



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA TÉCNICA

TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

**Modelos de velocidad en calles urbanas previo a intersecciones
semaforizadas**

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTOR: Torres Ayala, Edwin Patricio

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.

García Ramírez Yasmany Damián

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: **Modelos de velocidad en calles urbanas previo a intersecciones semaforizadas** realizado por: **Torres Ayala, Edwin Patricio**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, Julio de 2016

.....
Ph.D. Yasmany Damián García Ramírez

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo, **Torres Ayala, Edwin Patricio**, declaro ser autor del presente trabajo de titulación: Modelos de velocidad en calles urbanas previo a intersecciones semaforizadas, de la Titulación de Ingeniería Civil, siendo el Ph.D. Yasmany Damián García Ramírez, 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 que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f).....

Autor: Torres Ayala, Edwin Patricio

Cédula: 1105039604

DEDICATORIA

A Dios por permitirme haber terminado con éxito esta meta tan anhelada. A mis padres Esperanza y Néstor por haberme brindado su cariño, apoyo y motivación, son mi ejemplo de vida a seguir. A mis hermanos Wilson y Bryan por ser parte importante de mi vida y por haber estado presentes durante todo este proceso de formación. Y a mis amigos y familiares por sus sabios consejos, mil gracias.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica Particular de Loja porque en sus aulas me forme como profesional en pro de servir a la sociedad.

A mis docentes que con sus conocimientos impartidos contribuyeron en mi desarrollo para ser un profesional de excelencia.

Al Ph.D. Yasmany Damián García Ramírez, director del presente trabajo de investigación, gracias por su apoyo y sabia dirección.

A todas las personas que participaron para la finalización de este trabajo de fin de titulación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Hipótesis	4
1.2 Objetivos de la investigación	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos	5
1.3 Metodología	5
1.4 Estructura de la tesis	6
2. ESTADO DEL ARTE	7
2.1 Factores que influyen en la velocidad de operación.....	8
2.1.1 Características de la vía	8
2.1.1.1 Longitud de calle	8
2.1.1.2 Ancho de calzada	8
2.1.1.3 Ancho de carril	8
2.1.1.4 Número de carriles.....	9
2.1.1.5 Acera	9
2.1.1.6 Espacio de estacionamiento.....	9
2.1.1.7 Presencia de acera	9
2.1.2 Vehículo	9
2.1.3 Conductor.....	9
2.1.4 Entorno.....	10
2.2 Sitios	10
2.3 Equipo de recolección de datos	11
2.4 Procesamiento de datos.....	11
2.5 Modelos de velocidad desarrollados en zonas urbanas.....	12
2.6 Resumen y conclusiones.....	15

3. PLAN EXPERIMENTAL	16
3.1 Metodología utilizada.....	17
3.2 Tamaño de la muestra.....	17
3.3 Tramos de estudio	18
3.4 Elección del circuito de medición	18
3.5 Equipo de medición de velocidad.....	19
3.6 Conductores.....	20
3.7 Vehículos	22
3.8 Trabajo de campo.....	23
3.8.1 Experimento de Campo	23
3.8.2 Encuestas aplicadas a cada conductor	24
3.9 Resumen y conclusiones.....	24
4. PROCESAMIENTO DE DATOS	25
4.1 Procesamiento de datos de la variable dependiente.....	26
4.1.1 Perfiles de velocidad.....	26
4.1.2 Aceleración y desaceleración	31
4.1.3 Aceleración y desaceleración respecto a la velocidad inicial y final.....	33
4.2 Procesamiento de las variables independientes.....	36
4.3 Resultados del procesamiento de datos de las encuestas	37
4.3.1 Rasgos de personalidad	37
4.3.2 Estilos de conducción	38
4.4 Resumen y conclusiones.....	40
5. ANÁLISIS DE PATRONES DE COMPORTAMIENTO.....	41
5.1 Análisis de patrones de comportamiento del conductor y del vehículo	42
5.1.1 Estilos de conducción	42
5.1.2 Rasgos de personalidad	44
5.2 Análisis de patrones de comportamiento de la velocidad	49
5.3 Análisis de patrones de comportamiento de la aceleración	51
5.4 Análisis de patrones de comportamiento de la desaceleración	55
5.5 Resumen y conclusiones.....	59
6. CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS MODELOS.....	61
6.1 Calibración de los modelos	62
6.1.1 Modelos de velocidad	62
6.1.2 Modelos de aceleración	63
6.1.3 Modelos de desaceleración	65
6.2 Validación de los modelos calibrados	66
6.2.1 Validación de los modelos de velocidad	69

6.2.2 Validación de los modelos de aceleración	70
6.2.3 Validación de los modelos de desaceleración	73
6.3 Cálculo de errores de pronóstico y Prueba del Chi-cuadrado.....	74
6.4 Discusión de las velocidades de operación	76
6.5 Resumen y conclusiones.....	76
CONCLUSIONES.....	78
RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
ANEXOS.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Tramos de estudio seleccionados, los cuales terminan en intersecciones semaforizadas	18
Tabla 3.2 Características de los conductores.....	20
Tabla 3.3 Características de los vehículos	22
Tabla 4.1 Número de recorridos en flujo libre.....	28
Tabla 4.2 Valores relacionados a la velocidad cuando el semáforo estuvo en luz verde	29
Tabla 4.3 Valores relacionados a la velocidad cuando el semáforo estuvo en luz roja	30
Tabla 4.4 Velocidades calculadas cuando el semáforo estuvo en luz amarilla.....	30
Tabla 4.5 Aceleraciones y desaceleraciones de los tramos en estudio cuando el semáforo estuvo en luz verde	31
Tabla 4.6 Aceleraciones y desaceleraciones de los tramos en estudio cuando el semáforo estuvo en luz roja	32
Tabla 4.7 Aceleraciones y desaceleraciones de los tramos en estudio cuando el semáforo estuvo en luz amarilla	32
Tabla 4.8 Aceleraciones de la velocidad inicial de los tramos en estudio, cuando el semáforo estuvo en luz verde	33
Tabla 4.9 Desaceleraciones de la velocidad final, de los tramos en estudio cuando el semáforo estuvo en luz verde	34
Tabla 4.10 Aceleraciones de la velocidad inicial, de los tramos en estudio, cuando el semáforo estuvo en luz roja	34
Tabla 4.11 Desaceleraciones de la velocidad final, de los tramos en estudio, cuando el semáforo estuvo en luz roja	35
Tabla 4.12 Aceleraciones de la velocidad inicial, de los tramos en estudio, cuando el semáforo estuvo en luz amarilla	35
Tabla 4.13 Desaceleraciones de la velocidad final, de los tramos en estudio, cuando el semáforo estuvo en luz amarilla	35
Tabla 4.14 Características geométricas de los tramos y densidad de objetos en rectas antes de llegar a intersecciones semaforizadas.....	36
Tabla 4.15 Rasgos de personalidad de los conductores.....	37
Tabla 4.16 Estilos de conducción de los conductores en estudio.....	40
Tabla 5.1 Valores p de las variables independientes versus la velocidad para cada luz del semáforo	51
Tabla 5.2 Valores p de las variables independientes versus la aceleración para cada luz del semáforo	55

Tabla 5.3 Valor p de las variables independientes versus la desaceleración para cada luz del semáforo	59
Tabla 6.1 Ecuaciones generales de predicción de la velocidad respecto a la luz verde.....	62
Tabla 6.2 Ecuaciones generales de predicción de la velocidad respecto a la luz roja.....	63
Tabla 6.3 Ecuaciones generales de predicción de la velocidad respecto a la luz amarilla	63
Tabla 6.4 Ecuaciones generales de predicción de la aceleración respecto a la luz verde	63
Tabla 6.5 Ecuaciones generales de predicción de la aceleración respecto a la luz roja	64
Tabla 6.6 Ecuaciones generales de predicción de la aceleración respecto a la luz amarilla .	64
Tabla 6.7 Ecuaciones generales de predicción de la desaceleración respecto a la luz verde	65
Tabla 6.8 Ecuaciones generales de predicción de la desaceleración respecto a la luz roja .	65
Tabla 6.9 Ecuaciones generales de predicción de la desaceleración respecto a la luz amarilla	66
Tabla 6.10 Tramos de calles del recorrido de la validación	66
Tabla 6.11 Variables independientes para la validación respecto a la luz verde y roja	67
Tabla 6.12 Total de número de recorridos y recorridos en flujo libre respecto a la luz verde y roja	68
Tabla 6.13 Estadísticos descriptivos para las variables usadas en la calibración y validación de la velocidad concernientes a la luz verde.....	70
Tabla 6.14 Estadísticos descriptivos para las variables usadas en la calibración y validación de la velocidad concernientes a la luz roja.....	70
Tabla 6.15 Estadísticos descriptivos para las variables usadas en la calibración y validación de la aceleración concernientes a la luz verde	72
Tabla 6.16 Estadísticos descriptivos para las variables usadas en la calibración y validación de la aceleración concernientes a la luz roja.....	73
Tabla 6.17 Estadísticos descriptivos para las variables usadas en la calibración y validación de la desaceleración concernientes a la luz verde.....	74
Tabla 6.18 Estadísticos descriptivos para las variables usadas en la calibración y validación de la desaceleración concernientes a la luz roja.....	74
Tabla 6.19 Cálculo de errores estadísticos y prueba del Chi-cuadrado	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Circuito de calibración.....	19
Figura 3.2 Equipo GPS de recolección de datos de velocidad Garmin Dash Cam 20.....	20
Figura 4.1 Gráfica de los perfiles de velocidad en el tramo 6	27
Figura 4.2 Gráfica de los perfiles de velocidad en flujo libre del tramo 7 con el semáforo en luz verde	28
Figura 4.3 Resultados del test ZQPK-50-cc que estima los rasgos de personalidad de los conductores	38
Figura 4.4 Resultados del test MDSI-S de los estilos de conducción de los conductores	39
Figura 5.1 Relación del estilo de riesgo y alta velocidad con velocidad máxima	42
Figura 5.2 Relación del estilo disociativo con velocidad máxima	43
Figura 5.3 Relación del estilo agresivo con velocidad máxima.....	43
Figura 5.4 Relación del estilo cordial y prudente con velocidad máxima	43
Figura 5.5 Relación del estilo ansioso con velocidad máxima	44
Figura 5.6 Relación del estilo reducción del estrés con velocidad máxima.....	44
Figura 5.7 Relación de Neurotismo/Ansiedad con velocidad máxima	45
Figura 5.8 Relación de Impulsividad/Búsqueda de sensaciones con velocidad máxima.....	45
Figura 5.9 Relación de actividad con velocidad máxima.....	45
Figura 5.10 Relación de sociabilidad con velocidad máxima.....	46
Figura 5.11 Relación de Agresión/Hostilidad con velocidad máxima	46
Figura 5.12 Relación de género con velocidad máxima.....	47
Figura 5.13 Relación de edad con velocidad máxima	47
Figura 5.14 Relación de experiencia con velocidad máxima	47
Figura 5.15 Relación de cilindraje con velocidad máxima	48
Figura 5.16 Relación de tipo de vehículo con velocidad máxima	48
Figura 5.17 Relación de marca de vehículo con velocidad máxima	48
Figura 5.18 Relación de modelo de vehículo con velocidad máxima	49
Figura 5.19 Relación del ancho de carril con el percentil 85 de la velocidad en luz verde	50
Figura 5.20 Relación del ancho de carril con la velocidad media en luz verde	50
Figura 5.21 Relación de densidad de objetos con el percentil 85 de la velocidad en luz roja	51
Figura 5.22 Relación del ancho de acera izquierda versus el percentil 85 de la aceleración en luz verde	52
Figura 5.23 Relación del ancho de acera izquierda versus la aceleración media en luz verde	53

Figura 5.24 Relación de la densidad de objetos cada 100 metros versus el percentil 85 de aceleración en luz verde	53
Figura 5.25 Relación de la velocidad inicial versus el percentil 85 de la aceleración en luz verde	54
Figura 5.26 Relación de la velocidad inicial versus la aceleración media en luz verde	54
Figura 5.27 Relación de la velocidad inicial versus el percentil 85 de la aceleración en luz roja	54
Figura 5.28 Relación de la velocidad inicial versus la aceleración media en luz roja	55
Figura 5.29 Relación del número de carriles versus el percentil 85 de la desaceleración en luz verde	56
Figura 5.30 Relación del número de carriles versus la desaceleración media en luz verde..	57
Figura 5.31 Relación del ancho de acera derecha versus el percentil 85 de la desaceleración en luz verde.....	57
Figura 5.32 Relación del ancho de acera derecha versus la desaceleración media en luz verde	58
Figura 5.33 Relación del ancho de acera izquierda versus el percentil 85 de la desaceleración en luz verde.....	58
Figura 5.34 Relación del ancho de acera izquierda versus la desaceleración media en luz verde	59
Figura 6.1 Circuito de validación para los tramos de estudio.....	67
Figura 6.2 Relación entre los valores observados y estimados del percentil 85 de la velocidad en luz roja.....	69
Figura 6.3 Relación entre los valores observados y estimados del percentil 85 de la aceleración en luz verde	71
Figura 6.4 Relación entre los valores observados y estimados de la aceleración media en luz verde	71
Figura 6.5 Relación entre los valores observados y estimados del percentil 85 de la aceleración en luz roja.....	72
Figura 6.6 Relación entre los valores observados y estimados de la aceleración media en luz roja	73

RESUMEN

La elección de la velocidad es una tarea compleja ya que influyen factores relacionados con el vehículo, las calles, el conductor y el entorno. En algunos casos, esta velocidad excede a la velocidad de diseño de la calle, lo cual aumenta la probabilidad de accidentes. La velocidad de operación se puede obtener mediante recolección de datos en campo o ecuaciones de predicción. En el país, estas últimas aún no han sido calibradas; por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue calibrar modelos de velocidad en calles urbanas previo a intersecciones semaforizadas. Es así que, en la Ciudad de Loja, se recolectaron datos de velocidad de 45 conductores usando el equipo de medición Garmin Dash Cam 20, en 12 tramos. Con esos registros se procesaron para posteriormente analizar su comportamiento, y finalmente se calibraron y validaron varios modelos de velocidad, aceleración y desaceleración. La densidad de objetos fue la variable estadísticamente más significativa sobre la velocidad en luz roja y para la aceleración fue la velocidad inicial, en luz verde y roja. Este estudio sirve para predecir la velocidad de operación para el diseño de infraestructuras de calles urbanas.

PALABRAS CLAVES: velocidad de operación, intersecciones semaforizadas, modelos de velocidad y aceleración.

ABSTRACT

The election of speed is complex task because of influence factors related with the vehicle, the streets, the driver, and the environment. In some cases, this speed exceeds the design speed of the street, which increases the probability of accidents. The operation speed can be obtained through data collection in field or prediction equations. In the country, these last still have not been calibrated; therefore, the objective this research was to calibrate speed models on urban streets previous to signalized intersections. It is so, in the City of Loja, was collected speed data of 45 drivers using the measuring equipment Garmin Dash Cam 20, in 12 sections. With those records were processed for later analyze their behavior and finally were calibrated and validated several models of speed, acceleration and deceleration. The density of objects was variable statistically more significant over the speed in the red light and for the acceleration it was the initial speed, in green and red light. This study serves to predict the operating speed for the design of infrastructure of urban streets.

KEYWORDS: operating speed, signalized intersections, speed and acceleration models.

1. INTRODUCCIÓN

Generalmente las calles están diseñadas para ofrecer movilidad y accesibilidad, por lo tanto, se deben presentar velocidades bajas de operación para garantizar la funcionalidad y salvaguardar a los diferentes usuarios viales como los peatones, ciclistas, motociclistas y vehículos. Es así que el conductor se expone a un sin número de siniestros y que solo él puede evitar siempre que obedezca las leyes regulatorias de tránsito y a la vez conduzca con responsabilidad. En ese escenario, existen velocidades de operación mayores a la velocidad de diseño. El artículo 191 del Reglamento General para la Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (2012) establece los vehículos pueden circular hasta una velocidad límite de 50 Km/h.

El presente estudio consistió en desarrollar ecuaciones de predicción de la relación de la velocidad, aceleración y desaceleración, con las características del entorno, las calles, el vehículo y el conductor en calles urbanas antes de llegar a intersecciones semaforizadas.

1.1 Hipótesis

La hipótesis general de la investigación es que: “La velocidad de vehículos livianos, que transitan por rectas urbanas antes de intersecciones semaforizadas, están relacionadas con: las características del entorno de la calle, características geométricas de la calle, características del vehículo, y características del conductor”.

Las características del entorno de la calle se refiera a objetos en zonas laterales de la calle tales como: árboles, postes, señales de tránsito.

Las características geométricas de la calle se refiere a la longitud de la recta, el ancho de calzada, el ancho de acera, el ancho de carril, el número de carriles ancho de calzada, y presencia de acera.

Las características del vehículo se refieren al tipo de vehículo, marca, año de fabricación, y potencia del motor.

Por último las características del conductor se refieren a los estilos de conducción y rasgos de personalidad.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar modelos de velocidad en calles urbanas previo a intersecciones semaforizadas.

1.2.2 Objetivos específicos

- Recopilar y analizar información de estudios previos relacionados al tema.
- Definir una metodología ordenada para la medición, procesamiento y análisis estadístico para los datos de velocidad, entorno, calles, vehículo y conductor.
- Determinar las variables dependientes e independientes a examinar.
- Recolectar datos de velocidades y de variables de acuerdo al plan experimental.
- Analizar los patrones de comportamiento de la velocidad, aceleración y desaceleración con respecto a las variables independientes.
- Calibrar y validar los modelos de velocidad, aceleración y desaceleración en función de las variables independientes más influyentes.

1.3 Metodología

El presente estudio tiene por objetivo desarrollar modelos de velocidad en rectas urbanas previo a intersecciones semaforizadas dentro de la ciudad de Loja, considerando la influencia de las características del entorno, características de la calle, características del vehículo y características del conductor. Para cumplir con el objetivo se consideraron seis etapas: revisión del estado del arte, plan experimental, recolección de datos, análisis de los datos, análisis de patrones de comportamiento, la calibración y validación de los modelos.

La primera etapa consistió en la revisión del estado del arte, así se evaluaron investigaciones previas relacionadas al tema con la finalidad de tener información para definir las variables a analizar, metodología utilizada, procesamiento de datos y proporcionar el desarrollo de modelos.

La segunda etapa en el plan experimental, consistió en la selección de los tramos, determinar el tamaño muestral, selección de los conductores, recolección de datos velocidades y de variables independientes. El objetivo de esta etapa fue obtener una metodología de medición, procesamiento y análisis estadístico para los datos de velocidad, aceleración y desaceleración.

Luego de haber definido el plan experimental, la siguiente etapa tuvo por objetivo la recolección de datos de velocidades de vehículos livianos propiamente dicha, para ello se utilizó el equipo Garmin Dash Cam 20 para el levantamiento de campo. Por otro lado, se aplicaron dos encuestas a los conductores una relacionada a los estilos de conducción y otra relacionada a los rasgos de personalidad. Además, dentro de las encuestas existieron preguntas relacionadas a las características del vehículo tales como: marca, tipo de vehículo, año de fabricación y cilindraje del motor; y los conductores respondieron

preguntadas relacionadas con el año de experiencia en la conducción, edad y género. También se obtuvieron las características geométricas de las calles tales como: longitud de la recta, ancho de calzada, ancho de carril, ancho de aceras y número de carriles. Dentro de las características del entorno de la calle se realizó el conteo de árboles, postes y señales de tránsito.

En base a los resultados de la etapa anterior, se realizó un análisis de los datos recolectados de velocidad y variables independientes. En esta etapa también se obtuvieron aceleraciones y desaceleraciones y se elaboraron una base de datos de calibración y validación que serán utilizadas en las siguientes etapas.

La siguiente etapa consistió en analizar los patrones de comportamiento de la velocidad, aceleración y desaceleración con relación a las variables independientes. El objetivo de esta etapa fue determinar la influencia de las variables más significativas, para luego utilizarlas en las ecuaciones de predicción.

Con los resultados de las variables más significativas de la etapa anterior, se pudo calibrar modelos de predicción de velocidad, aceleración y de desaceleración. Por último se realizó la validación de estas ecuaciones de tal manera que los valores observados no fueran estadísticamente diferentes de las ecuaciones de predicción de la calibración tanto para la velocidad, aceleración y desaceleración.

1.4 Estructura de la tesis

Esta tesis está estructurada en 6 capítulos:

En el Capítulo 2 se hace referencia a la revisión del estado del arte.

En el Capítulo 3 se muestra el plan experimental.

En el Capítulo 4 se muestra el análisis y procesamientos de datos de las variables dependientes e independientes.

En el Capítulo 5 se hace referencia al análisis de patrones de comportamiento.

En el Capítulo 6 se muestra la calibración y validación de los modelos de velocidad, aceleración y desaceleración. Por último se detallan las conclusiones, y las principales recomendaciones.

2. ESTADO DEL ARTE

Dado que el objetivo de la investigación fue desarrollar modelos de velocidad en rectas urbanas previo a intersecciones semaforizadas, en este capítulo se hace una descripción de los factores más influyentes sobre la velocidad de operación. También se evalúan las investigaciones previas relacionadas al tema, con el fin de establecer las variables a muestrear y, además, determinar la metodología, recolección y procesamiento de datos para esta tesis.

