.8	30.4	27.9	23.2	9.2	X
C23		7.9	17.8	23.7	29.2	33.2	34.9	35.3	34.9	34.0	31.9	27.2	16.3	9.2	
C24		3.3	18.1	24.7	29.4	32.4	34.2	36.5	38.6	39.6	38.1	32.4	24.6	9.1	X
C25		9.2	18.1	24.8	27.9	30.4	32.4	33.4	33.5	30.6	28.8	26.1	21.7	9.3	
C26		6.1	18.5	22.3	25.1	26.5	26.8	29.0	32.4	34.2	34.0	31.4	27.4	16.2	
C27		0.2	15.6	21.8	25.4	28.7	31.9	34.9	37.1	37.1	37.1	35.0	30.1	18.5	X
C28		10.1	14.3	21.4	25.9	29.5	32.0	33.2	33.3	32.1	28.7	26.6	23.0	13.6	X
C29		9.7	17.7	25.0	30.4	34.8	38.3	40.8	42.1	42.1	40.8	37.5	31.1	12.8	X
C30		0.9	17.4	21.3	22.6	24.7	27.0	27.7	28.7	29.7	29.9	27.4	22.7	13.2	X
C31		0.0	16.9	20.8	25.0	29.5	30.6	30.7	30.7	29.4	27.5	26.5	22.6	8.7	X
C32		9.5	16.6	22.7	28.4	33.3	36.9	39.0	39.7	39.7	39.5	38.3	32.7	20.2	X
C33		2.1	14.6	18.7	23.6	26.3	27.7	28.8	28.3	27.6	27.6	25.0	21.1	7.3	X
C34		0.0	16.1	21.1	24.3	26.3	28.0	29.0	30.2	31.3	31.4	26.9	21.6	9.6	X
C35		9.2	14.4	20.4	24.4	27.6	29.5	31.3	32.0	31.3	29.8	28.1	22.2	15.2	X
C36		9.1	14.0	19.6	24.9	27.9	29.2	29.1	27.2	26.6	23.8	21.4	18.3	10.3	
C37		9.4	16.7	23.9	28.8	30.7	31.8	32.4	32.4	32.2	29.8	26.6	21.7	8.1	
C38		7.2	18.7	22.0	25.7	29.1	30.8	31.9	33.1	35.2	35.8	32.8	25.8	5.2	X
C39		10.8	15.3	22.2	27.9	30.5	31.7	32.2	33.2	33.5	33.3	31.6	28.2	20.0	X
C40		5.8	17.1	21.9	25.7	29.4	30.7	31.3	32.5	33.6	31.5	29.1	25.5	12.6	X
C41		9.2	14.2	21.6	26.3	31.3	33.5	34.8	36.3	37.7	38.4	37.3	32.8	15.8	X
C42		8.3	14.7	21.8	28.2	33.8	36.8	38.0	39.5	39.9	36.5	30.2	22.1	7.0	
C43		10.8	15.9	22.6	27.8	31.3	34.1	36.1	38.4	40.2	40.0	37.7	32.0	21.9	X
C44		7.2	14.2	22.6	27.1	27.6	28.4	30.4	30.6	30.6	23.8	17.9	13.8	12.2	
C45		10.1	15.1	22.1	27.2	31.2	34.4	34.1	34.7	35.6	34.7	33.0	28.3	13.7	X

Se marcaron con una "X" los recorridos que se encontraron en condiciones de flujo libre