2.1 Factores que influyen en la velocidad de operación

La velocidad es la distancia recorrida por un vehículo en un determinado tiempo. En general, la velocidad es escogida, impulsada y controlada por la persona que está al volante. En calles urbanas antes de llegar a semáforos existen factores que pueden influir sobre la velocidad de operación: características de la vía, el vehículo, el conductor y el entorno.

Existen otras variables que también afectan la velocidad de operación en rectas, tales como: las condiciones climáticas, condiciones de iluminación día/noche, volumen de tráfico, pendiente, curvatura, etc; sin embargo se descartaron debido a los alcances de esta tesis.

2.1.1 Características de la vía

Las características de la sección transversal de la vía están vinculadas a la geometría de las calles. Según Kanellaidis, Golias, y Efstathiadis (1990) las características de la vía pueden influir sobre la velocidad de operación de los vehículos.

En cuanto a las variables vinculadas a la geometría de las calles a continuación se describen las principales:

2.1.1.1 Longitud de calle

Dinh y Kubota (2013) afirmaron que la longitud de la calle está relacionada a la velocidad de operación en zonas urbanas, y esta variable resultó ser significativa en tramos rectos.

2.1.1.2 Ancho de calzada

Bassani y Sacchi (2012) concluyeron que los conductores transitaban a velocidades altas cuando existieron calzadas amplias.

2.1.1.3 Ancho de carril

Según Pérez et al. (2012) un mayor ancho de carril provoca que los conductores se sientan más seguros en su conducción, ya que les permite un mayor margen de maniobra, con lo que las velocidades de operación aumentan. Según Bassani y Sacchi (2012) en calles urbanas esta variable no fue significativa.

2.1.1.4 Número de carriles

Wang (2006) encontró que los conductores viajan a velocidades más altas cuando hay dos carriles unidireccionales en lugar de un carril.

Los resultados que se obtuvieron para los modelos de velocidad de operación para calles urbanas según Wang, Dixon, Li et al. (2006) encontraron que el número de carriles influye significativamente en la velocidad.

2.1.1.5 Acera

En las aceras hay actividades de los peatones, por lo tanto, la existencia de la acera está asociada con velocidades de operación más bajas (Wang, 2006).

2.1.1.6 Espacio de estacionamiento

El espacio de estacionamiento en la calle también estuvo asociado con velocidades de operación más bajas, ya que el conductor percibe peligros potenciales, como posible apertura de una puerta del vehículo y la presencia de peatones. Además, parece que la calle es más estrecha (Wang, 2006).

2.1.1.7 Presencia de acera

Los estudios que hicieron Dinh y Kubota (2013) y Wang (2006) determinaron que la presencia de acera es un factor que influye sobre la velocidad de operación en calles urbanas. La presencia o ausencia de la acera en ambos estudios se muestra como un indicador para esta variable.

2.1.2 Vehículo

El vehículo es el tercer factor más concurrente que más influye en la siniestralidad y elección de la velocidad (Pérez, 2012). Los vehículos se clasifican en: ligero, medio y pesado. Sin embargo, para este tipo de análisis se debe considerar la relación peso/potencia, y el modelo o la antigüedad del vehículo (Pérez, 2012).

Por otro lado, Wang (2006) consideró vehículos ligeros para desarrollar los modelos de velocidad de operación, mientras que Mohan-Rao y Ramachandra-Rao (2015) consideraron vehículos ligeros y pesados para el desarrollo de sus modelos de velocidad.

2.1.3 Conductor

La forma de conducir depende de la edad, sexo, experiencia en la conducción, conocimiento de la vía, el propósito del viaje, etc. Pérez (2012).

Los conductores mayores conducen alrededor de 2Km/h más lentos que los conductores jóvenes, según (Poe y Manson, 1996). Por otro lado Parker (1997) citado en Wang (2006) definió que la mayoría de conductores seleccionan su velocidad de operación de acuerdo a su percepción

Por otro lado, Wang (2006) registró la edad y género de los conductores que cuentan con licencia, utilizando datos de censo de Estados Unidos para su estudio de velocidad.

2.1.4 Entorno

El entorno es todo aquello en donde el conductor puede percibir un punto en concreto a medida que va recorriendo la vía; es así que el entorno está vinculado con los elementos que están en las zonas laterales a las calles como: dispositivos de control de tráfico tales como: semáforos, vehículos estacionados, presencia de acera, edificios, árboles, postes, etc.

Wang (2006) encontró que los postes y árboles que están en las zonas laterales de la calle influyen en la velocidad de operación de los vehículos.

2.2 Sitios

En investigaciones previas de velocidades se recolectaron en diversos sitios alrededor del mundo, de acuerdo al siguiente detalle:

Bassani y Sacchi (2012) recolectaron un total de 1600 valores de velocidad en 24 sitios de estudio en la ciudad de Torino – Italia.

Wang (2006) recolectó velocidades en la ciudad de Atlanta-EEUU, empleó 2984 viajes de 188 conductores en 45 corredores de curvas horizontales para el desarrollo del modelo y, 1560 viajes de 187 conductores en 35 corredores rectos.

Mohan-Rao y Ramachandra-Rao (2015) hicieron sus estudios en la ciudad de Delhi, trazaron una ruta de forma circular de 55 Km de longitud en el cual dividieron las calles en 27 segmentos para la recolección y análisis de datos.

Finalmente, en la ciudad de Sitama-Japón, Dinh y Kubota (2013) escogieron 85 sitios de calles residenciales urbanas con límites de velocidad de 30 Km/h.

2.3 Equipo de recolección de datos

Para el análisis y desarrollo de modelos, la mayoría de investigaciones recolectaron datos de velocidad puntal, lo que es limitado dado que no se conoce la velocidad del vehículo antes o después del lugar considerado.

Es así que, Bassani y Sacchi (2012) utilizaron pistola láser y cámaras digitales de alta velocidad en su investigación realizada para zonas urbanas en Italia. También, por otro lado, Wang (2006) obtuvo velocidades en intervalos de 1 segundo utilizando un equipo GPS el cual se encontraba incorporado en los vehículos.

Dinh y Kubota (2013) utilizaron una pistola de radar STALKER ATS el cual grabó los datos de velocidad.

Mohan-Rao y Ramachandra-Rao (2015) emplearon una cámara de video para capturar el flujo y composición de tráfico, y el tiempo de viaje de vehículos individuales en un corredor de estudio.

2.4 Procesamiento de datos

El procesamiento de datos es la sección en donde se realizan los cálculos de las variables dependientes e independientes.

Es así que Wang (2006) procesó los datos de la siguiente manera:

- Seleccionó los viajes fuera de horas pico y durante la luz del día (10 a.m-4 p.m.)
- En condiciones lluviosas no seleccionó ningún viaje.
- En el caso de que el corredor seleccionado terminara por dos semáforos o señales de alto, eliminó los valores de aceleración y desaceleración en base a la distancia de la aceleración y la distancia de desaceleración.
- Cuando el conductor estuvo posiblemente afectado por otros conductores o estuvo realizando la maniobra de giro, se eliminaron retiró los viajes en donde la velocidad del viaje cayó por debajo de dos desviaciones estándar de la media.

Mohan-Rao y Ramachandra-Rao (2015) contaron los números de vehículos que pasaron a la entrada y salida de la sección de un tramo de una calle de 3 carriles en un intervalo de 5 minutos por lo que los tiempos de viaje estuvieron basados en distancias conocidas y eliminaron los recorridos que no estaban en flujo libre. Además los datos de velocidad fueron analizados para cada sitio para determinar la existencia de valores atípicos u otros valores inusuales.

2.5 Modelos de velocidad desarrollados en zonas urbanas

Bassani y Sacchi (2012) obtuvieron modelos de velocidad para zonas urbanas utilizando datos de velocidad puntual, tal como se muestra en las ecuaciones 2.1, 2.2 y 2.3.

Modelo en el que se incluye el ancho de mediana (MW)

$$V_{85} = 0,6277 * PSL + 8,4574 * LP + 3,6976 * LW + 7,7409 * MW \quad \text{Ec 2.1}$$
$$(R^2 = 0,97)$$

Modelo para obtener la velocidad prevista para calzadas divididas.

$$V_{85} = 0,647 * PSL + 8,547 * LP + 5,838 * LW \quad \text{Ec 2.2}$$
$$(R^2 = 0,96)$$

Modelos de velocidad para ancho de calzada (CW)

$$V_{85} = 2,185 * CW + 0,508 * PSL \quad \text{Ec 2.3}$$
$$(R^2 = 0,93)$$

Donde:

PSL = límite de velocidad, de 30 a 70 km / h

LP = posición en el carril, que varía entre 1 (carril derecho), 2 (carril central) y 3 (carril izquierdo)

LW = ancho del carril, de 2,80 a 5,9 m

MW = ancho de mediana, de 1,65 a 9,05 m

CW = ancho de calzada

R^2 = coeficiente de determinación

Wang (2006), mediante un modelo mixto lineal, desarrolló un modelo matemático para calles rectas, en el cual obtuvo la siguiente ecuación (2.4):

$$V_{85} = 50,503 + (1,386 * \text{lane.num}) - (0,079 * \text{roadside.d}) - (0,129 * \text{driveway}) - (0,211 * \text{intersection}) + (4,816 * \text{curb.indicator}) - (6,824 * \text{sidewalk.indicator}) - (5,104 * \text{parking.indicator}) + (5,299 * \text{land.use1}) + (5,237 * \text{land.use2}) \quad \text{Ec 2.4}$$
$$(R^2 = 0,67)$$

Donde:

- V_{85} = velocidad de operación, representa el percentil 85º de las velocidades de viaje (km/h)

- Lane.num = número de carriles
- Roadside.d = densidad de objetos en carretera (árboles y postes de luz eléctrica) dividido por la media del desplazamiento de objetos desde el borde de la carretera (número de objetos por km / desplazamiento (m))
- Driveway = densidad de los 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

Poe y Mason (2000) emplearon un contador de tráfico y lo ubicaron en 4 puntos de la curva: PC150, PC, MID Y PT. Calibraron una ecuación de velocidad para cada punto 2.5, 2.6, 2.7 y 2.8. Ellos usaron un modelo mixto:

$$PC150 = 49,59 + 0,5(DEGCVR) - 0,35(GRADE) + 0,74(LNWIDN) - 0,74(HZRT5N) \quad \mathbf{Ec\ 2.5}$$

$$(R^2 = 0,99)$$

$$PC = 51,53 - 0,10(DEGCVR) - 0,24(GRADE) - 0,01(LNWIDN) - 0,57(HZRT5N) \quad \mathbf{Ec\ 2.6}$$

$$(R^2 = 0,98)$$

$$MID = 48,82 - 0,14(DEGCVR) - 0,75(GRADE) - 0,12(LNWIDN) - 0,12(HZRT5N) \quad \mathbf{Ec\ 2.7}$$

$$(R^2 = 0,90)$$

$$PT = 43,41 - 0,11(DEGCVR) - 0,12(GRADE) + 1,07(LNWIDN) + 0,30(HZRT5N) \quad \mathbf{Ec\ 2.8}$$

$$(R^2 = 0,90)$$

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)

Mohan-Rao y Ramachandra-Rao (2015) desarrollaron modelos velocidad de operación. El modelo desarrollado se describe a continuación (2.9):

$$Y = -0,040 \cdot X_1 - 0,051 \cdot X_2 - 3,593 \cdot X_3 + 1,070 \cdot X_4 + 1,993 \cdot X_5 - 5,744 \cdot X_6 + 67,785 \quad \text{Ec 2.9}$$

$$(R^2 = 0,54)$$

Donde:

X_1 = Total número de vehículos

X_2 = Total número de puntos de espera o detenimiento

X_3 = Número de mayores intersecciones

X_4 = Número de pasos elevados

X_5 = Puntos de acceso

X_6 = Longitud de la sección

Fitzpatrick, Carlson, Brewer et al. (2003) encontraron la siguiente ecuación:

Modelos de predicción de velocidad localizados en zonas urbanas

$$V_{85} = 8,666 + (0,963 \cdot \text{PSL}) \quad (\text{miles/h})$$

$$(R^2 = 0,14)$$

Donde:

V_{85} = percentil 85 de la velocidad

PLS = Límite de velocidad

2.6 Resumen y conclusiones

En este capítulo se revisó información de diferentes investigaciones relacionadas al tema con el fin de determinar las variables que influyen sobre la velocidad de operación en sitios urbanos. Se analizaron los sitios, la recolección de los datos y el procesamiento de los mismos.

La mayoría de investigaciones revisadas utilizaron equipos que registran velocidades puntuales, sin embargo algunas investigaciones utilizaron equipos que registran velocidades continuas como el GPS. Estos últimos generan perfiles de velocidad completos lo que ayudaría a calibrar modelos de velocidad más precisos.

Por lo general en la recolección de datos de velocidad se utilizaron vehículos livianos con lo cual se desarrollaron los modelos. Para ellos también se tomaron en cuenta las variables geométricas de la vía tales como: la longitud de la recta, ancho de calzada, ancho de carril, número de carriles, anchos de acera y densidad de objetos cada 100 metros.

La mayoría de autores no analizaron las relaciones de las velocidades con el conductor mencionan al conductor, descartando así la carga mental que necesita el conductor durante la conducción.

Finalmente, la mayoría de autores no tomaron en cuenta el semáforo como una variable que puede influir sobre la velocidad de operación, por lo tanto es incluida en esta tesis.

3. PLAN EXPERIMENTAL

En este capítulo se describe la metodología utilizada en donde se incluye el tamaño de la muestra, la selección de los tramos de estudio, la selección de la ruta, equipos de medición de velocidad y el número de vehículos. Además, también se describe el experimento de campo y las encuestas realizadas a los conductores.

3.1 Metodología utilizada

El plan experimental permite cumplir con los objetivos de la investigación y comprobar la hipótesis general. En este plan se describe la estimación del tamaño de la muestra, la selección de los tramos, selección de los conductores y el equipo utilizado. Las variables independientes elegidas fueron: la longitud de la recta, ancho de calzada, ancho de carril, número de carriles, anchos de acera y densidad de objetos laterales cada 100 metros.

3.2 Tamaño de la muestra

Para asegurar resultados confiables, cada experimento debe tener una muestra representativa de la población, por lo que un mayor número de observaciones aumenta la posibilidad de que la muestra sea más representativa de la población actual. El tamaño de la muestra se puede calcular con la ecuación 3.1 que corresponde a Pignataro (1973) citado en Bennett (1994), para determinar el tamaño de la muestra.

$$n = \frac{K^2 * \sigma^2 * (2 + U^2)}{e^2} \quad \text{Ec. 3. 1}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

K = Constantes para el nivel de confianza

σ = Desviación estándar

U = Es una desviación normal correspondiente al percentil de velocidad deseada

e = Precisión o error máximo admisible

Para determinar los coeficientes K y U Bennet (1994) estableció algunas tablas en función del nivel de confianza. Para este experimento se asumió un nivel de confianza del 95%, para lo cual los valores de los coeficientes estimados fueron $k=1,96$ y $U=1,04$. Además se asumió un error de 5 Km/h y una desviación estándar estimada de 13 Km/h. Con la aplicación de la ecuación 3.1 se obtuvo una muestra de 40 vehículos livianos, sin embargo se recolectaron velocidades de 45 vehículos livianos.

3.3 Tramos de estudio

Los tramos que se seleccionaron para este estudio fueron 12 rectas (Tabla 3.1), las cuales se encuentran antes de aproximarse a intersecciones semaforizadas. Estos tramos están en el área urbana de la ciudad. Estas fueron escogidas porque facilitaron para la toma de datos de velocidad de operación.

Tabla 3.1 Tramos de estudio seleccionados, los cuales terminan en intersecciones semaforizadas

Tramo	Nombres de calles
1	Av. Manuel Carrión Pinzano. entre Luis Crespo y Jose Riofrío
2	Av. Gran Colombia entre Tulcán y Guaranda
3	Av. Emiliano Ortega entre Simón Bolívar y Juan de Salinas
4	José Félix de Valdivieso entre 18 de Noviembre y Av. Universitaria
5	Av. Manuel Agustín Aguirre entre Quito e Imbabura
6	Av. Manuel Agustín Aguirre entre Imbabura y Cristóbal Colón
7	Av. Manuel Agustín Aguirre entre Cristóbal Colón y José Antonio Eguiguren
8	Av. Manuel Agustín Aguirre entre José Antonio Eguiguren y 10 de Agosto
9	Av. Manuel Agustín Aguirre entre 10 de Agosto y Vicente Rocafuerte
10	Av. Manuel Agustín Aguirre entre Vicente Rocafuerte y Miguel Riofrío
11	Av. Manuel Agustín Aguirre entre Miguel Riofrío y Azuay
12	Av. Manuel Agustín Aguirre entre Azuay y Alonso de Mercadillo

Elaboración: El autor

3.4 Elección del circuito de medición

Para poder seleccionar el circuito de medición adecuado para esta tesis se realizaron diferentes recorridos previos. Los circuitos debían tener calles en buen estado y debía ser cómodo para el conductor.

El circuito seleccionado (Figura 3.1), comenzó en el Punto A (Avenida Manuel Agustín Aguirre y Lourdes) luego se recorre toda la parte Occidental llegando hasta el redondel del sector las Pitas en el punto B, luego se regresa por el redondel del Terminal, rodea el redondel del sector Zona Militar, recorre la calle Gran Colombia y entra al sector Puerta de la Ciudad, pasa por la Avenida Emiliano Ortega (en el sector Orillas del Zamora), continúa por la calle José Félix de Valdivieso y finaliza en la parte céntrica llegando al Punto C, el cual fue el comienzo del recorrido.



Figura 3.1 Circuito de calibración

Fuente: Google maps

Elaboración: El autor

3.5 Equipo de medición de velocidad

Para esta investigación se utilizó el equipo GPS Garmin Dash Cam™ 20 (Ver Figura 3.2) que posee: cámara HD con pantalla LCD de 2,3" y GPS, graba video e imágenes fijas, incluye la hora y la ubicación detallada en todos los videos. Este equipo facilita datos de velocidad cada segundo con una precisión de ± 2 Km/h.



Figura 3.2 Equipo GPS de recolección de datos de velocidad Garmin Dash Cam 20
Fuente: www.garmin.com
Elaboración: El autor

3.6 Conductores

Para realizar el recorrido de la ruta se seleccionaron a 45 conductores (hombres y mujeres) tal como se muestra en la Tabla 3.2, los cuales eran personas que aceptaron participar en el estudio voluntariamente. Los participantes debían cumplir con algunos requisitos como: a) poseer licencia de conducir vigente, b) ser mayor de edad, c) tener experiencia en la conducción mínima de un año, d) debía tener un vehículo liviano propio y, c) conocer los tramos a recorrer.

Tabla 3.2 Características de los conductores

# de conductores	Género		Edad (años)	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

Tabla 3.2. Características de los conductores (continuación)

N° de conductores	Género		Edad	Años de experiencia en conducción (años)
	Masculino	Femenino		
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
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

3.7 Vehículos

Para recolectar los datos de velocidad se utilizaron 45 diferentes vehículos livianos. Se registraron su marca y tipo de vehículo (auto o camioneta), año de fabricación, cilindraje y última revisión. Esto último tuvo la finalidad de saber si el vehículo se encontraba en buenas condiciones de operación. En la Tabla 3.3 se muestra esta información referente a los vehículos utilizados en los recorridos.

Tabla 3.3 Características de los vehículos

Marca del vehículo	Tipo de vehículo		Cilindraje (cm ³)	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
DAEWU	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

Tabla 3.3. Características de los vehículos (continuación)

Marca del vehículo	Tipo de vehículo		Cilindraje (cm ³)	Año de fabricación	Última revisión (días)
	Auto	Camioneta			
HYUNDAI	X	-	1600	2011	20
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

3.8 Trabajo de campo

En el trabajo de campo se incluyó la recolección de datos de velocidades de operación y las encuestas que llenaron los conductores.

3.8.1 Experimento de Campo

En la recolección de velocidades intervinieron 45 conductores (hombres y mujeres) con distintas edades comprendidos entre 21 a 60 años, con una experiencia de conducción entre 1 a 40 años. Los conductores recorrieron el circuito seleccionado con su vehículo y se le sugirió que condujeran como suelen hacerlo habitualmente.

Se instaló el equipo GPS Garmin Dash Cam 20 en la parte frontal del parabrisas del vehículo evitando causar molestias o distracciones al conductor cuando éste se encuentre realizando el recorrido. Se revisó que el equipo esté funcionando normalmente, y se les recordó a los conductores el circuito. Para asegurar condiciones de flujo libre, las mediciones se realizaron los días sábados y domingos en horarios de 14:00 a 18:00 horas, con buenas condiciones climáticas y buen estado del pavimento.

El equipo Garmin Dash Cam 20 proporciona las grabaciones de video de los distintos recorridos realizados por los conductores los cuales sirvieron para detectar si los vehículos se encontraron en flujo libre. Además permitieron identificar factores que pueden afectar a la

velocidad de operación. También permite estimar cada segundo, para lo cual se utilizó el programa Microsoft Excel (2010), esto sirvió para calcular la velocidad de operación.

3.8.2 Encuestas aplicadas a cada conductor

Cuando los conductores culminaron el recorrido del circuito se les pidió que contestaran dos cuestionarios relacionados con los estilos de conducción (MDSI-S) y los rasgos de personalidad (ZQPK-50-cc). Estas encuestas fueron aplicadas previamente en Argentina dando buenos resultados (García, 2014).

El primer test (MDSI-S) permite evaluar el estilo de conducción de la persona mediante enunciados con valoración (1 = nada a 6 = mucho) relacionados a los patrones de comportamiento en el recorrido de la ruta, mientras que el segundo test (ZQPK-50-cc) tiene enunciados de verdadero (V) y falso (F) el cual estiman cinco rasgos de la personalidad del conductor: Agresión / Hostilidad, Impulsividad / Búsqueda de Sensaciones, Neurotismo / Ansiedad, Sociabilidad y Actividad.

3.9 Resumen y conclusiones

En este capítulo se explicó la metodología utilizada en el desarrollo de esta tesis. Se describió la forma de cómo calcular el tamaño de la muestra, se mostró los tramos de estudio y circuito de medición. También se describió el experimento de campo y las encuestas que realizaron los conductores.

El circuito fue recorrido por los participantes voluntarios. De este circuito se seleccionaron 12 tramos rectos antes de intersecciones semaforizadas. El equipo de medición elegido fue un GPS Garmin Dash Cam 20 con cámara integrada. Se recolectó información de 45 conductores, los cuales respondieron dos encuestas relacionadas a su rasgo de personalidad y a su estilo de conducción.

4. PROCESAMIENTO DE DATOS

En este capítulo se muestra el procesamiento de variables dependientes y variables independientes. En las variables dependientes están la velocidad, aceleración y desaceleración, y en las variables independientes se incluyen la longitud de la recta, ancho de calzada, ancho de acera, ancho de carril, número de carriles, densidad de objetos, presencia de acera y relacionados al conductor.

4.1 Procesamiento de datos de la variable dependiente

Antes de procesar los datos de la variable dependiente primeramente se procedió a descargar los datos recolectados de la cámara Gps Garmin a un ordenador por medio de una conexión USB. Luego se utilizó el software Garmin Dash Cam Player, el cual permitió transformar los formatos de video tipo AVI a formato de archivo GPX.

Después, se utilizó la herramienta GPS Visualizer (2010) disponible en Web, en donde se transformó los archivos GPX (formato de intercambio GPS) a TXT (formato de archivo de texto), luego se descargaron y guardaron cada uno de los archivos en un ordenador. Los archivos TXT contenían los datos de coordenadas geográficas, la distancia recorrida acumulada por segundo y la velocidad en m/s. Una vez realizado y verificado los pasos anteriores se procedió a convertir de TXT a XLS (formato de archivo de Microsoft Excel), y finalmente se hizo la conversión de los datos de velocidad de m/s a Km/h.

4.1.1 Perfiles de velocidad

Para la obtención de los perfiles de velocidad se seleccionó, del circuito de medición, los tramos antes de intersecciones semaforizadas. Posteriormente se definió el inicio y el final de los 12 tramos, en base a los videos registrados en el levantamiento de campo. Asimismo con estos datos, se calculó la velocidad realizando una interpolación con la longitud total de cada tramo cada 5 metros. Finalmente se elaboraron los perfiles de velocidad de los 45 conductores para los 12 tramos, obteniendo un total de 540 perfiles de velocidad. Como ejemplo se muestra en la Figura 4.1 los perfiles de velocidad calculados para el tramo 6. Los demás perfiles se encuentran en el Anexo 1.

En la Figura 4.1 se puede ver todos los perfiles de velocidades de los conductores. Esta figura relaciona la longitud del tramo (m) con la velocidad (Km/h) para el tramo 6.

Luego de haber obtenido los perfiles de velocidad para cada tramo y con la ayuda de los videos registrados se descartó los perfiles de velocidad que no estaban en flujo libre, para ello se tomó en cuenta lo siguiente:

- Un vehículo estaba en flujo libre cuando en el tramo de estudio no existió la presencia de otros vehículos. Sin embargo, si un vehículo circulaba en la dirección

del muestreo, este debía estar por los menos a una distancia alejada para que no influya al comportamiento del conductor.

- Las condiciones climáticas extremas, como la lluvia, podían afectar al comportamiento del conductor.
- Cuando existía falta de visibilidad. Por efecto del atardecer, se eliminaba el perfil de velocidad.
- Si un peatón se encontraba cruzando la calle también se descartaba ese registro dado que afectaba la velocidad de operación del conductor.

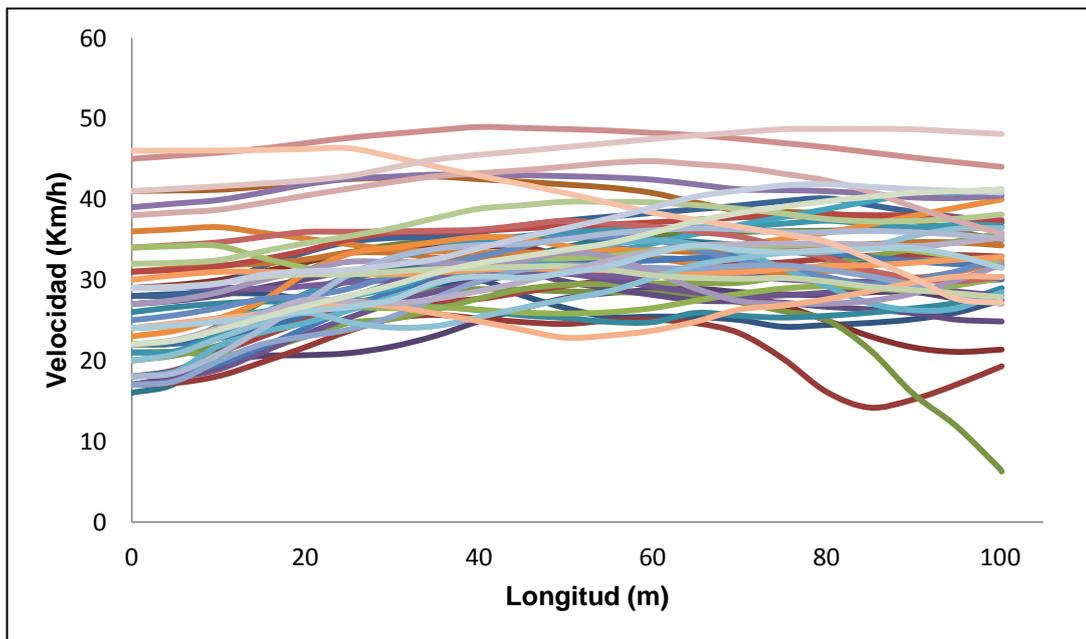


Figura 4.1 Gráfica de los perfiles de velocidad en el tramo 6

Elaboración: El autor

Una vez realizadas todas las consideraciones se procesó los datos de los perfiles de velocidad obteniendo:

- Sesenta y siete (67) perfiles de velocidad en flujo libre cuando el semáforo estuvo en luz verde.
- Cuarenta y cinco (45) perfiles de velocidad en flujo libre cuando el semáforo estuvo en luz roja.
- Trece (13) perfiles de velocidad en flujo libre cuando el semáforo estuvo en luz amarilla.

Dando un total de 125 perfiles de velocidad procesados en flujo libre de los 12 tramos de estudio, tal como se muestra en la Figura 4.2.

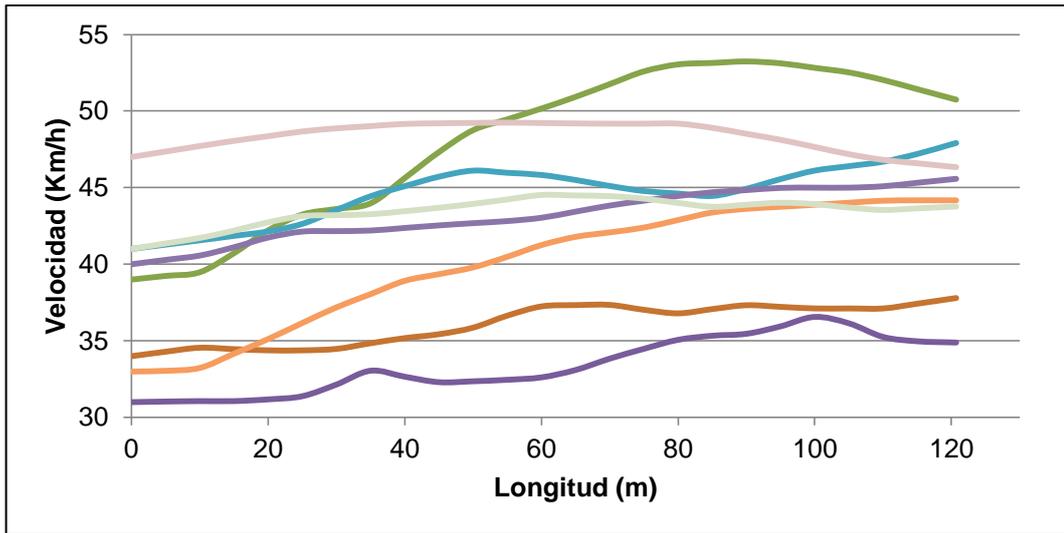


Figura 4.2 Gráfica de los perfiles de velocidad en flujo libre del tramo 7 con el semáforo en luz verde

Elaboración: El autor

En la Tabla 4.1 se resume el número de recorridos que se realizaron en cada tramo y de ellos los que resultaron estar en flujo libre para cada uno de las luces del semáforo.

Tabla 4.1 Número de recorridos en flujo libre

# Del tramo	# De recorridos	# De recorridos en flujo libre		
		Luz verde	Luz roja	Luz naranja
1	45	6	4	3
2	45	0	3	1
3	45	3	7	0
4	45	5	7	1
5	45	6	3	0
6	45	7	0	0
7	45	8	2	0
8	45	6	3	2
9	45	5	5	3
10	45	6	4	0
11	45	7	4	1
12	45	8	3	2
Total	540	67	45	13

Elaboración: El autor

A partir de esta base de datos, se realizó el cálculo de la velocidad del percentil 85, este se obtuvo de cada 5 metros de distancia en cada tramo. Además se calculó la velocidad media, la cual es el promedio de todos los perfiles en flujo libre y también se obtuvo cada 5 metros la desviación estándar de la velocidad de todos los valores medios en el tramo en estudio.

Estos cálculos se los realizó para todas las luces del semáforo, tal como se muestra en la Tabla 4.2 para luz verde, en la Tabla 4.3 para luz roja, y en la Tabla 4.4 para luz amarilla.

En la Tabla 4.2 se puede ver los tramos con los resultados de los cálculos para el percentil 85 de la velocidad, la velocidad media y la desviación estándar de la velocidad. El valor mínimo del percentil 85 de la velocidad fue de 40,4 Km/h (tramo 4) y el valor máximo del percentil 85 de la velocidad fue de 56,1 Km/h (tramo 3). En cambio en la velocidad media el valor mínimo fue de 35,6 Km/h (tramo 4) y el valor máximo fue de 52,2 km/h (tramo 3). En la desviación estándar el valor mínimo fue de 0,63 Km/h (tramo 8) y el valor máximo fue de 7,93 Km/h (tramo 4).

Tabla 4.2 Valores relacionados a la velocidad cuando el semáforo estuvo en luz verde

# Del tramo	Percentil 85 de la velocidad (Km/h)	Velocidad media (Km/h)	Desviación estándar de la velocidad (Km/h)
1	55,4	48,8	1,7
2	----	----	----
3	56,1	52,2	2,61
4	40,4	35,6	7,93
5	45,2	42,3	1,88
6	47,9	39,4	1,53
7	49,1	44,1	1,94
8	44,6	42,9	0,63
9	50,1	43,4	4,97
10	47,2	42,3	5,47
11	48,8	43,3	2,13
12	47,6	44,5	0,98
---- = No disponible			

Elaboración: El autor

En la Tabla 4.3 se puede ver que el percentil 85 de la velocidad fue de 34,0 Km/h (tramo 2) y el valor máximo fue de 50,0 Km/h (tramo 9). En la velocidad media el valor mínimo fue de 31,6 Km/h (tramo 2) y el valor máximo fue de 44,6 km/h (tramo 12), y en la desviación estándar el valor mínimo fue de 5,53 Km/h (tramo 7) y el valor máximo fue de 13,51 Km/h (tramo 12).

Tabla 4.3 Valores relacionados a la velocidad cuando el semáforo estuvo en luz roja

# Del tramo	Percentil 85 de la velocidad (Km/h)	Velocidad media (Km/h)	Desviación estándar de la velocidad (Km/h)
1	47,5	43,8	11,95
2	34,0	31,6	8,29
3	46,7	43,5	9,33
4	39,7	34,4	8,99
5	41,8	41,0	13,07
6	----	----	----
7	40,7	38,4	5,53
8	44,1	39,7	8,45
9	50,0	41,7	9,33
10	44,3	43,5	12,18
11	49,2	34,5	10,43
12	47,0	44,6	13,51
---- = No disponible			

Elaboración: El autor

En la Tabla 4.4 se puede ver que el valor mínimo del percentil 85 de la velocidad fue de 25,0 Km/h (tramo 2) y el valor máximo del percentil 85 de la velocidad fue de 58,4 Km/h (tramo 1). En la velocidad media el valor mínimo fue de 25,0 Km/h (tramo 2) y el valor máximo fue de 55,7 km/h (tramo 1), y en la desviación estándar el valor mínimo fue de 0,55 Km/h (tramo 9) y el valor máximo fue de 10,03 Km/h (tramo 4).

Tabla 4.4 Velocidades calculadas cuando el semáforo estuvo en luz amarilla

# Del tramo	Percentil 85 de la velocidad (Km/h)	Velocidad media (Km/h)	Desviación estándar de la velocidad (Km/h)
1	58,4	55,7	2,53
2	25,0	25,0	0,78
3	----	----	----
4	39,2	39,2	10,03
5	----	----	----
6	----	----	----
7	----	----	----
8	56,0	50,2	6,42
9	45,8	42,5	0,55
10	----	----	----
11	42,2	42,2	2,50
12	49,8	48,3	5,46
---- = No disponible			

Elaboración: El autor

4.1.2 Aceleración y desaceleración

Para el cálculo de la aceleración y desaceleración se observaron los perfiles de velocidad en flujo libre con el fin de estimar la aceleración y desaceleración predominante. Se marcó el inicio y fin de la aceleración y desaceleración predominante y se calculó sus valores con la ecuación 4.1 de la cinemática del movimiento rectilíneo uniforme variado con respecto a la distancia:

Ec 4.1

$$a = \frac{V_f^2 - V_i^2}{25.92 * d_{i,i-1}}$$

Donde:

a = Aceleración o desaceleración en m/s²

V_f = Velocidad final en Km/h

V_i = Velocidad inicial en Km/h

d = Distancia en m

d_{i,i-1} = Distancia entre los puntos “i” e “i-1” en m

Asimismo se calculó el percentil 85, la media y la desviación estándar de la aceleración y desaceleración en los tramos de estudio, tal como se muestra en la Tabla 4.5 para la luz verde, en la Tabla 4.6 para la luz roja y en la Tabla 4.7 para la luz amarilla.

En la Tabla 4.5 se muestran los resultados de los cálculos del percentil 85, la media y la desviación estándar de la aceleración y desaceleración para 11 tramos cuando el semáforo estuvo en luz verde, ya que no fue posible obtener resultados para el tramo 2, dado que en este no existieron vehículos en flujo libre.

Tabla 4.5 Aceleraciones y desaceleraciones de los tramos en estudio cuando el semáforo estuvo en luz verde

# Del tramo	Percentil 85 de la aceleración (m/s ²)	Aceleración media (m/s ²)	Desviación estándar de la aceleración (m/s ²)	Percentil 85 de la desaceleración (m/s ²)	Desaceleración media (m/s ²)	Desviación estándar de la desaceleración (m/s ²)
1	0,18	0,13	0,07	0,29	-0,34	0,06
2	----	----	----	----	----	----
3	0,70	0,62	0,12	0,47	-0,58	0,16
4	1,17	0,88	0,36	0,53	-0,72	0,21
5	0,37	0,29	0,16	0,22	-0,41	0,21
6	0,51	0,34	0,15	0,08	-0,16	0,09
7	0,37	0,29	0,18	0,15	-0,22	0,09
8	0,28	0,20	0,12	0,15	-0,24	0,11
9	0,56	0,48	0,10	0,04	-0,21	0,31
10	0,78	0,52	0,31	0,24	0,33	0,11
11	0,44	0,32	0,19	0,04	-0,12	0,09
12	0,50	0,35	0,17	0,15	-0,23	0,12

---- = No disponible

Elaboración: El autor

En la Tabla 4.6 se muestran los resultados de los cálculos del percentil 85, media y desviación estándar de la aceleración y desaceleración para 11 tramos cuando el semáforo estuvo en luz roja, dado que en el tramo 6 no hubieron vehículos en flujo libre.

Tabla 4.6 Aceleraciones y desaceleraciones de los tramos en estudio cuando el semáforo estuvo en luz roja

# Del tramo	Percentil 85 de la aceleración (m/s ²)	Aceleración media (m/s ²)	Desviación estándar de la aceleración (m/s ²)	Percentil 85 de la desaceleración (m/s ²)	Desaceleración media (m/s ²)	Desviación estándar de la desaceleración (m/s ²)
1	0,08	0,06	0,04	2,04	-1,49	0,77
2	0,15	0,09	0,09	0,84	-0,70	0,21
3	0,59	0,44	0,20	2,16	-1,61	0,72
4	1,39	1,15	0,29	1,71	-1,39	0,43
5	0,59	0,42	0,24	1,44	-1,27	0,27
6	----	----	----	----	----	----
7	0,37	0,35	0,06	1,91	-1,89	0,03
8	0,17	0,12	0,06	1,68	-1,24	0,64
9	0,49	0,33	0,23	2,01	-1,66	0,40
10	0,09	0,06	0,04	1,10	-0,90	0,30
11	0,62	0,39	0,30	2,03	-1,64	0,49
12	0,19	0,15	0,05	3,50	-2,73	1,09

---- = No disponible

Elaboración: El autor

En la Tabla 4.7 se observan los resultados de los cálculos del percentil 85, media y desviación estándar de la aceleración y desaceleración para 7 tramos cuando el semáforo estuvo en luz amarilla, en los tramos 3, 5, 6, 7 y 10 no existieron vehículos en flujo libre.

Tabla 4.7 Aceleraciones y desaceleraciones de los tramos en estudio cuando el semáforo estuvo en luz amarilla

# De tramos	Percentil 85 de la aceleración (m/s ²)	Aceleración media (m/s ²)	Desviación estándar de la aceleración (m/s ²)	Percentil 85 de la desaceleración (m/s ²)	Desaceleración media (m/s ²)	Desviación estándar de la desaceleración (m/s ²)
1	0,07	0,07	0,04	0,55	-0,46	0,15
2	0,11	0,11	*	0,15	-0,15	*
3	----	----	----	----	----	----
4	0,5	0,5	*	1,67	-1,67	*
5	----	----	----	----	----	----
6	----	----	----	----	----	----
7	----	----	----	----	----	----
8	0,97	0,7	0,56	0,81	-0,41	0,58
9	0,2	0,16	0,05	0,15	-0,11	0,06

* = Valores no calculables dado que se necesita más de un valor para calcularlo
 ---- = No disponible

Tabla 4.7. Aceleraciones y desaceleraciones de los tramos en estudio cuando el semáforo estuvo en luz amarilla (continuación)

# De tramos	Percentil 85 de la aceleración (m/s ²)	Aceleración media (m/s ²)	Desviación estándar de la aceleración (m/s ²)	Percentil 85 de la desaceleración (m/s ²)	Desaceleración media (m/s ²)	Desviación estándar de la desaceleración (m/s ²)
10	----	----	----	----	----	----
11	0,33	0,33	-0,1	0,1	*	*
12	0,17	0,13	0,07	3,02	-1,84	2,39

* = Valores no calculables dado que se necesita más de un valor para calcularlo
 ---- = No disponible

Elaboración: El autor

4.1.3 Aceleración y desaceleración respecto a la velocidad inicial y final

También se calculó la velocidad inicial y final en rangos de 5 Km/h y se estimó el percentil 85, la media y la desviación estándar de la aceleración y desaceleración para cada luz del semáforo respecto a la velocidad inicial y final para cada color de la luz del semáforo.

En la Tabla 4.8 se observan los resultados calculados de la aceleración respecto a la velocidad inicial cuando el semáforo estuvo en luz verde.

Tabla 4.8 Aceleraciones de la velocidad inicial de los tramos en estudio, cuando el semáforo estuvo en luz verde

Velocidad inicial (Km/h)	Percentil 85 de la aceleración (m/s ²)	Aceleración media (m/s ²)	Desviación estándar de la aceleración (m/s ²)
5	1,45	1,45	*
10	0,98	0,98	*
15	0,73	0,68	0,06
20	0,43	0,43	*
25	0,49	0,49	*
30	0,55	0,45	0,2
35	0,34	0,22	0,12
40	0,51	0,33	0,2
45	0,44	0,3	0,16
50	0,69	0,37	0,3

* = Valores no calculables dado que se necesita más de un valor para calcularlo

Elaboración: El autor

En la Tabla 4.9 se observan los resultados calculados de la desaceleración respecto a la velocidad final cuando el semáforo estuvo en luz verde.