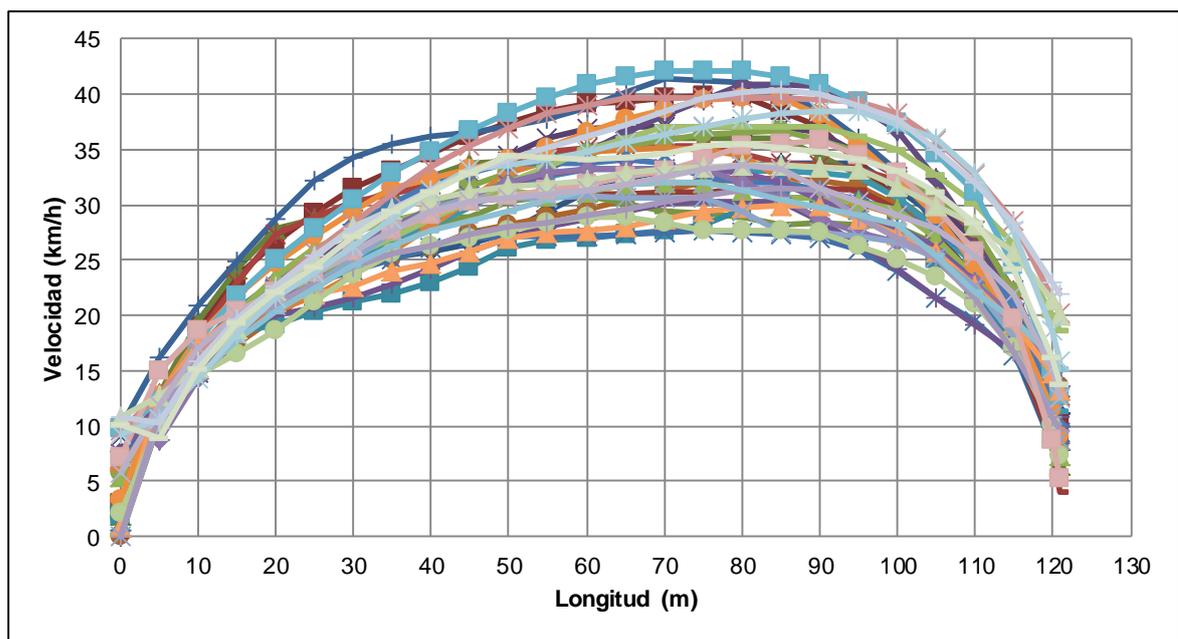
### Tramo 12. José Félix de Valdivieso

Esquema del tramo	Ubicación	
	<b>Nombre de la calle Principal</b>	José Félix de Valdivieso
	<b>Inicia</b>	Bolívar
	<b>Termina</b>	Sucre

### Perfiles de velocidad de los 45 conductores



### Perfiles de velocidad en flujo libre



**Tramo 13. José Félix de Valdivieso**

<b>Esquema del tramo</b>		<b>Ubicación</b>	
	<b>Nombre de la calle Principal</b>	José Félix de Valdivieso	
	<b>Inicia</b>	Sucre	
	<b>Termina</b>	18 de Noviembre	

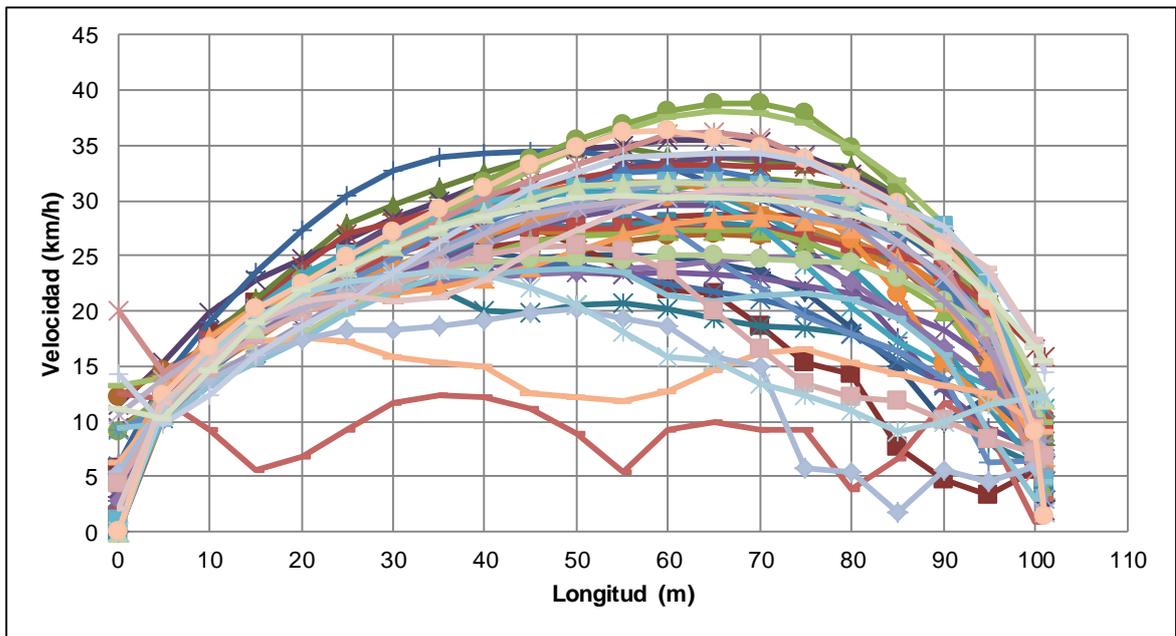
N° de Conductores	Velocidad (km/h)	Longitud (m)										Flujo Libre	
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90		101
C1		0.0	16.4	23.0	25.6	25.4	25.1	24.9	23.5	18.4	9.9	2.9	
C2		5.7	17.9	23.1	27.3	27.8	25.9	21.9	18.5	14.3	4.7	4.6	
C3		0.0	17.5	24.5	29.6	32.6	34.8	34.1	33.6	33.1	26.8	8.7	X
C4		11.6	19.9	24.6	28.4	31.5	34.6	35.4	35.4	32.4	26.5	1.9	X
C5		3.2	15.9	22.1	23.2	20.1	20.5	20.2	18.6	18.0	13.2	6.1	
C6		12.2	16.8	20.0	21.8	23.3	25.5	26.7	26.8	26.5	20.5	9.4	X
C7		6.1	18.9	27.3	32.8	34.3	34.5	33.0	30.0	27.9	24.3	6.9	
C8		0.0	16.2	20.9	23.1	25.8	26.9	28.5	28.7	28.1	22.9	3.4	X
C9		0.1	14.8	20.4	23.8	26.2	29.0	31.0	31.9	31.1	25.2	8.6	X
C10		3.1	16.7	22.7	27.8	29.5	31.6	33.5	33.9	31.6	24.8	3.7	X
C11		0.1	17.1	20.6	23.5	26.5	27.7	28.0	27.7	26.4	22.0	4.2	X
C12		3.1	17.4	22.5	26.2	27.1	27.2	27.3	27.2	25.8	22.2	11.3	X
C13		5.9	14.1	18.5	24.1	24.5	24.2	22.4	21.1	18.0	13.5	9.0	
C14		9.4	16.1	24.0	28.0	30.3	31.9	33.2	33.1	31.9	24.9	15.9	X
C15		9.0	16.7	22.7	26.8	31.7	35.4	38.1	38.8	34.7	26.3	8.5	X
C16		6.2	17.1	21.8	24.0	26.0	28.6	29.6	28.2	22.3	12.8	7.0	
C17		5.8	17.1	22.4	26.4	29.5	30.7	30.7	28.9	23.8	16.7	6.1	
C18		0.1	14.8	20.3	25.2	29.1	31.3	31.7	29.2	26.3	22.0	9.8	
C19		0.1	14.4	20.3	23.4	27.8	31.3	32.8	31.9	29.3	22.5	5.4	X
C20		1.4	17.2	21.5	25.0	27.2	27.5	27.6	27.3	25.8	23.6	9.9	X
C21		5.1	15.7	21.1	23.0	25.0	26.8	27.3	27.3	24.7	20.0	3.9	X