Tabla 4.9 Desaceleraciones de la velocidad final, de los tramos en estudio cuando el semáforo estuvo en luz verde

Velocidad final (Km/h)	Percentil 85 de la desaceleración (m/s ²)	Desaceleración media (m/s ²)	Desviación estándar de la desaceleración (m/s ²)
25	-0,09	-0,09	*
30	-0,63	-0,36	0,34
35	-0,35	-0,26	0,22
40	-0,45	-0,33	0,16
45	-0,38	-0,21	0,27
50	-0,45	-0,27	0,16
55	-0,67	-0,5	0,19

* = Valores no calculables dado que se necesita más de un valor para calcularlo

Elaboración: El autor

En la Tabla 4.10 se observan los resultados calculados de la aceleración respecto a la velocidad inicial, cuando el semáforo estuvo en luz roja.

Tabla 4.10 Aceleraciones de la velocidad inicial, de los tramos en estudio, cuando el semáforo estuvo en luz roja

Velocidad inicial (Km/h)	Percentil 85 de la aceleración (m/s ²)	Aceleración media (m/s ²)	Desviación estándar de la aceleración (m/s ²)
5	1,36	1,36	*
10	0,89	0,89	*
15	1,19	1,05	0,21
20	1,62	1,62	*
25	0,19	0,19	*
30	0,66	0,38	0,31
35	0,57	0,34	0,23
40	0,31	0,22	0,17
45	0,47	0,23	0,21
50	0,09	0,09	*
55	0,24	0,24	*

* = Valores no calculables dado que se necesita más de un valor para calcularlo

Elaboración: El autor

En la Tabla 4.11 se observan los resultados calculados de la desaceleración respecto a la velocidad final, cuando el semáforo estuvo en luz roja.

Tabla 4.11 Desaceleraciones de la velocidad final, de los tramos en estudio, cuando el semáforo estuvo en luz roja

Velocidad final (Km/h)	Percentil 85 de la desaceleración (m/s ²)	Desaceleración media (m/s ²)	Desviación estándar de la desaceleración (m/s ²)
20	-0,477	-0,477	*
25	-0,898	-0,893	0,01
30	-1,935	-1,275	0,562
35	-1,668	-1,313	0,411
40	-2,471	-1,695	0,817
45	-2,371	-1,968	0,58
50	-2,078	-2,078	*

* = Valores no calculables dado que se necesita más de un valor para calcularlo

Elaboración: El autor

En la Tabla 4.12 se observan los resultados calculados de la aceleración respecto a la velocidad inicial, cuando el semáforo estuvo en luz amarilla.

Tabla 4.12 Aceleraciones de la velocidad inicial, de los tramos en estudio, cuando el semáforo estuvo en luz amarilla

Velocidad inicial (Km/h)	Percentil 85 de la aceleración (m/s ²)	Aceleración media (m/s ²)	Desviación estándar de la aceleración (m/s ²)
20	1,09	1,09	*
25	0,11	0,11	*
35	0,45	0,34	0,23
40	0,3	0,22	0,16
45	0,2	0,19	0,02
50	0,02	0,02	*
55	0,27	0,19	0,16

* = Valores no calculables dado que se necesita más de un valor para calcularlo

Elaboración: El autor

En la Tabla 4.13 se observan los resultados calculados de la desaceleración respecto a la velocidad final, cuando el semáforo estuvo en luz amarilla.

Tabla 4.13 Desaceleraciones de la velocidad final, de los tramos en estudio, cuando el semáforo estuvo en luz amarilla

Velocidad final (Km/h)	Percentil 85 de la desaceleración (m/s ²)	Desaceleración media (m/s ²)	Desviación estándar de la desaceleración (m/s ²)
25	-0,15	-0,15	*
35	-1,67	-1,67	*
40	-0,12	-0,36	0,39
45	-0,07	-0,96	1,71

* = Valores no calculables dado que se necesita más de un valor para calcularlo

Tabla 4.13. Desaceleraciones de la velocidad final, de los tramos en estudio, cuando el semáforo estuvo en luz amarilla (continuación)

Velocidad final (Km/h)	Percentil 85 de la desaceleración (m/s ²)	Desaceleración media (m/s ²)	Desviación estándar de la desaceleración (m/s ²)
50	-0,29	-0,29	*
55	-0,55	-0,55	*
60	-0,54	-0,54	*
* = Valores no calculables dado que se necesita más de un valor para calcularlo			

Elaboración: El autor

4.2 Procesamiento de las variables independientes

Se recolectaron y procesaron los datos del levantamiento de campo tal cual se mostró en el plan experimental. Las variables independientes (ver Tabla 4.14) como: la longitud, ancho de calzada, número de carriles, ancho de aceras, ancho de carriles, densidad de objetos laterales por cada 100 metros y presencia de acera serán relacionadas con las variables dependientes.

Tabla 4.14 Características geométricas de los tramos y densidad de objetos en rectas antes de llegar a intersecciones semaforizadas

Tramo	Longitud (m)	Ancho de calzada (m)	# de carriles	Ancho de aceras (m)		Ancho de carriles (m)	Densidad de objetos por cada 100 m (u/m)	Presencia de acera
				Derecha	Izquierda			
1	100,7	7	2	2,6	3	3,5	18,9	2
2	110,1	8	2	1,7	1,6	4	11,8	2
3	99,6	9	2	3	1,6	2,9	23,1	2
4	113,3	9,5	2	1,5	1,5	2,7	5,3	2
5	118,7	9,1	3	1,4	4	2,9	19,4	2
6	100,2	9,1	3	7,5	4,2	2,9	16,0	2
7	120,7	9,1	3	7,5	4	2,9	19,1	2
8	94,3	9,1	3	7,4	4,1	2,9	22,3	2
9	113,4	9,1	3	7,5	4	2,9	19,4	2
10	121,2	9,1	3	7,2	4	2,9	17,3	2
11	110,1	9,1	3	7,3	4	2,9	29,1	2
12	109,8	10	3	0	4	2,9	23,7	1

Elaboración: El autor

Las variables de los objetos laterales cada 100 metros de la calle se estimaron mediante el conteo en los videos registrados que se obtuvieron de todos los recorridos tal como se muestra en la ecuación 4.2. La densidad de objetos incluye los objetos laterales en las calles como: postes de luz, árboles y señales de tránsito.

$$D = \frac{\text{Objetos existentes en el tramo}}{\text{Longitud del tramo}} * 100$$

4.3 Resultados del procesamiento de datos de las encuestas

Los conductores respondieron dos encuestas: las cuales fueron ZQPK-50-cc que sirve para estimar los rasgos de personalidad y el MDSI-S que permite estimar el estilo de conducción de cada conductor. Estas encuestas se muestran en el Anexo 2.

4.3.1 Rasgos de personalidad

La encuesta ZQPK-50-cc está relacionada con la personalidad de cualquier individuo y presenta cinco rasgos: Agresión/Hostilidad (Agg-Host), Impulsividad/Búsqueda de sensaciones (ImpSS), Neurotismo/Ansiedad (N-Anx), Sociabilidad (Sy) y Actividad (Act). En la Figura 4.3 se muestran los resultados de esta encuesta para los 45 conductores.

Los resultados de los rasgos de personalidad de los conductores se muestran en la Tabla 4.15, en la cual se puede ver que la mayoría de conductores tuvieron el rasgo Impulsividad/Búsqueda de Sensaciones (ImpSS) con un 44,4%, seguido de Actividad (Act) con 42,2%, y las restantes presentaron porcentajes más bajos.

Tabla 4.15 Rasgos de personalidad de los conductores

Rasgos de personalidad	Porcentaje (%)
Impulsividad/Búsqueda de sensaciones (ImpSS)	44,4
Actividad (Act)	42,2
Agresión/Hostilidad (Agg-Host)	8,9
Neurotismo/Ansiedad (N-Anx)	2,2
Sociabilidad (Sy)	2,2

Elaboración: El autor

En la Figura 4.3 se visualizan los rasgos de personalidad de los conductores en donde en el eje de las abscisas está el rango de puntuación de 0 a 10, y en el eje de las ordenadas se encuentra el valor de cada rango para cada conductor.



Figura 4.3 Resultados del test ZQPK-50-cc que estima los rasgos de personalidad de los conductores
 Elaboración: El autor

4.3.2 Estilos de conducción

Asimismo la encuesta MDSI-S está relacionada con el estilo de conducción de los conductores. Esta encuesta presenta seis estilos: de riesgo y alta velocidad, disociativo, agresivo, cordial y prudente, ansioso y de reducción de estrés. Cada pregunta del cuestionario se valora de 1 a 6, correspondiendo a 1 nada y 6 a mucho. En la Figura 4.4 se muestra los resultados de esta encuesta para los 45 conductores.

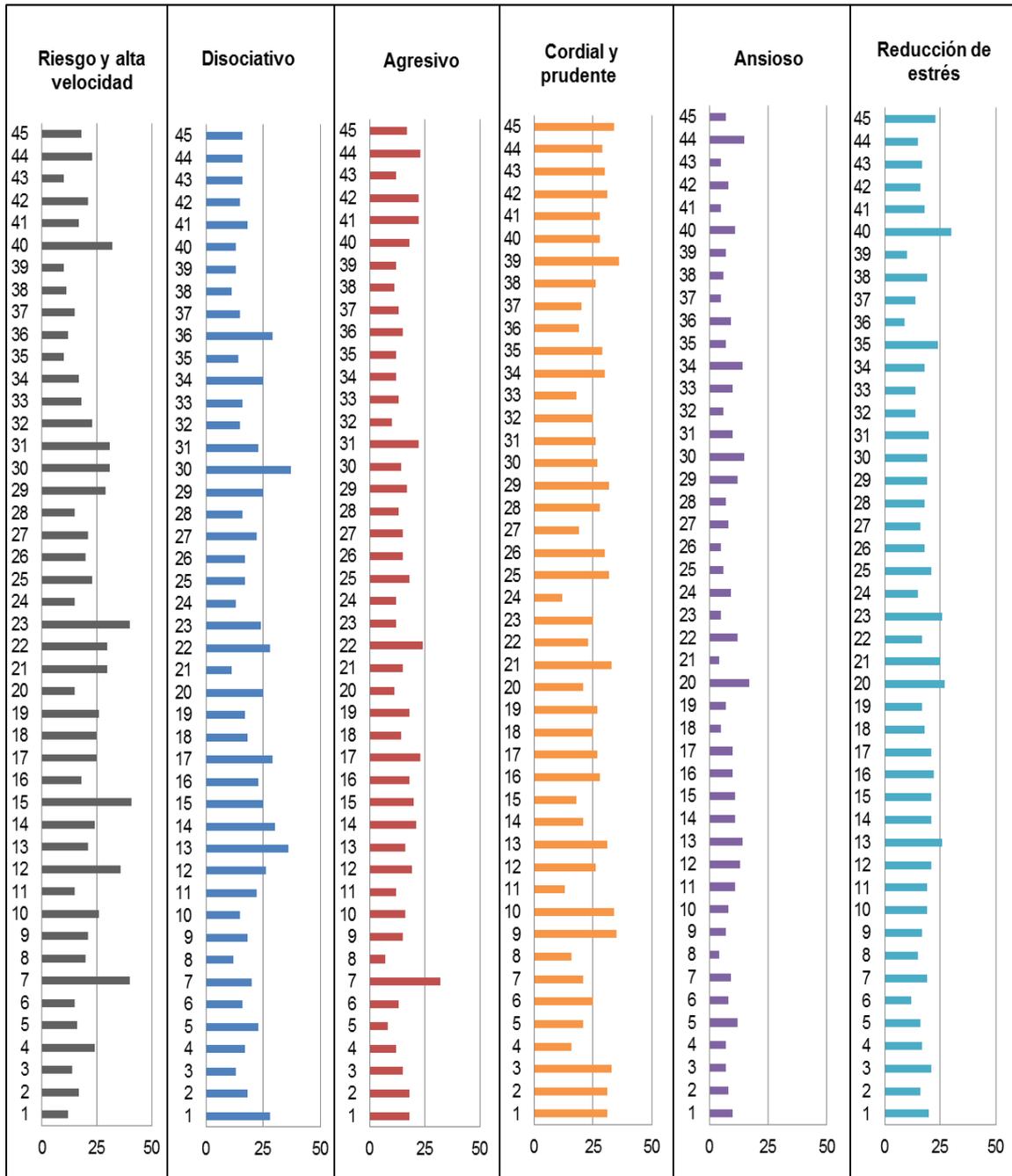


Figura 4.4 Resultados del test MDSI-S de los estilos de conducción de los conductores
 Elaboración: El autor

Los resultados de los estilos de conducción se muestran en la Tabla 4.16 en la cual el estilo cordial y prudente presentó el mayor porcentaje (53,3%); mientras que, el estilo agresivo presentó el porcentaje más bajo (1,3%).

Tabla 4.16 Estilos de conducción de los conductores en estudio

Estilos de conducción	%
Estilo cordial y prudente	53,3
Estilo de riesgo y alta velocidad	26,7
Estilo disociativo	17,8
Estilo de reducción de estrés	2,2
Estilo agresivo	1,3

Elaboración: El autor

4.4 Resumen y conclusiones

En este capítulo se mostró el procesamiento de datos de las variables dependientes y las variables independientes que se utilizarán en el próximo capítulo: Análisis de los patrones de comportamiento. También se mostró las características medidas de los tramos y el número de recorridos para cada luz del semáforo y el procesamiento de datos de las encuestas respondidas por los participantes.

El procesamiento de datos de las variables dependientes consistió en visualizar y transformar archivos de toda la información recolectada por el equipo GPS Garmin Dash Cam™ 20. A partir de esto se pudo obtener las distancias de todos los recorridos, las cuales sirvieron para calcular las velocidades, aceleraciones y desaceleraciones. Seguidamente se generaron perfiles de velocidad para cada tramo (Total 540 perfiles). Luego se clasificaron según la luz del semáforo. Finalmente se eliminaron todos los perfiles que no estaban en flujo libre.

Con esa nueva base de datos para cada luz del semáforo, se obtuvieron para cada tramo el percentil 85, la media y la desviación estándar de la velocidad, de la aceleración y de la desaceleración. Además se obtuvo la aceleración y desaceleración con respecto a la velocidad inicial y final (en rangos de 5 Km/h de la velocidad de cada conductor).

Por otro lado, se recolectaron y procesaron los datos de las variables independientes tales como: la longitud, ancho de calzada, número de carriles, ancho de aceras, ancho de carril, densidad de objetos laterales cada 100 metros y presencia de acera.

Finalmente, se obtuvieron los resultados de los 45 conductores encuestados, a los cuales se les pidió que contestaran dos encuestas, una relacionada con los rasgos de personalidad (ZQPK-50-cc), el cual la Impulsividad/Búsqueda de Sensaciones (ImpSS) con 44,4% y Actividad (Act) con 42,2% fueron predominantes. La otra estuvo relacionada con los estilos de conducción (MDSI-S), en donde la mayoría de conductores tuvieron un estilo cordial y prudente (53,3%), luego estuvo el de riesgo y alta velocidad con 26,7%.

5. ANÁLISIS DE PATRONES DE COMPORTAMIENTO

En este capítulo se muestra el análisis de patrones de comportamiento para los tres estados del semáforo: verde, amarillo y rojo. El objetivo de este capítulo es determinar las variables que más influyeron en la elección de la velocidad, aceleración y desaceleración. Aquí se analizó la relación del percentil 85 de la velocidad, la velocidad media, la desviación estándar de la velocidad, el percentil 85 de la aceleración, la aceleración media, la desviación estándar de la aceleración, el percentil 85 de la desaceleración, la desaceleración media, la desviación estándar de la desaceleración, con las variables independientes mostradas anteriormente. Asimismo se relaciona la aceleración y desaceleración con la velocidad inicial y final de cada conductor. Todos estos análisis fueron realizados mediante regresión lineal utilizando el software Minitab 14.2 (Minitab, 2005).

5.1 Análisis de patrones de comportamiento del conductor y del vehículo

A todos los conductores después de terminar el recorrido del circuito se les pidió que respondieran a dos test relacionados con el estilo de conducción (MDSI-S) y rasgos de personalidad (ZQPK-50-cc) con la finalidad de conocer la relación que existe con las variables dependientes. Esto se muestra a continuación.

5.1.1 Estilos de conducción

Se relacionó los resultados de los seis estilos de los 45 conductores con la máxima, la media y la desviación estándar de la velocidad, de la aceleración y de la desaceleración. En cada relación se realizó un análisis de regresión simple y se colocó el coeficiente de determinación (R^2). Esto se hizo con el fin de conocer si existía relación estadística entre ambas variables. A manera de ejemplo en las Figuras 5.1 hasta 5.6 se muestra la velocidad máxima versus cada estilo de conducción. Los estilos de conducción no fueron estadísticamente significativos para la velocidad, aceleración y desaceleración por lo que se descartan y no intervendrán en el proceso de calibración de modelos.

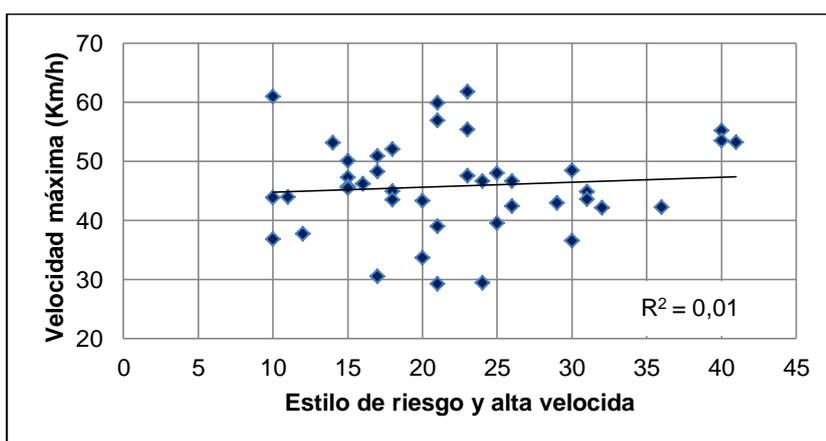


Figura 5.1 Relación del estilo de riesgo y alta velocidad con velocidad máxima
Elaboración: El autor

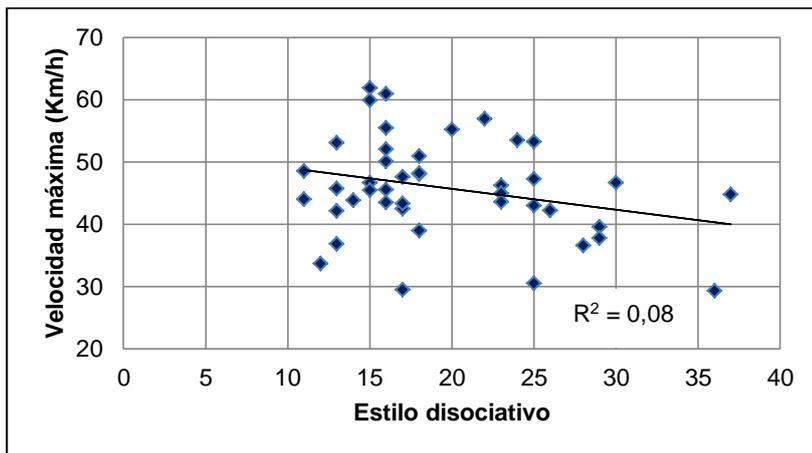


Figura 5.2 Relación del estilo disociativo con velocidad máxima
Elaboración: El autor

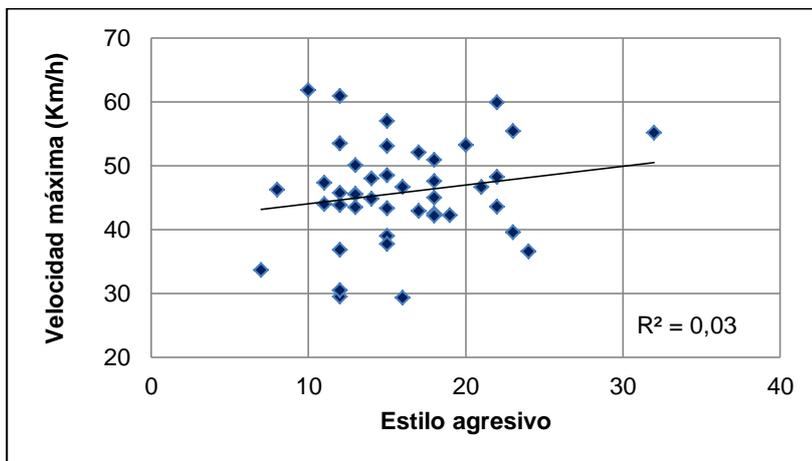


Figura 5.3 Relación del estilo agresivo con velocidad máxima
Elaboración: El autor