C22		3.1	17.1	21.6	23.7	24.2	23.4	23.4	23.0	21.5	18.2	8.3	
C23		9.2	15.3	23.3	26.7	29.8	30.6	30.6	27.7	20.4	15.0	11.2	
C24		0.0	16.3	20.7	24.1	26.9	29.2	30.3	30.7	26.4	15.1	5.5	
C25		9.2	15.7	20.8	24.7	28.4	29.8	27.7	22.1	17.9	13.9	6.6	
C26		12.6	9.3	6.8	11.7	12.3	8.9	9.3	9.2	3.8	11.7	3.1	
C27		13.3	16.6	21.2	26.4	30.6	34.8	37.6	37.9	34.9	27.8	9.9	X
C28		2.9	15.6	20.0	22.4	23.0	23.5	24.1	24.8	22.7	16.8	6.8	
C29		1.2	15.4	22.3	26.7	29.9	31.1	31.6	31.2	29.9	27.6	4.9	X
C30		5.4	17.6	21.5	21.6	23.0	25.4	27.9	28.4	27.5	20.9	6.9	X
C31		4.8	15.3	20.5	23.7	27.6	29.8	31.6	30.4	27.8	23.3	3.0	X
C32		20.1	16.6	21.0	25.9	30.2	33.2	36.0	35.7	31.7	24.2	6.3	
C33		0.0	14.5	18.0	22.2	24.4	24.8	25.0	24.8	24.4	20.9	6.8	
C34		6.2	13.9	18.8	22.6	25.9	28.9	30.6	30.6	28.1	20.9	8.1	X
C35		9.5	13.3	17.5	21.8	23.4	23.8	21.4	21.3	21.0	16.1	4.6	
C36		6.2	15.7	17.6	15.8	14.9	12.1	12.7	16.1	15.4	13.2	9.1	
C37		5.4	13.7	17.5	18.4	19.1	20.1	18.6	15.1	5.4	5.6	6.9	
C38		4.3	14.8	19.9	22.5	25.0	25.9	23.6	16.5	12.3	10.1	6.9	
C39		0.0	15.7	21.0	25.9	28.9	31.3	31.6	31.4	30.4	25.9	12.1	X
C40		10.6	16.5	20.2	23.4	26.9	29.5	30.3	30.9	29.0	23.1	1.8	X
C41		0.0	16.1	21.5	23.2	23.3	20.6	15.8	13.3	10.9	9.9	12.2	
C42		0.1	16.8	22.5	27.2	31.1	34.8	36.3	34.7	32.0	26.1	1.5	X
C43		14.2	12.3	18.6	23.6	28.7	32.6	34.0	34.2	31.6	27.6	14.4	X
C44		2.2	15.5	20.8	21.0	22.8	27.3	30.3	31.0	30.7	26.6	15.4	X
C45		11.2	14.6	21.9	25.7	28.5	30.3	30.3	30.1	28.8	24.8	15.5	X