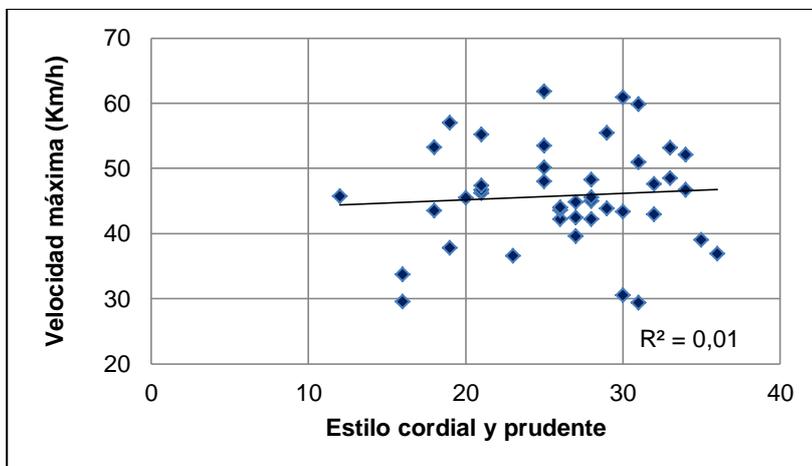


Figura 5.4 Relación del estilo cordial y prudente con velocidad máxima
Elaboración: El autor

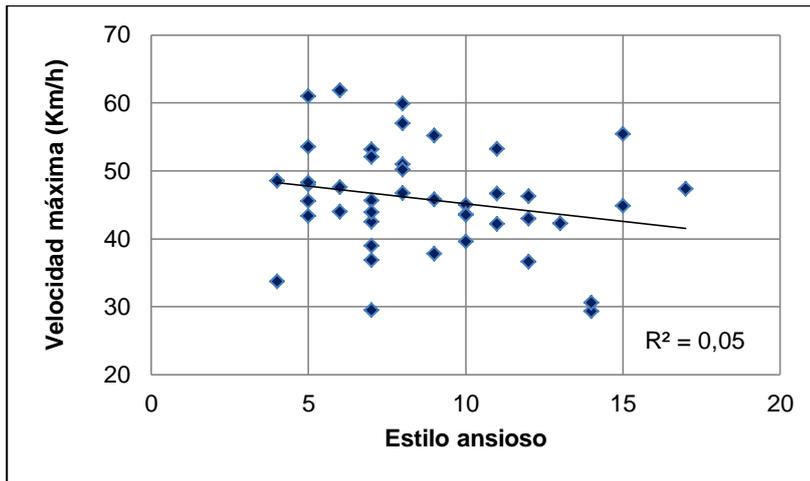


Figura 5.5 Relación del estilo ansioso con velocidad máxima
Elaboración: El autor

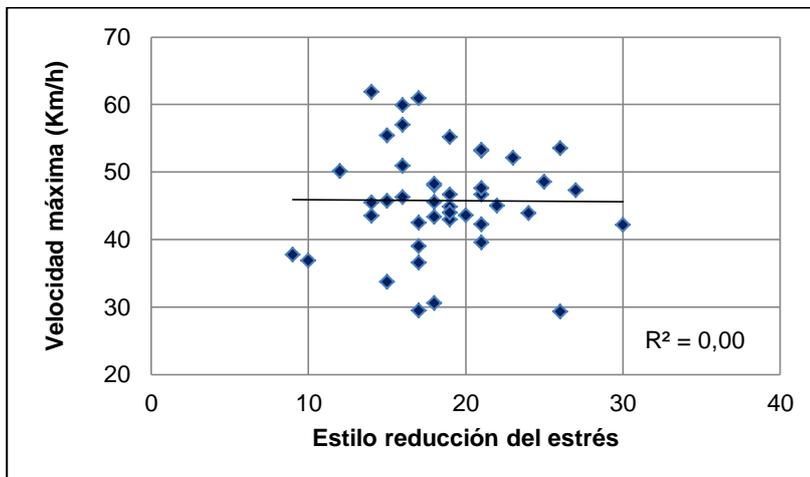


Figura 5.6 Relación del estilo reducción del estrés con velocidad máxima
Elaboración: El autor

5.1.2 Rasgos de personalidad

Los rasgos de personalidad (ZQPK-50-cc) tampoco fueron estadísticamente significativos con la velocidad, aceleración y desaceleración, por lo que también fueron descartados. A manera de ejemplo en las Figuras 5.7 a la 5.11 se muestra la relación gráfica de la velocidad máxima versus los rasgos de personalidad.

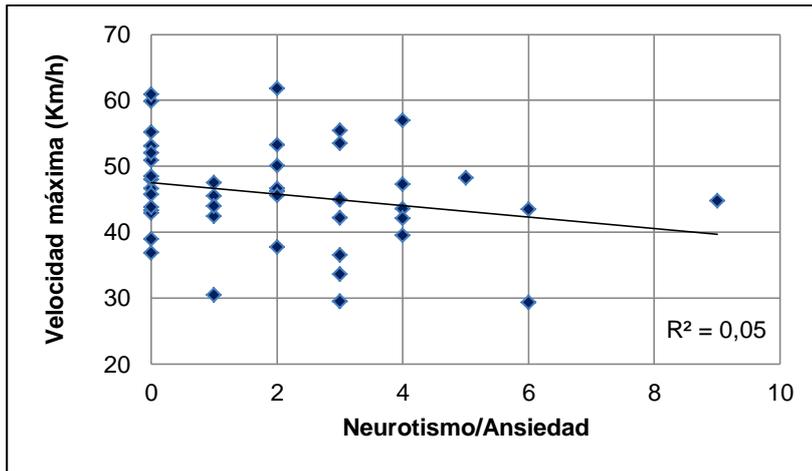


Figura 5.7 Relación de Neurotismo/Ansiedad con velocidad máxima
Elaboración: El autor

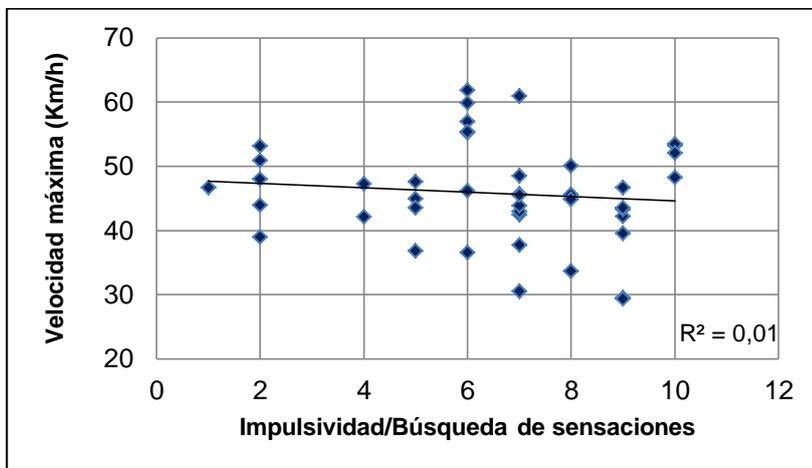


Figura 5.8 Relación de Impulsividad/Búsqueda de sensaciones con velocidad máxima
Elaboración: El autor

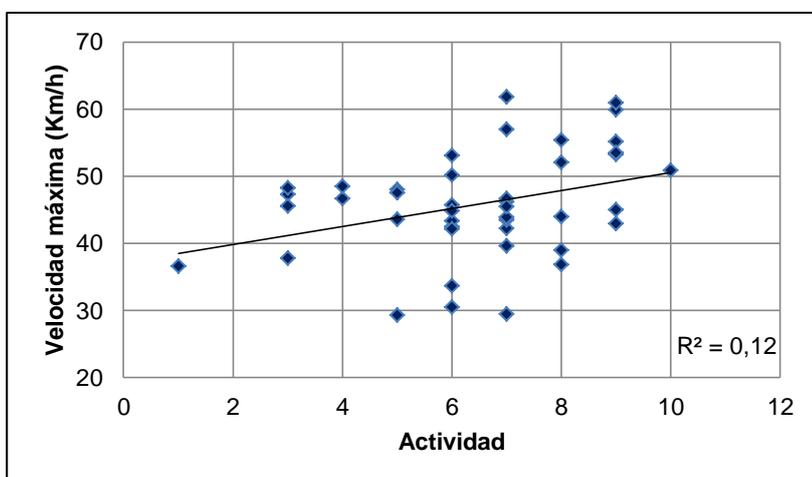


Figura 5.9 Relación de actividad con velocidad máxima
Elaboración: El autor

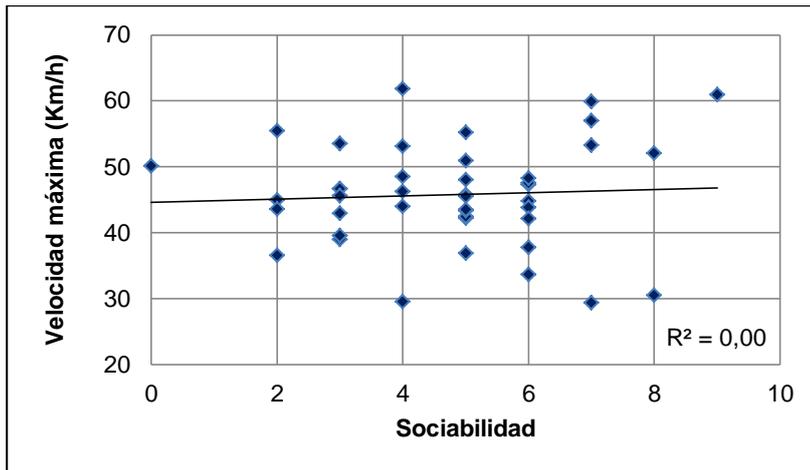


Figura 5.10 Relación de sociabilidad con velocidad máxima
Elaboración: El autor

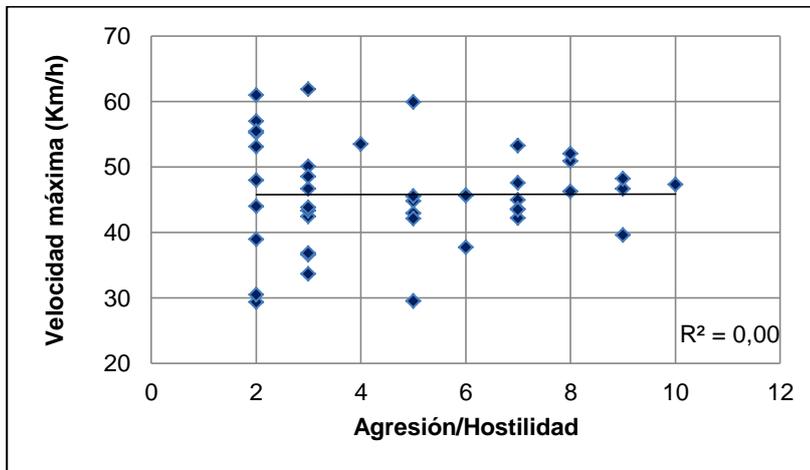


Figura 5.11 Relación de Agresión/Hostilidad con velocidad máxima
Elaboración: El autor

En la encuesta también se incluyeron preguntas relacionadas al conductor: género, edad y experiencia, y con el vehículo: cilindraje, tipo, marca y modelo. Asimismo con una relación lineal y con el coeficiente de determinación se comprobó que no existe una relación alta entre ambas variables dado que los valores tienden más a cero que a uno y los puntos se encontraron muy dispersos alrededor de la línea de tendencia, tal como se muestra en las Figuras 5.12 a la 5.18, por lo tanto, no son estadísticamente significativas, y no se las incluirá en los modelos de predicción.

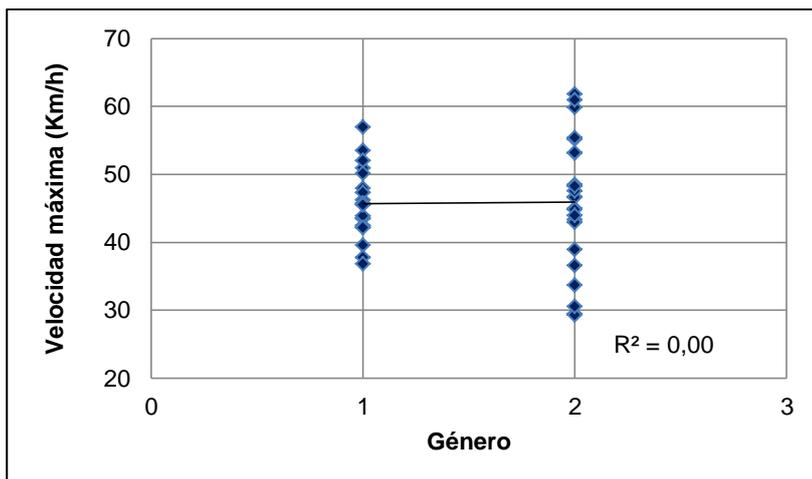


Figura 5.12 Relación de género con velocidad máxima
Elaboración: El autor

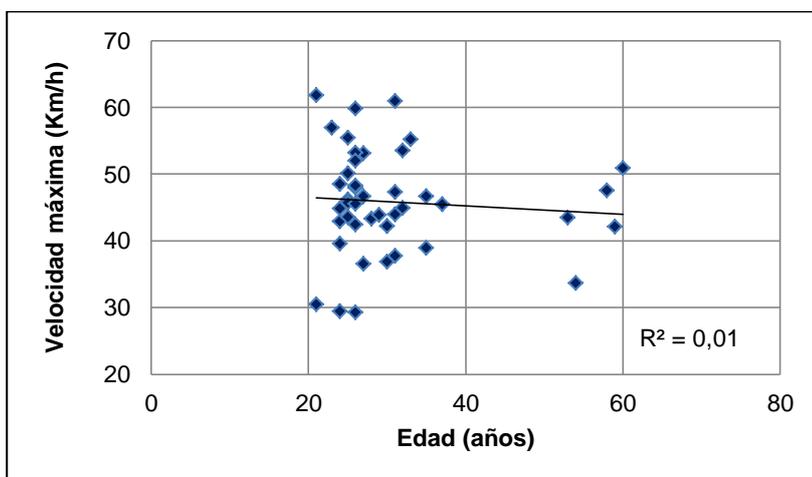


Figura 5.13 Relación de edad con velocidad máxima
Elaboración: El autor

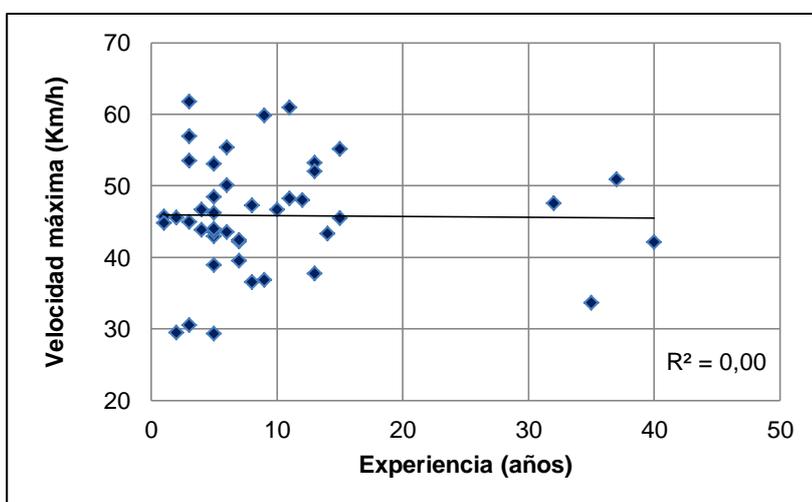


Figura 5.14 Relación de experiencia con velocidad máxima
Elaboración: El autor

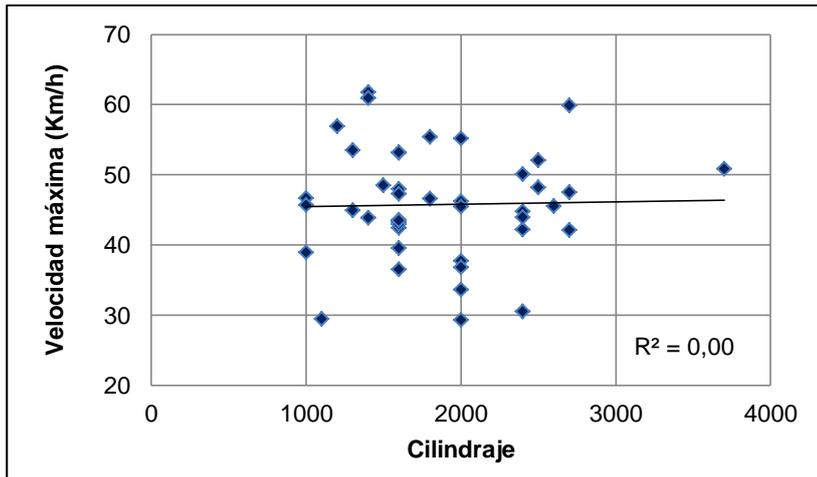


Figura 5.15 Relación de cilindraje con velocidad máxima
Elaboración: El autor

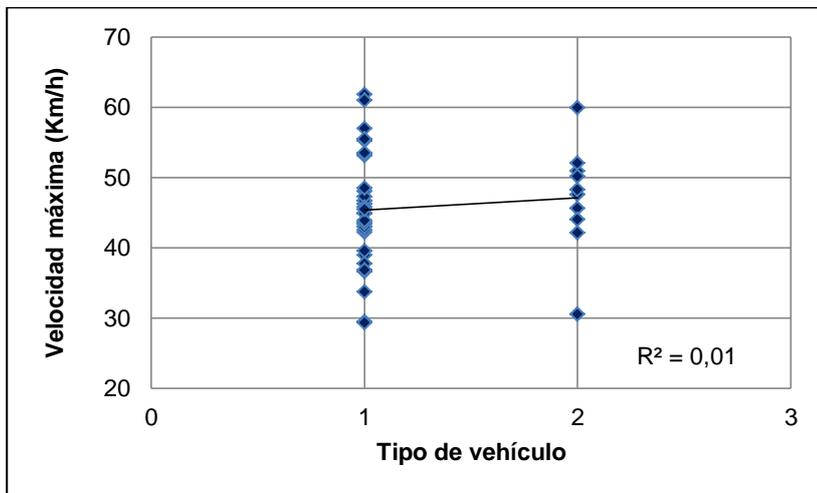


Figura 5.16 Relación de tipo de vehículo con velocidad máxima
Elaboración: El autor

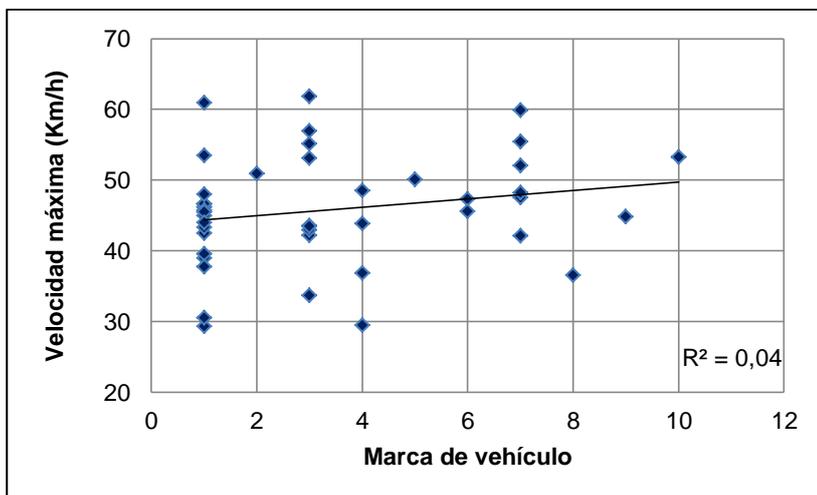


Figura 5.17 Relación de marca de vehículo con velocidad máxima
Elaboración: El autor

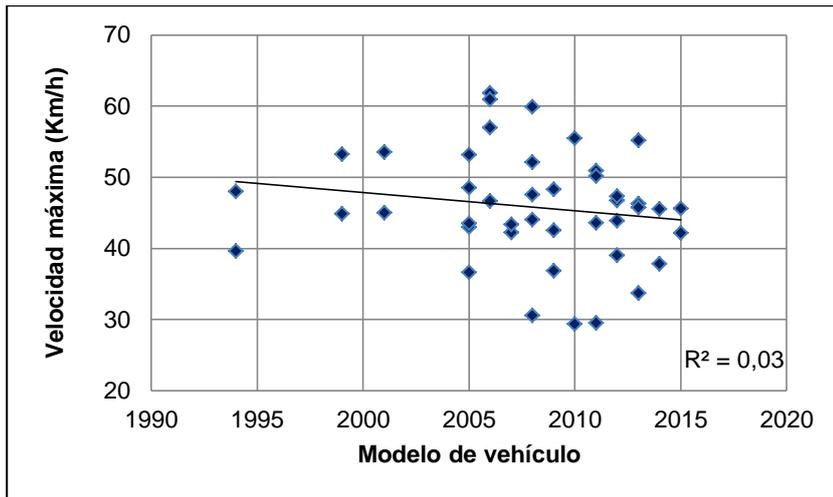


Figura 5.18 Relación de modelo de vehículo con velocidad máxima
Elaboración: El autor

5.2 Análisis de patrones de comportamiento de la velocidad

Para cada luz del semáforo se hizo un análisis de las variables dependientes relacionadas a la velocidad con cada una de las variables independientes. Se utilizó el valor p para determinar si la relación era estadísticamente significativa, el cual fue obtenido mediante el programa estadístico MINITAB 14.2 (Minitab, 2005). Las variables que resultaron estadísticamente significativas fueron las siguientes: con semáforo en luz verde, el ancho del carril con el percentil 85 de la velocidad y la velocidad media. Asimismo, en luz roja, la densidad de objetos cada 100 metros con el percentil 85 de la velocidad, en cambio ninguna variable fue estadísticamente significativa con luz amarilla, en donde los valores p fueron mayores a 0.05. En las Figuras 5.19 a la 5.21 se observan los diagramas de dispersión entre las variables independientes y dependientes en donde se muestran los coeficientes de determinación. Además en la Tabla 5.1 se muestran los valores p calculados de la velocidad para cada luz del semáforo, los cuales indicaron el nivel de significancia de las variables relacionadas.