Se marcaron con una "X" los recorridos que se encontraron en condiciones de flujo libre

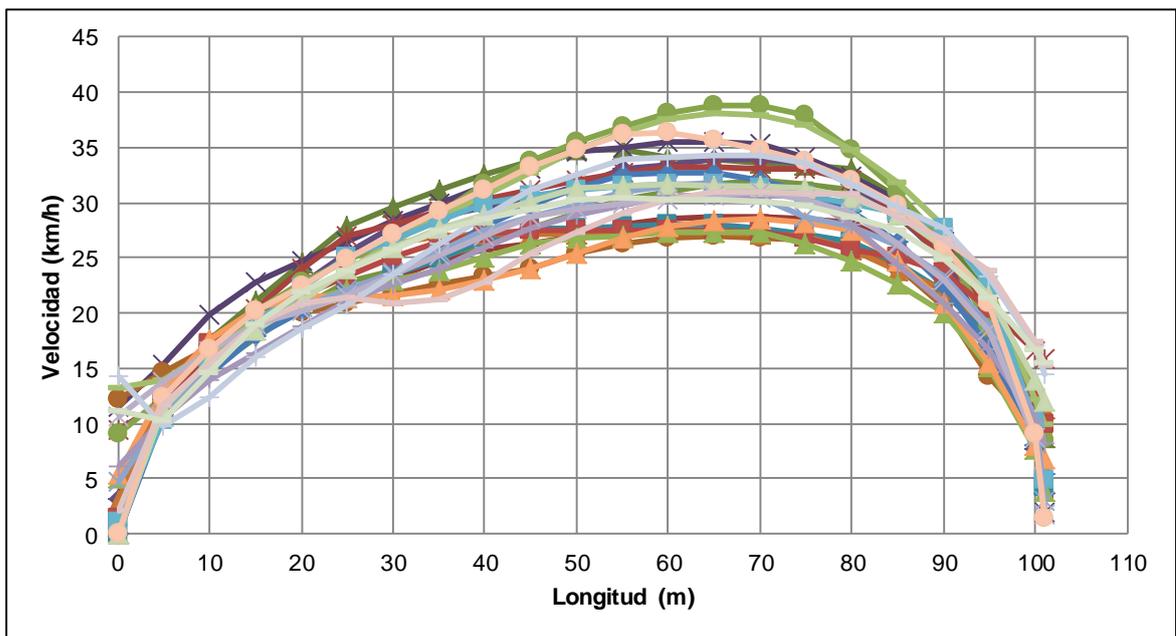
### Tramo 13. José Félix de Valdivieso

Esquema del tramo	Ubicación	
	<b>Nombre de la calle Principal</b>	José Félix de Valdivieso
	<b>Inicia</b>	Sucre
	<b>Termina</b>	18 de Noviembre

### Perfiles de velocidad de los 45 conductores



### Perfiles de velocidad en flujo libre



**Anexo C.** Tabla de valores de Chi-Cuadrado crítico

TABLA ESTANDARIZADA DE DISTRIBUCION CHI - CRITICO											
v	p	p									
		0.8	0.85	0.9	0.95	0.975	0.99	0.995	0.998	0.999	0.9995
v	1	1.64	2.07	2.71	3.84	5.02	6.64	7.88	9.14	10.83	12.12
	2	3.22	3.79	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60	12.00	13.85	15.27
	3	4.64	5.32	6.25	7.82	9.35	11.34	12.84	14.32	16.27	17.73
	4	5.99	6.75	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86	16.42	18.47	20.00
	5	7.29	8.12	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75	18.39	20.52	22.11
	6	8.56	9.45	10.64	12.59	14.45	16.81	18.55	20.25	22.46	24.10
	7	9.80	10.75	12.02	14.07	16.01	18.48	20.28	22.04	24.32	26.02
	8	11.03	12.03	13.36	15.51	17.53	20.09	21.95	23.77	26.12	27.87
	9	12.24	13.29	14.68	16.92	19.02	21.67	23.59	25.46	27.88	29.67
	10	13.44	14.53	15.99	18.31	20.48	23.21	25.19	27.11	29.59	31.42
	11	14.63	15.77	17.28	19.68	21.92	24.72	26.76	28.73	31.26	33.14
	12	15.81	16.99	18.55	21.03	23.34	26.22	28.30	30.32	32.91	34.82
	13	16.98	18.20	19.81	22.36	24.74	27.69	29.82	31.88	34.53	36.48
	14	18.15	19.41	21.06	23.68	26.12	29.14	31.32	33.43	36.12	38.11
	15	19.31	20.60	22.31	25.00	27.49	30.58	32.80	34.95	37.70	39.72
	16	20.47	21.79	23.54	26.30	28.85	32.00	34.27	36.46	39.25	41.31
	17	21.61	22.98	24.77	27.59	30.19	33.41	35.72	37.95	40.79	42.88
	18	22.76	24.16	25.99	28.87	31.53	34.81	37.16	39.42	42.31	44.43
	19	23.90	25.33	27.20	30.14	32.85	36.19	38.58	40.88	43.82	45.97
	20	25.04	26.50	28.41	31.41	34.17	37.57	40.00	42.34	45.31	47.50

**Donde:**  
**v**= Grados de libertad  
**p**= Nivel de confianza

**Fuente:** Galbiati (2012)

**Elaboración:** El autor