En lo correspondiente a la luz verde en las Figuras 5.19 y 5.20 los anchos de carriles fueron estadísticamente significativos con el percentil 85 y media de la velocidad, pero considerando la falta de un rango más amplio de anchos de carril, esta variable no será tomada en cuenta y se sugiere que sea estudiada con mayor detenimiento en otra investigación.

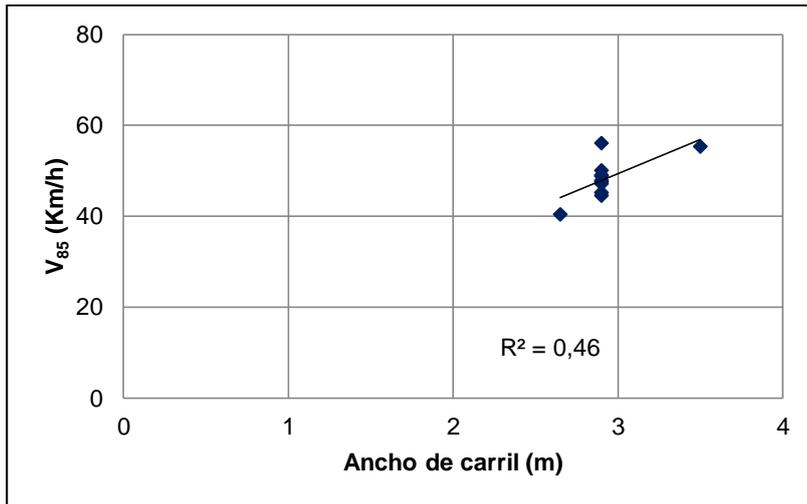


Figura 5.19 Relación del ancho de carril con el percentil 85 de la velocidad en luz verde
 Elaboración: El autor

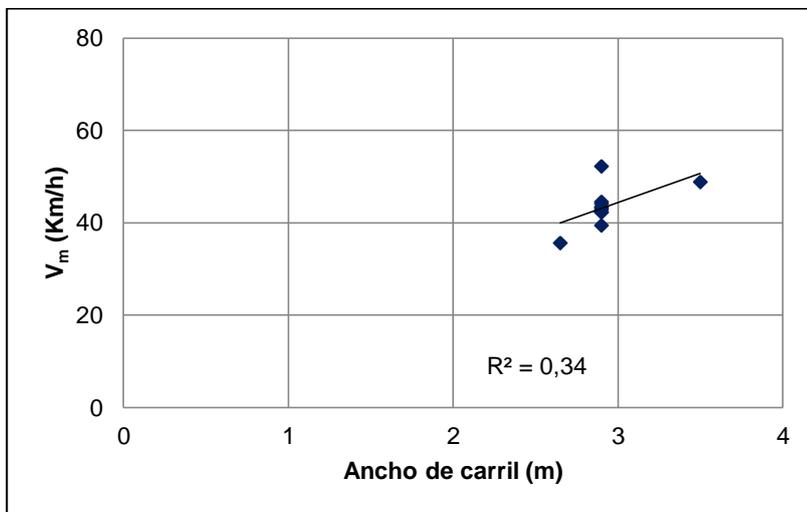


Figura 5.20 Relación del ancho de carril con la velocidad media en luz verde
 Elaboración: El autor

Por otro lado, cuando la luz estuvo en rojo se observa en la Figura 5.21 que la variable densidad de objetos cada 100 metros resultó significativa con el percentil 85 de la velocidad. Las observaciones se ajustaron a la línea de tendencia, y el coeficiente de determinación fue de 0,49.

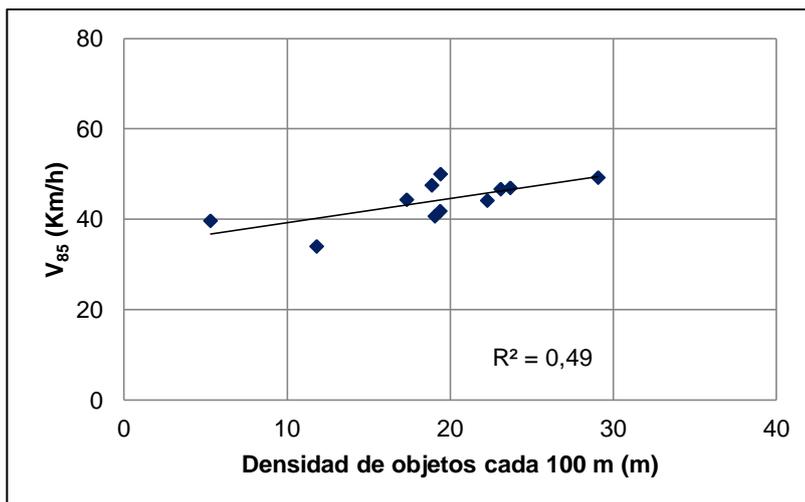


Figura 5.21 Relación de densidad de objetos con el percentil 85 de la velocidad en luz roja
Elaboración: El autor

Tabla 5.1 Valores p de las variables independientes versus la velocidad para cada luz del semáforo

Variables	Valores p								
	Luz verde			Luz roja			Luz amarilla		
	V ₈₅	V _m	V _{DE}	V ₈₅	V _m	V _{DE}	V ₈₅	V _m	V _{DE}
Longitud (m)	0,338	0,318	0,155	0,440	0,709	0,892	0,117	0,178	0,815
Ancho de calzada (m)	0,058	0,164	0,614	0,730	0,851	0,902	0,907	0,913	0,251
Número de carriles	0,339	0,371	0,308	0,286	0,467	0,658	0,429	0,488	0,813
Ancho de acera derecha (m)	0,985	0,780	0,518	0,154	0,625	0,414	0,422	0,497	0,642
Ancho de acera izquierda (m)	0,698	0,628	0,123	0,136	0,237	0,447	0,116	0,142	0,629
Ancho de carril (m)	0,022*	0,056*	0,186	0,177	0,363	0,848	0,373	0,349	0,141
Densidad de objetos	0,123	0,059	0,076	0,035	0,220	0,481	0,284	0,282	0,408
Presencia de acera	0,868	0,824	0,404	0,556	0,266	0,143	0,700	0,629	0,696

V₈₅: Percentil 85 de la velocidad
V_m: Velocidad media
V_{DE}: Desviación estándar de la velocidad
* : Valor p que resultó de la relación de variables que fueron significativas, pero que los puntos no presentaron una tendencia en toda la línea

Elaboración: El autor

5.3 Análisis de patrones de comportamiento de la aceleración

De igual manera, tal como se analizaron los patrones de comportamiento de la velocidad, también se analizaron las variables dependientes: el percentil 85 de la aceleración (a_{85}), aceleración media (a_m) y la desviación estándar de la aceleración (a_{DE}) con las variables independientes para cada luz del semáforo.

Igualmente se utilizó el valor p, calculado con el MINITAB 14.2 (Minitab, 2005) para determinar si la relación esta estadísticamente significativa. Los valores estadísticamente más significativos fueron: el ancho de acera izquierda con el percentil 85 de aceleración y la

aceleración media, la densidad de objetos con el percentil 85 de la aceleración; y la velocidad inicial con el percentil 85 de la aceleración y la aceleración media. Se encontraron estas relaciones cuando la luz estuvo en verde. De igual manera, cuando la luz estuvo en rojo resultó estadísticamente significativa la velocidad inicial con el percentil 85 de la aceleración y la aceleración media. Sin embargo, no se obtuvo ninguna relación cuando la luz estuvo en amarillo en donde los valores p fueron mayores a 0.05. Todos los valores p se pueden ver en la Tabla 5.2.

En las Figuras 5.22 a la 5.28 se observan las correlaciones entre las variables independientes y dependientes en donde se muestran los coeficientes de determinación.

Aunque en las Figuras 5.22 y 5.23 el ancho de acera izquierda resultó estadísticamente significativo con el percentil 85 y la media de la aceleración, sin embargo no tiene lógica, dado que no deberían tener una relación tan alta. Entonces esta variable no será utilizada en la calibración de modelos.

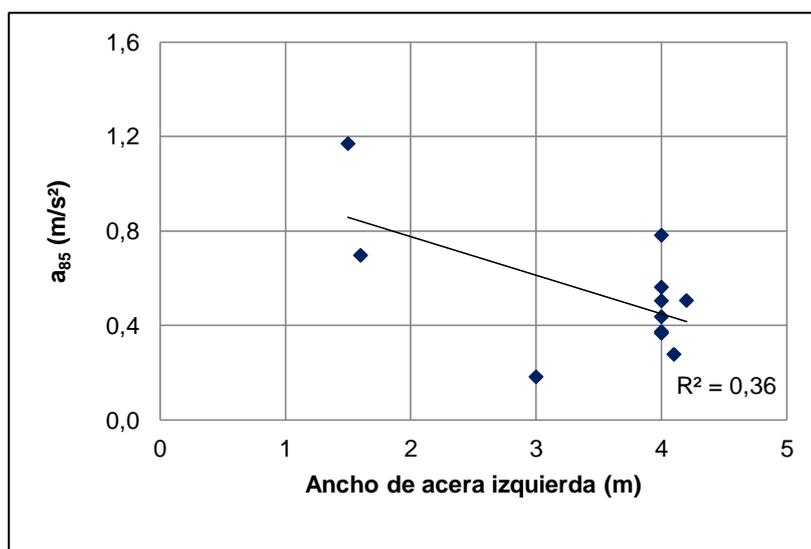


Figura 5.22 Relación del ancho de acera izquierda versus el percentil 85 de la aceleración en luz verde

Elaboración: El autor

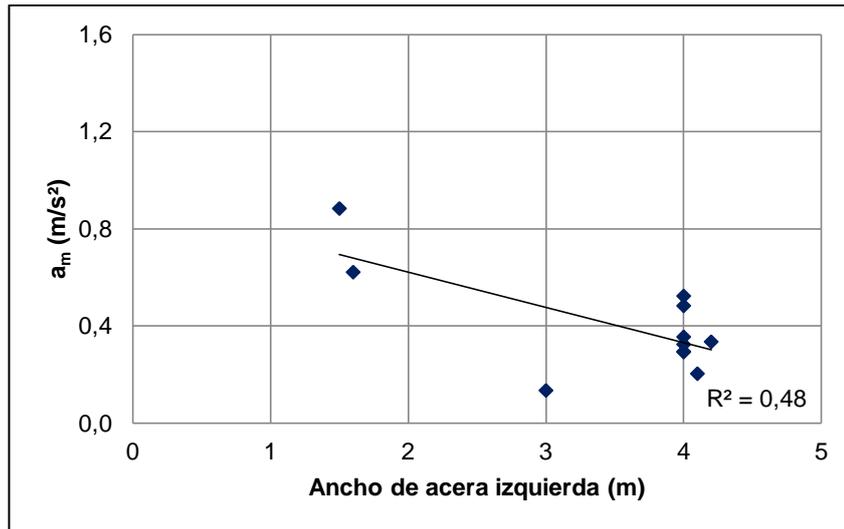


Figura 5.23 Relación del ancho de acera izquierda versus la aceleración media en luz verde
Elaboración: El autor

Igualmente, cuando la luz del semáforo estuvo en verde (Figura 5.24) la variable densidad de objetos resultó significativa con el percentil 85 de la aceleración, dado que las observaciones estuvieron cerca de la línea de tendencia y por consiguiente el coeficiente de determinación fue de 0,41.

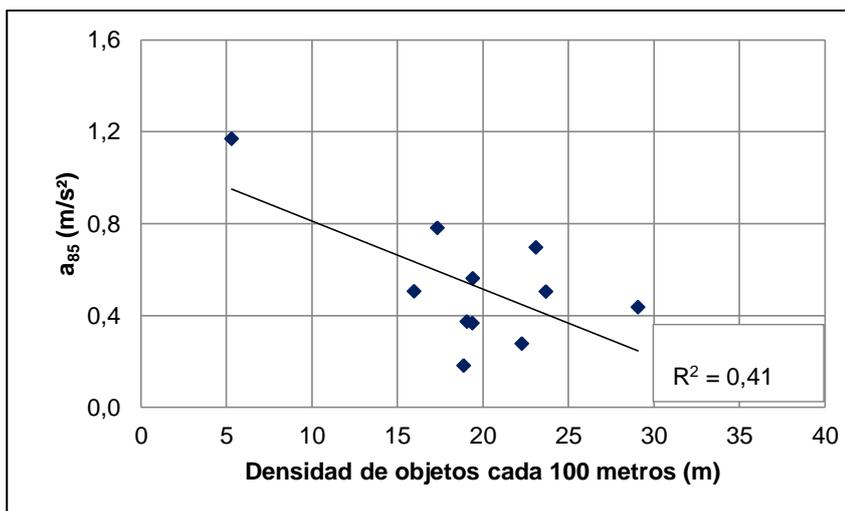


Figura 5.24 Relación de la densidad de objetos cada 100 metros versus el percentil 85 de aceleración en luz verde
Elaboración: El autor

Cuando el semáforo estuvo en luz verde y roja (las figuras 5.25 a la 5.28) resultó estadísticamente significativa la velocidad inicial con el percentil 85 de la aceleración y la aceleración media. Por lo tanto los coeficientes de determinación fueron altos.

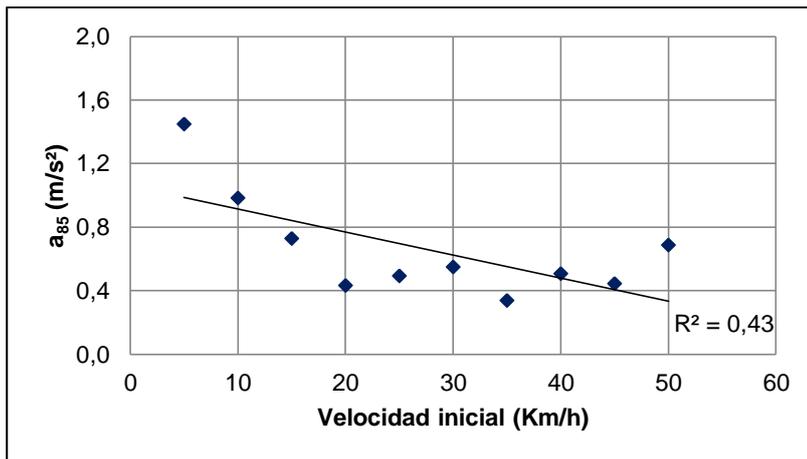


Figura 5.25 Relación de la velocidad inicial versus el percentil 85 de la aceleración en luz verde
Elaboración: El autor

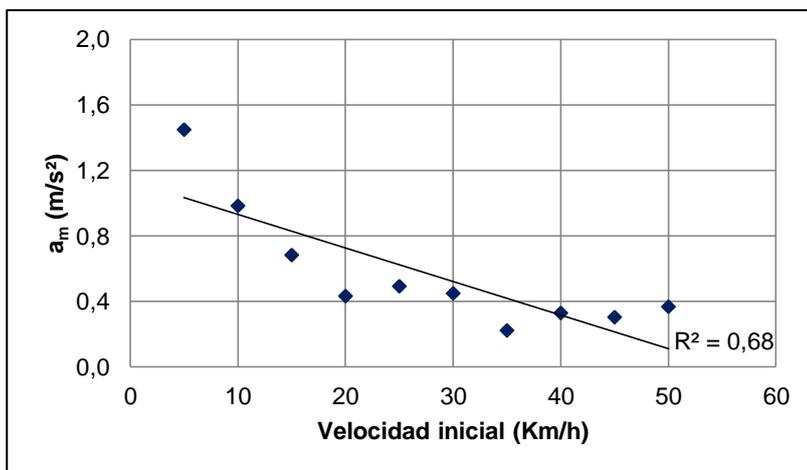


Figura 5.26 Relación de la velocidad inicial versus la aceleración media en luz verde
Elaboración: El autor

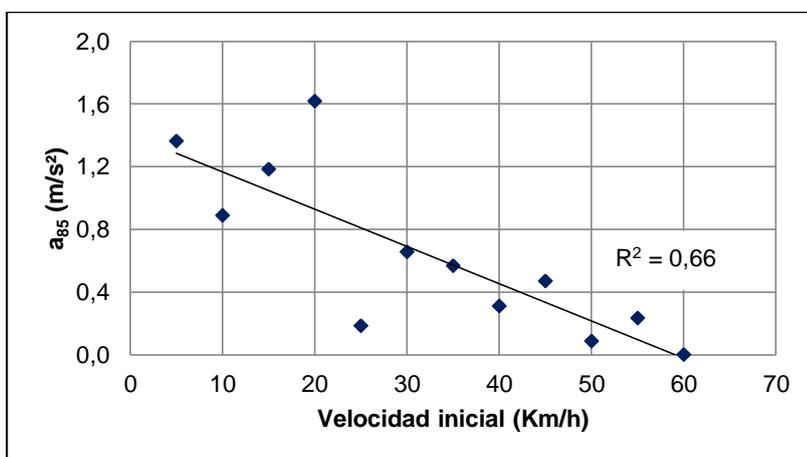


Figura 5.27 Relación de la velocidad inicial versus el percentil 85 de la aceleración en luz roja
Elaboración: El autor

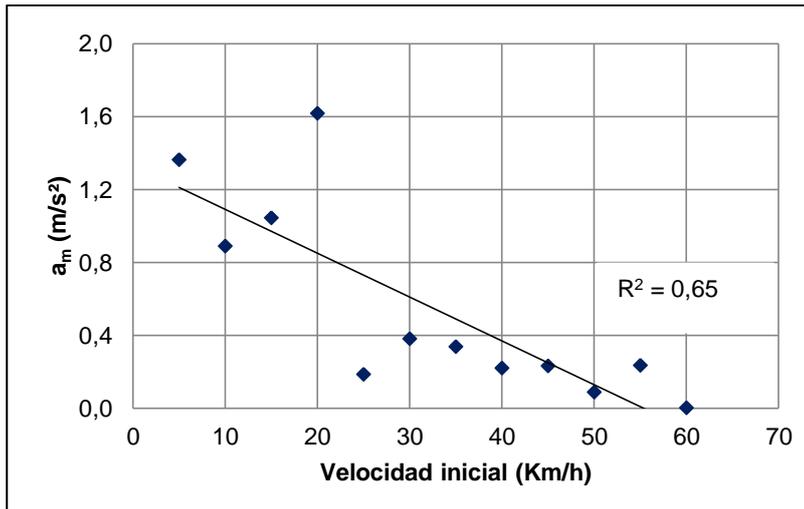


Figura 5.28 Relación de la velocidad inicial versus la aceleración media en luz roja
Elaboración: El autor

Tabla 5.2 Valores p de las variables independientes versus la aceleración para cada luz del semáforo

Variables	Valores p								
	Luz verde			Luz roja			Luz amarilla		
	a ₈₅	a _m	a _{DE}	a ₈₅	a _m	a _{DE}	a ₈₅	a _m	a _{DE}
Longitud (m)	0,377	0,450	0,082	0,599	0,566	0,690	0,205	0,356	0,451
Ancho de calzada (m)	0,139	0,166	0,150	0,228	0,230	0,376	0,411	0,396	0,735
Número de carriles	0,286	0,188	0,866	0,450	0,400	0,835	0,487	0,647	0,513
Ancho de acera derecha (m)	0,480	0,382	0,743	0,349	0,332	0,561	0,431	0,543	0,423
Ancho de acera izquierda (m)	0,049*	0,019*	0,432	0,203	0,178	0,517	0,662	0,881	0,696
Ancho de carril (m)	0,024*	0,028*	0,425	0,099	0,098	0,226	0,254	0,207	0,598
Densidad de objetos (m)	0,045	0,056	0,062	0,208	0,132	0,904	0,938	0,885	0,808
Presencia de acera	0,908	0,813	0,952	0,538	0,587	0,373	0,600	0,466	0,735
Velocidad inicial (Km/h)	0,039	0,004	0,058	0,001	0,002	0,714	0,136	0,110	0,651

a₈₅: Percentil 85 de la aceleración

a_m: Aceleración media

a_{DE}: Desviación estándar de la aceleración

* : Valor p que resultó de la relación de variables que fueron significativas, pero que los puntos no presentaron una tendencia en toda la línea

Elaboración: El autor

5.4 Análisis de patrones de comportamiento de la desaceleración

En cada luz del semáforo se analizaron las variables dependientes: el percentil 85 de la desaceleración (a_{85}), desaceleración media (a_m) y la desviación estándar de la desaceleración (a_{DE}) con las variables independientes y se determinó el nivel de significancia entre ambas variables.

Para que la predicción del modelo sea aceptable, se utilizó el valor p para determinar si las variables tenían relación estadísticamente significativa mediante el programa estadístico

MINITAB 14.2 (Minitab, 2005). Se encontraron variables estadísticamente significativas, cuando el semáforo estuvo en verde, de acuerdo al siguiente detalle: el número de carriles con el percentil 85 de la desaceleración y la desaceleración media; el ancho de acera derecha con el percentil 85 de la desaceleración y la desaceleración media; y el ancho de acera izquierda con el percentil 85 de la desaceleración y la desaceleración media. Por otra parte, no se obtuvo ninguna correlación significativa cuando la luz estuvo en rojo y amarillo, donde los valores p fueron mayores a 0.05. En las Figuras 5.29 hasta 5.34 se observan las relaciones entre estas variables en donde se muestra el coeficiente de determinación. Además en la Tabla 5.3 se muestran los valores p calculados de la desaceleración para cada luz del semáforo, los cuales indicaron el nivel de significancia de las variables relacionadas.

Cuando el semáforo estuvo en luz verde (Figuras 5.29 y 5.30) se observó tendencias significativas en el número de carriles con el percentil 85 de la aceleración y la aceleración media, donde presentaron coeficientes de determinación altos, sin embargo se observa también mucha dispersión, posiblemente debido a que en este estudio ocho tramos fueron de tres carriles y tres tramos fueron de dos carriles. En la tabla 5.3 se muestran los valores p resultado de estas relaciones.

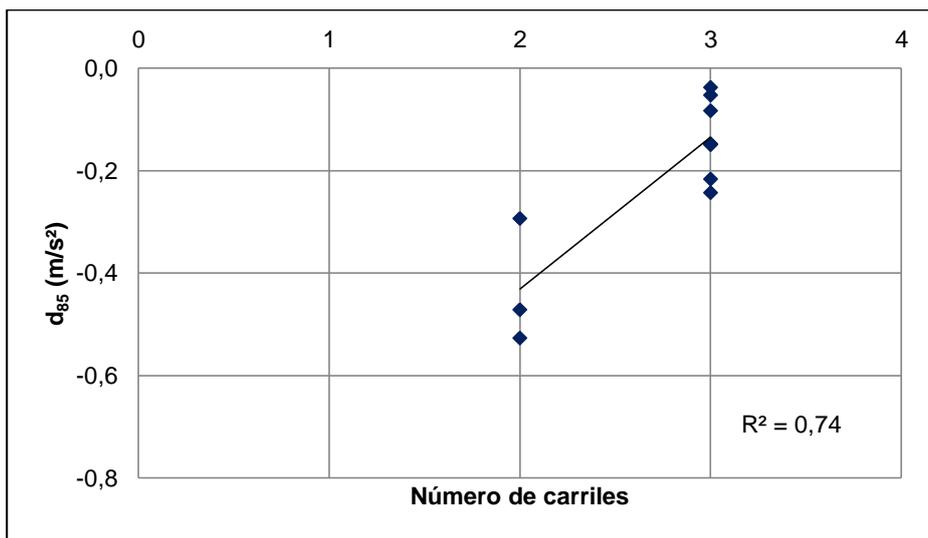


Figura 5.29 Relación del número de carriles versus el percentil 85 de la desaceleración en luz verde

Elaboración: El autor

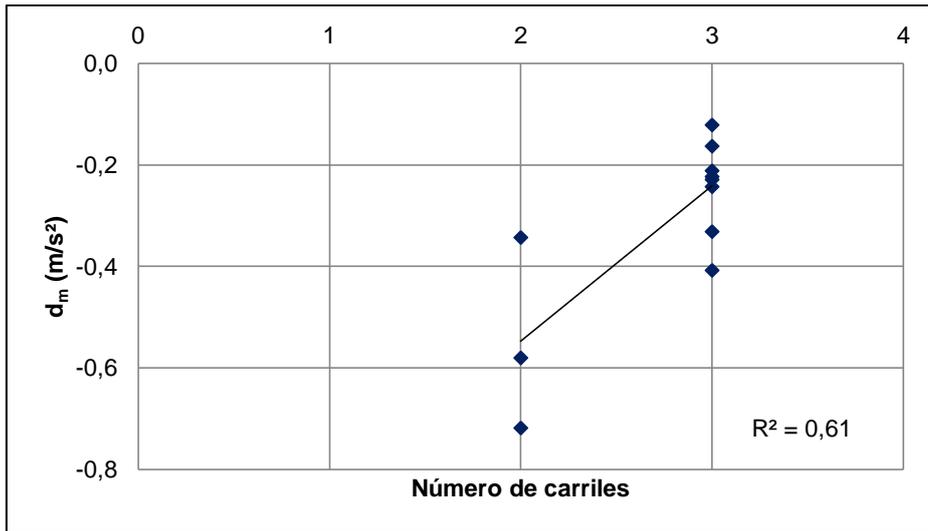


Figura 5.30 Relación del número de carriles versus la desaceleración media en luz verde
Elaboración: El autor

Asimismo, en luz verde, en las Figuras 5.31 y 5.32 se observa que resultó estadísticamente significativa el ancho de acera derecha con el percentil 85 de la desaceleración y la desaceleración media, sin embargo se presentó el mismo caso de las relaciones anteriores. Posiblemente debido a que en este estudio cuatro tramos presentaron anchos que tuvieron de 1 a 3 metros con desaceleraciones bajas y siete tramos que tuvieron de 7 a 8 metros con desaceleraciones altas. En la Tabla 5.3 se muestran los valores p de esas relaciones.

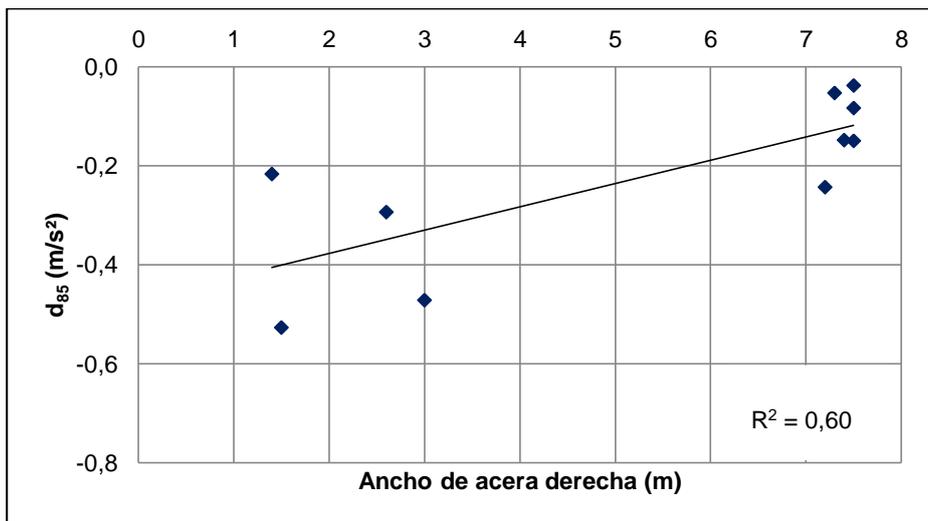


Figura 5.31 Relación del ancho de acera derecha versus el percentil 85 de la desaceleración en luz verde
Elaboración: El autor

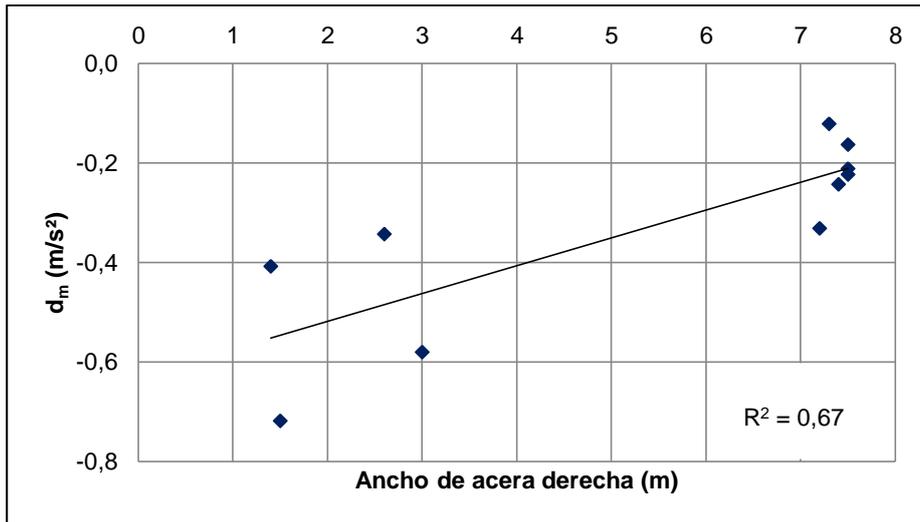


Figura 5.32 Relación del ancho de acera derecha versus la desaceleración media en luz verde

Elaboración: El autor

Por otro lado, en las Figuras 5.33 y 5.34 se observa que existe una alta relación entre: el ancho de acera izquierda con el percentil 85 de la desaceleración y la desaceleración media; sin embargo las observaciones se ubicaron en los extremos de la línea y solo un punto se ubicó en medio aumentando el R^2 . Esto posiblemente se deba a que en este estudio dos tramos presentaron anchos de aceras que tuvieron de 1 a 2 metros con desaceleraciones bajas; un tramo midió tres metros y presentó una desaceleración media; y siete tramos tuvieron entre 3 a 5 metros de ancho de acera con desaceleraciones altas. En la Tabla 5.3 se muestran los valores p obtenidas de estas relaciones.

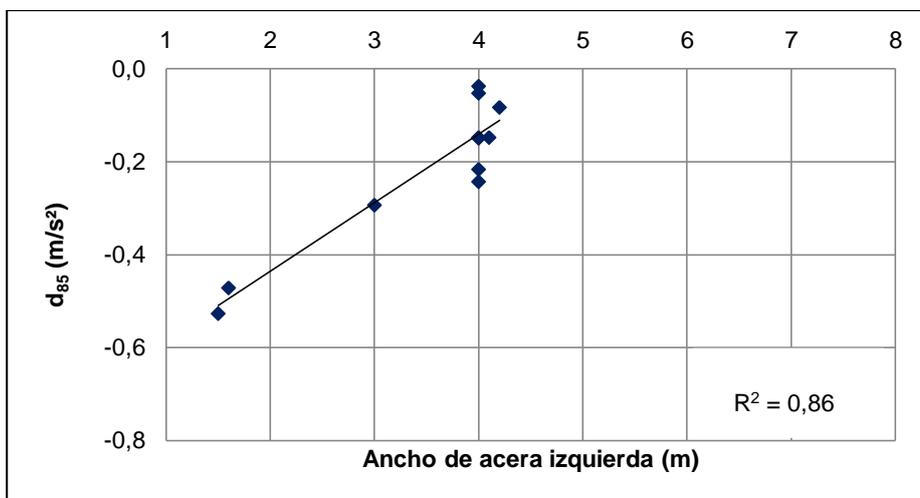


Figura 5.33 Relación del ancho de acera izquierda versus el percentil 85 de la desaceleración en luz verde

Elaboración: El autor

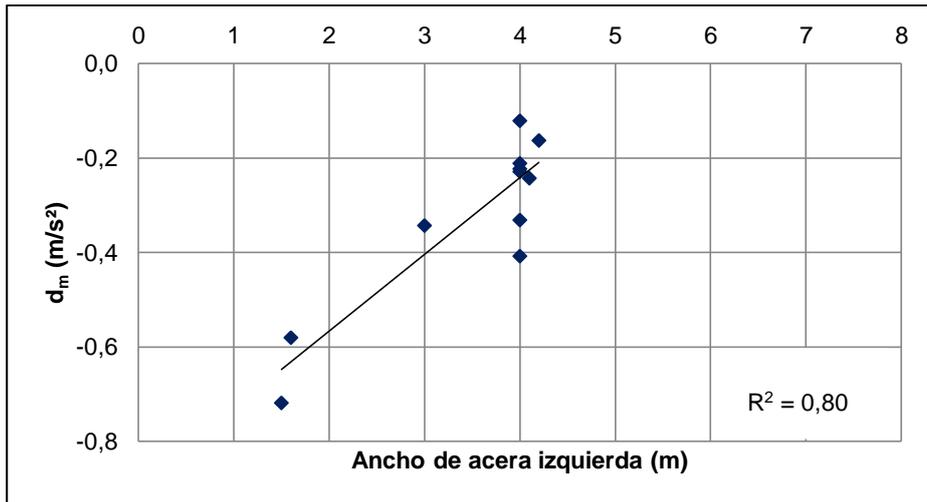


Figura 5.34 Relación del ancho de acera izquierda versus la desaceleración media en luz verde
Elaboración: El autor

Tabla 5.3 Valor p de las variables independientes versus la desaceleración para cada luz del semáforo

Variables	Valores de p								
	Luz verde			Luz roja			Luz amarilla		
	d85	dm	dDE	d85	dm	dDE	d85	dm	dDE
Longitud (m)	0,856	0,901	0,375	0,552	0,919	0,034	0,965	0,895	0,866
Ancho de calzada (m)	0,774	0,975	0,325	0,170	0,151	0,800	0,382	0,175	0,500
Número de carriles	0,001*	0,005*	0,970	0,184	0,365	0,721	0,514	0,945	0,688
Ancho de acera derecha (m)	0,008*	0,004*	0,533	0,983	0,357	0,707	0,390	0,407	0,283
Ancho de acera izquierda (m)	0,002*	0,003*	0,567	0,191	0,336	0,983	0,359	0,788	0,688
Ancho de carril (m)	0,761	0,478	0,177	0,232	0,193	0,758	0,242	0,258	0,688
Densidad de objetos	0,084	0,068	0,385	0,179	0,166	0,245	0,213	0,545	0,086
Presencia de acera	0,693	0,620	0,776	0,045	0,602	0,251	0,853	0,109	0,220
Velocidad final (Km/h)	0,101	0,106	0,114	0,167	0,158	0,153	0,881	0,855	0,864
Valores de p según:									
d85: Percentil 85 de la desaceleración									
dm: Desaceleración media									
dDE: Desviación estándar de la desaceleración									
* : Valor p que resultó de la relación de variables que fueron significativas, pero que los puntos no presentaron una tendencia en toda la línea									

Elaboración: El autor

5.5 Resumen y conclusiones

En este capítulo se analizaron los patrones de comportamiento de la velocidad, aceleración y desaceleración con variables relacionadas al conductor, vehículo, entorno y calle. Los conductores respondieron encuestas para determinar el estilo de conducción y rasgos de personalidad del conductor. Los estilos de conducción, rasgos de personalidad y otros datos del conductor se relacionaron con la velocidad, aceleración y desaceleración, como también

con las características del vehículo. Del análisis de resultados se determinó que estas variables no eran estadísticamente significativas para la velocidad, aceleración y desaceleración.

También se realizaron los análisis de patrones de comportamiento de las velocidades, las aceleraciones y las desaceleraciones, con las variables independientes: longitud de calle, ancho de calzada, número de carriles, ancho de acera derecha e izquierda, ancho de carril, densidad de objetos cada 100 metros y la presencia de acera. Así mismo se consideraron las velocidades iniciales y finales para relacionarlas con las aceleraciones y desaceleraciones.

Del análisis realizado se concluyó lo siguiente:

Velocidad

Cuando estuvo el semáforo en luz verde, el ancho del carril se relacionó con el percentil 85 de la velocidad y la velocidad media. Por otro lado cuando estuvo en rojo la densidad de objetos se relacionó con el percentil 85 de la velocidad.

Aceleración

Se encontraron relaciones significativas cuando la luz estuvo en verde de acuerdo al siguiente detalle: El ancho de acera izquierda versus el percentil 85 de aceleración y la aceleración media, la densidad de objetos con el percentil 85 de la aceleración; y la velocidad inicial con el percentil 85 de la aceleración y la aceleración media. De igual manera, cuando la luz estuvo en rojo resultó significativa la velocidad inicial con el percentil 85 de la aceleración y aceleración media.

Desaceleración

Se encontraron relaciones significativas cuando la luz estuvo en verde de acuerdo al siguiente detalle: Los números de carriles con el percentil 85 de la desaceleración y la desaceleración media; el ancho de acera derecha con el percentil 85 de la desaceleración y la desaceleración media; y el ancho de acera izquierda con el percentil 85 de la desaceleración y la desaceleración media.

6. CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN

En este capítulo se presenta la calibración y validación de los modelos de velocidad, aceleración y desaceleración para calles antes de intersecciones semaforizadas. Mediante un análisis de regresión se calibraron los modelos con las variables independientes que más se relacionaron con las variables dependientes. Para la validación de modelos se seleccionó un nuevo circuito de similares características al utilizado en la calibración. Asimismo en esta etapa se utilizaran varias medidas estadísticas como los errores de predicción. Por último se presenta un resumen y las principales conclusiones del capítulo.

6.1 Calibración de los modelos

Para la calibración de modelos se relacionaron la velocidad, la aceleración y desaceleración con las variables independientes encontradas en el capítulo anterior, con lo cual se generaron varios modelos; para ello se realizó un análisis de regresión lineal utilizando hojas electrónicas (Microsoft Office Excel, 2010) y MINITAB 14.2 (Minitab, 2005).

6.1.1 Modelos de velocidad

En la Tabla 6.1 para luz verde se muestran los valores del percentil 85 de velocidad, la velocidad media y desviación estándar para los tramos que estuvieron en un rango de 94 a 122 metros y de los cuales no se obtuvieron ecuaciones de predicción. Debido a que no hubo ninguna variable independiente con relación estadística aceptable. Asimismo los otros modelos para la luz roja y amarilla se muestran en la Tabla 6.2 y 6.3.

Tabla 6.1 Ecuaciones generales de predicción de la velocidad respecto a la luz verde

Rangos de tramos (m)	Ecuación de predicción	R ²	N° de Ecuación
94-122	$V_{85} = 52,72$	n/d	6.1
94-122	$V_m = 43,55$	n/d	6.2
94-122	$V_{DE} = 4,34$	n/d	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 n/d = No disponible R ² = Coeficiente de determinación			

Elaboración: El autor

En la Tabla 6.2 se muestra las ecuaciones de regresión calibradas para el percentil 85 de la velocidad en luz roja, y resultó estadísticamente significativa ($p=0,035$), con un coeficiente de determinación de 0,49. Además se muestra la velocidad media y la desviación estándar de la velocidad en una misma tabla.

Tabla 6.2 Ecuaciones generales de predicción de la velocidad respecto a la luz roja

Rangos de tramos (m)	Ecuación de predicción	R ²	N° de Ecuación
94-122	$V_{85} = 34 + 0,533 * D$	0,49	6.4
94-122	$V_m = 39,71$	n/d	6.5
94-122	$V_{DE} = 4,45$	n/d	6.6

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
n/d = No disponible
D = Densidad de objetos en m
R² = Coeficiente de determinación

Elaboración: El autor

Debido a que no se obtuvieron modelos de predicción respecto a la luz amarilla del semáforo, en la Tabla 6.3 se muestra el percentil 85, la media de la velocidad y la desviación estándar de la velocidad para calles urbanas en un rango de 94 a 122 metros.

Tabla 6.3 Ecuaciones generales de predicción de la velocidad respecto a la luz amarilla

Rangos de tramos (m)	Ecuación de predicción	R ²	N° de Ecuación
94-122	$V_{85} = 56,28$	n/d	6.7
94-122	$V_m = 43,31$	n/d	6.8
94-122	$V_{DE} = 9,82$	n/d	6.9

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
n/d = No disponible
R² = Coeficiente de determinación

Elaboración: El autor

6.1.2 Modelos de aceleración

En lo que respecta a la luz verde, se obtuvieron ecuaciones de predicción para el percentil 85 y la media de la aceleración relacionada con la velocidad inicial. También se determinó el percentil 85, la media y la desviación estándar de la aceleración, tanto para luz amarilla y roja. Los resultados se muestran en la Tabla 6.4, 6.5 y 6.6.

La velocidad al inicio del tramo para el percentil 85 y la media de la aceleración en luz verde, fue estadísticamente significativa, tal como se muestra en la Tabla 6.4.

Tabla 6.4 Ecuaciones generales de predicción de la aceleración respecto a la luz verde

Rangos de tramos (m)	Ecuación de predicción	R ²	N° de Ecuación
94-122	$a_{85} = 1,06 - 0,0145 * V_i$	0,44	6.10
94-122	$a_m = 1,13 - 0,0205 * V_i$	0,65	6.11

a_{85} = Percentil 85 de la aceleración en m/s²
 a_m = Aceleración media en m/s²
 a_{DE} = Desviación estándar de la aceleración en m/s²
 V_i = Velocidad inicial en Km/h
n/d = No disponible
R² = Coeficiente de determinación

Tabla 6.4. Ecuaciones generales de predicción de la aceleración respecto a la luz verde (continuación)

Rangos de tramos (m)	Ecuación de predicción	R ²	N° de Ecuación
94-122	$a_{DE} = 0,21$	n/d	6.12
a_{85} = Percentil 85 de la aceleración en m/s ² a_m = Aceleración media en m/s ² a_{DE} = Desviación estándar de la aceleración en m/s ² V_i = Velocidad inicial en Km/h n/d= No disponible R ² = Coeficiente de determinación			

Elaboración: El autor

En la Tabla 6.5 se muestran las ecuaciones del percentil 85 y la media de la aceleración, las cuales estuvieron relacionadas con la velocidad inicial, además se aprecia los coeficientes de determinación que resultaron altos. En la desviación estándar de la aceleración no se encontró ningún modelo por lo que se calculó el promedio de la desviación estándar de la aceleración.

Tabla 6.5 Ecuaciones generales de predicción de la aceleración respecto a la luz roja

Rangos de tramos (m)	Ecuación de predicción	R ²	N° de Ecuación
94-122	$a_{85} = 1,40 - 0,0237 * V_i$	0,66	6.13
94-122	$a_m = 1,33 - 0,0241 * V_i$	0,65	6.14
94-122	$a_{DE} = 0,32$	n/d	6.15
a_{85} = Percentil 85 de la aceleración en m/s ² a_m = Aceleración media en m/s ² a_{DE} = Desviación estándar de la aceleración en m/s ² V_i = Velocidad inicial en Km/h n/d= No disponible R ² = Coeficiente de determinación.			

Elaboración: El autor

Respecto a la luz amarilla, en la Tabla 6.6 se muestran los valores calibrados del percentil 85 de la aceleración, aceleración media y desviación estándar de la aceleración, debido a que no se encontraron modelos de predicción.

Tabla 6.6 Ecuaciones generales de predicción de la aceleración respecto a la luz amarilla

Rangos de tramos (m)	Ecuación de predicción	R ²	N° de Ecuación
94-122	$a_{85} = 0,55$	n/d	6.16
94-122	$a_m = 0,28$	n/d	6.17
94-122	$a_{DE} = 0,24$	n/d	6.18
a_{85} = Percentil 85 de la aceleración en m/s ² a_m = Aceleración media en m/s ² a_{DE} = Desviación estándar de la aceleración en m/s ² n/d= No disponible R ² = Coeficiente de determinación			

Elaboración: El autor

6.1.3 Modelos de desaceleración

En lo que respecta a las tres luces del semáforo, no se encontraron variables significativas para desarrollar modelos, por lo que se obtuvo el percentil 85 de la desaceleración, la desaceleración media y la desviación estándar de la desaceleración tal como se muestran en las Tablas 6.7, 6.8 y 6.9.

En la Tabla 6.7 se muestran los resultados del percentil 85 de la desaceleración, desaceleración media y desviación estándar de la desaceleración, respecto a la luz verde.

Tabla 6.7 Ecuaciones generales de predicción de la desaceleración respecto a la luz verde

Rangos de tramos (m)	Ecuación de predicción	R ²	N° de Ecuación
94-122	$d_{85} = - 0,07$	n/d	6.19
94-122	$d_m = - 0,32$	n/d	6.20
94-122	$d_{DE} = 0,18$	n/d	6.21
d_{85} = Percentil 85 de la desaceleración en m/s ² d_m = Desaceleración media en m/s ² d_{DE} = Desviación estándar de la desaceleración en m/s ² n/d= No disponible R ² = Coeficiente de determinación			

Elaboración: El autor

Como no se encontraron ecuaciones de predicción, respecto a la luz roja en la Tabla 6.8 se muestran los valores calibrados del percentil 85 de la desaceleración, desaceleración media y desviación estándar de la desaceleración.

Tabla 6.8 Ecuaciones generales de predicción de la desaceleración respecto a la luz roja

Rangos de tramos (m)	Ecuación de predicción	R ²	N° de Ecuación
94-122	$d_{85} = - 0,75$	n/d	6.22
94-122	$d_m = - 1,50$	n/d	6.23
94-122	$d_{DE} = 0,54$	n/d	6.24
d_{85} = Percentil 85 de la desaceleración en m/s ² d_m = Desaceleración media en m/s ² d_{DE} = Desviación estándar de la desaceleración en m/s ² n/d= No disponible R ² = Coeficiente de determinación			

Elaboración: El autor

Respecto a la luz amarilla en la Tabla 6.9 se muestran los valores calibrados del percentil 85 de la desaceleración, desaceleración media y desviación estándar de la desaceleración, debido a que no se encontraron modelos de predicción.

Tabla 6.9 Ecuaciones generales de predicción de la desaceleración respecto a la luz amarilla

Rangos de tramos (m)	Ecuación de predicción	R ²	N° de Ecuación
94-122	$d_{85} = -0,10$	n/d	6.25
94-122	$d_m = -0,73$	n/d	6.26
94-122	$d_{DE} = 0,74$	n/d	6.27
d_{85} = Percentil 85 de la desaceleración en m/s ² V_m = Desaceleración media en m/s ² d_{DE} = Desviación estándar de la desaceleración en m/s ² n/d= No disponible R ² = Coeficiente de determinación			

Elaboración: El autor

6.2 Validación de los modelos calibrados

Para validar los modelos con las ecuaciones de predicción calibradas previamente, se seleccionó un nuevo circuito con 12 tramos con distancias entre 94 y 121 metros, similares a los tramos utilizados para la calibración. Los recorridos se hicieron los fines de semana entre las 14h00 a 18h00.

En la Tabla 6.10 se observa el nombre de las calles por donde se hicieron los recorridos.

Tabla 6.10 Tramos de calles del recorrido de la validación

Tramo	Nombres de calles
1	Av. Manuel Carrión Pinzano entre Jose Riofrio y Benjamín Pereira
2	Av. Pio Jaramillo entre Mercadillo y Tnte. Maximiliano Rodríguez
3	Venezuela entre Av. Pio Jaramillo y José María Peña
4	Av. Universitaria entre Lourdes y Mercadillo
5	Av. Universitaria entre Mercadillo y Azuay
6	Av. Universitaria entre Azuay y Miguel Riofrio
7	Av. Universitaria entre Miguel Riofrio y Vicente Rocafuerte
8	Av. Universitaria entre Vicente Rocafuerte y 10 de Agosto
9	Av. Universitaria entre 10 de Agosto y José Antonio Eguiguren
10	Av. Universitaria entre José Antonio Eguiguren y Colón
11	Av. Universitaria entre Colón e Imbabura
12	Quito entre Sucre y 18 de Noviembre

Elaboración: El autor

Asimismo, en la Figura 6.1 se puede observar el inicio y el fin del recorrido del circuito de validación.



Figura 6.1 Circuito de validación para los tramos de estudio

Fuente: Google maps

Elaboración: El autor

En la Tabla 6.11 se muestra el número de tramos con la longitud de cada tramo y la densidad de objetos porque resultaron estadísticamente significativas para la velocidad y aceleración en el proceso de calibración.

Tabla 6.11 Variables independientes para la validación respecto a la luz verde y roja

Número de tramos	Longitud (m)	Densidad de objetos (u/m)
1	114,6	16,6
2	99,2	14,1
3	94,4	4,2

Tabla 6.11. Variables independientes para la validación respecto a la luz verde y roja (continuación)

Número de tramos	Longitud (m)	Densidad de objetos (u/m)
4	120,7	13,3
5	110,3	22,7
6	110,5	21,7
7	120,9	18,2
8	113,1	18,6
9	94,7	25,3
10	120,1	20,8
11	100,4	18,9
12	95,9	5,2

Elaboración: El autor

En la Tabla 6.12 se observa el total de número de recorridos realizadas por 6 conductores. Los conductores tuvieron edades comprendidas de 25 a 28 años.

Se eliminaron todas las observaciones que no estaban en flujo libre para la luz verde y roja. Cabe recalcar que para luz amarilla no se encontró ningún vehículo en flujo libre, por eso no se realizará la validación.

Tabla 6.12 Total de número de recorridos y recorridos en flujo libre respecto a la luz verde y roja

Número de tramos	Número de recorridos	Número de recorridos en flujo libre	
		Luz verde	Luz roja
1	6	2	2
2	6	n/d	2
3	6	2	2
4	6	3	2
5	6	3	n/d
6	6	2	1
7	6	2	2
8	6	2	1
9	6	2	n/d
10	6	2	n/d
11	6	3	n/d
12	6	3	n/d
Total	72	26	12

n/d = No disponible

Elaboración: El autor

6.2.1 Validación de los modelos de velocidad

En esta sección se muestra el proceso de la validación de las ecuaciones de predicción de velocidad que se mostraron en las Tablas 6.1 y 6.2 para luz verde y roja. Por otro lado, se hizo un análisis test-t para saber si la velocidad calibrada resultó estadísticamente diferente a la velocidad de la validación. No se validaron los modelos de calibración en luz amarilla de la Tabla 6.3, debido a que no se obtuvieron datos para validar.

Para la validación de la velocidad se observaron y determinaron los errores estadísticos de la siguiente forma: graficar los valores estimados con los valores observados de cada ecuación de predicción, se calculó el error cuadrático medio (MSE), el error absoluto de la media (MAE), el error absoluto porcentual de la media (MAPE) y el Chi-cuadrado.

En la Figura 6.2 se muestra la relación entre los valores observados y estimados del percentil 85 de la velocidad correspondiente a la luz roja. Los valores estimados fueron calculados con la ecuación 6.4. En este diagrama de dispersión se observa que el número de observaciones presentó una tendencia lineal y los cuales están próximos a la recta de referencia de 45°, por lo que visualmente se ajustaron correctamente a la ecuación calibrada 6.4.

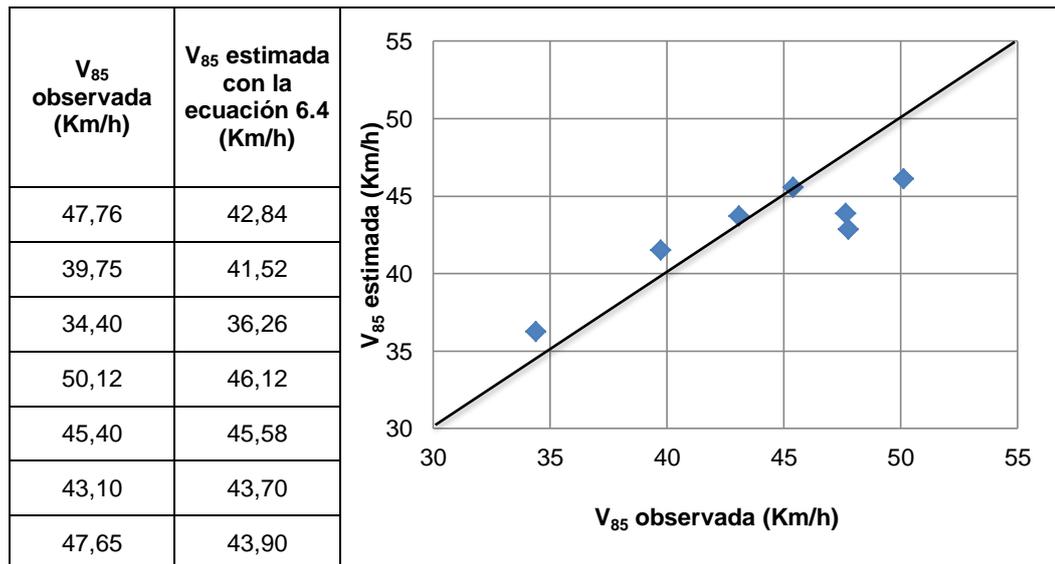


Figura 6.2 Relación entre los valores observados y estimados del percentil 85 de la velocidad en luz roja

Elaboración: El autor

Respecto a la luz verde, en la Tabla 6.13 se presentan los resultados del percentil 85, la media y la desviación estándar de la velocidad de los valores de calibración que fueron comparados con los valores de validación. Con la media de la velocidad del valor de validación que fue de 43,18 Km/h se realizó un análisis test-t, para saber si no era

estadísticamente diferente de 43,55 Km/h del valor calibrado. El resultado test-t mostró que no es estadísticamente diferente de 43,55 ($p= 0,804$).

Tabla 6.13 Estadísticos descriptivos para las variables usadas en la calibración y validación de la velocidad concernientes a la luz verde

Tipo de magnitud	Calibración	Validación
V_{85}	52,72	50,88
V_m	43,55	43,18
V_{DE}	4,34	4,74
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		

Elaboración: El autor

En lo concerniente con la luz roja, en la tabla 6.14 se presentan los resultados del percentil 85, la media y la desviación estándar de la velocidad de los valores de calibración que fueron comparados con los valores de validación. Con la media de la velocidad del valor de validación que fue de 42,75 Km/h se realizó un análisis test-t, para saber si no era estadísticamente diferente de 39,71 Km/h del valor calibrado. El resultado test-t mostró que no es estadísticamente diferente de 39,71 ($p= 0,245$).

Tabla 6.14 Estadísticos descriptivos para las variables usadas en la calibración y validación de la velocidad concernientes a la luz roja

Tipo de magnitud	Calibración	Validación
V_{85}	48,38	48,00
V_m	39,71	42,75
V_{DE}	4,45	6,24
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		

Elaboración: El autor

6.2.2 Validación de los modelos de aceleración

En esta parte se muestra los resultados de la validación de las ecuaciones de predicción de aceleración que se mostraron en las Tablas 6.4 y 6.5 para luz verde y roja. Por otro lado, no se validaron los modelos de calibración en luz amarilla de la Tabla 6.6, debido a que no se obtuvieron datos para validar. Además se hizo un análisis test-t para saber si la velocidad media calibrada resultó estadísticamente diferente a la velocidad media de la validación. Para la validación se usó el mismo procedimiento usado para validar la velocidad.

En la Figura 6.3 se muestra la relación entre los valores observados y estimados del percentil 85 de la aceleración concerniente a la luz verde. Los valores estimados fueron calculados con la ecuación 6.10. En el diagrama de dispersión se observa que el conjunto de puntos se ajustó a la línea de tendencia y los cuales están cercanos a la recta de referencia de 45°.

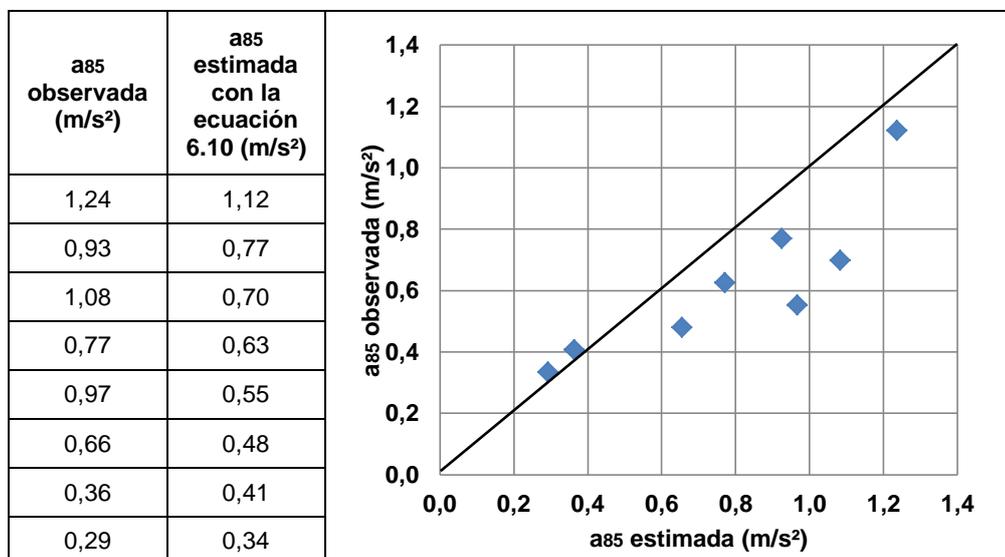


Figura 6.3 Relación entre los valores observados y estimados del percentil 85 de la aceleración en luz verde
Elaboración: El autor

En la Figura 6.4 se muestra la comparación entre los valores observados y estimados de la aceleración media respecto a la luz verde. Los valores estimados fueron calculados con la ecuación 6.11. En el diagrama de dispersión se observa que el conjunto de puntos se encuentran próximos a la recta de referencia de 45°.

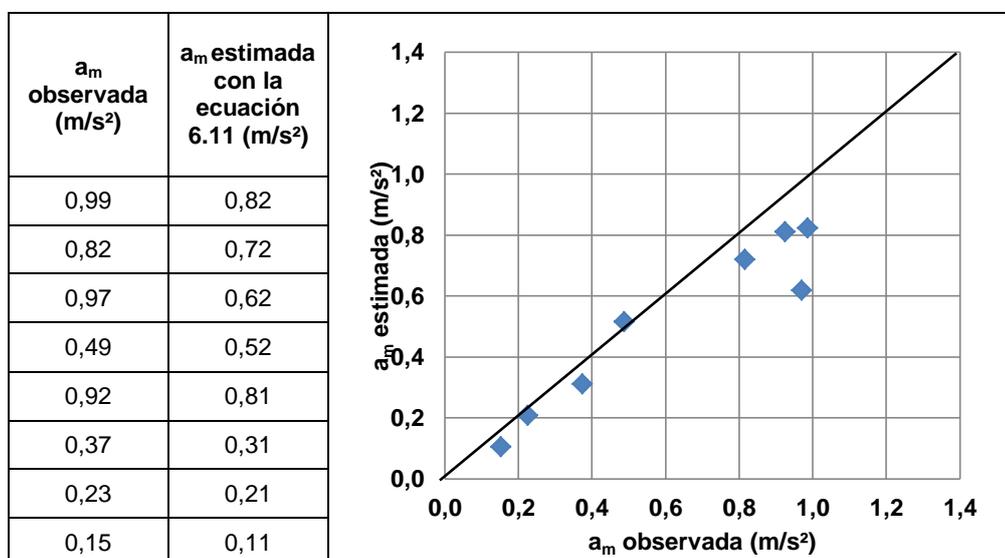


Figura 6.4 Relación entre los valores observados y estimados de la aceleración media en luz verde
Elaboración: El autor

Respecto a la luz verde, en la Tabla 6.15 se presentan los resultados del percentil 85, la media y la desviación estándar de la aceleración de los valores de la calibración y se los comparó con los valores de validación. Con la media de la aceleración del valor de validación que fue de 0,54 m/s², se realizó un análisis test-t, para saber si no era estadísticamente diferente de 0,40 m/s² del valor calibrado. El resultado test-t mostró que no es estadísticamente diferente de 0,40 (p= 0,183).

Tabla 6.15 Estadísticos descriptivos para las variables usadas en la calibración y validación de la aceleración concernientes a la luz verde

Tipo de magnitud	Calibración	Validación
a85	0,74	1,04
a _m	0,40	0,54
a _{DE}	0,21	0,33

a₈₅= Percentil 85 de la aceleración en m/s²
a_m= Aceleración media en m/s²
a_{DE}= Desviación estándar de la aceleración en m/s²

Elaboración: El autor

Concerniente a la luz roja, en la Figura 6.5 se muestra la relación entre los valores observados y estimados del percentil 85 de la aceleración. Los valores estimados fueron calculados con la ecuación 6.13. En el diagrama de dispersión se observa el buen ajuste con la ecuación calibrada 6.13.

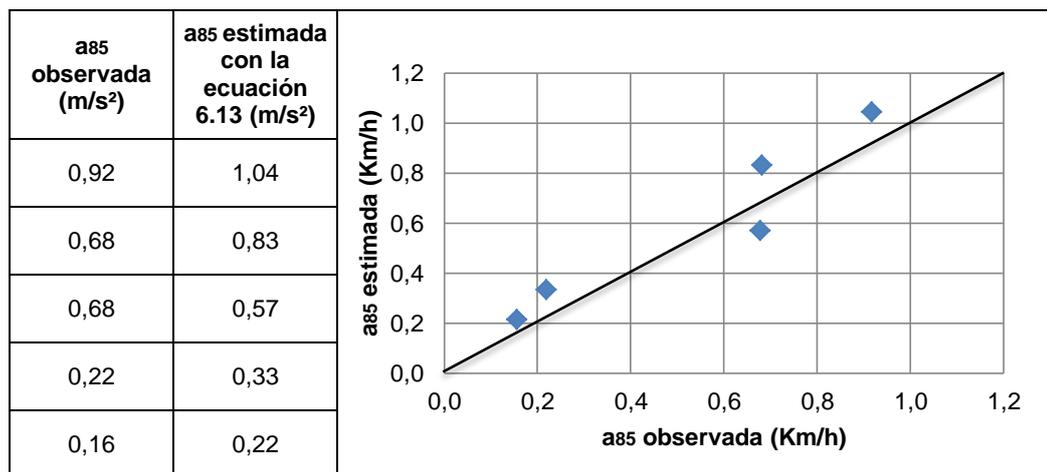


Figura 6.5 Relación entre los valores observados y estimados del percentil 85 de la aceleración en luz roja

Elaboración: El autor

En la Figura 6.6 se muestra la relación entre los valores observados y estimados de la aceleración media correspondiente a la luz roja. Los valores estimados fueron calculados con la ecuación 6.14. En el diagrama de dispersión se observa que los puntos se ajustaron a la ecuación calibrada 6.14.

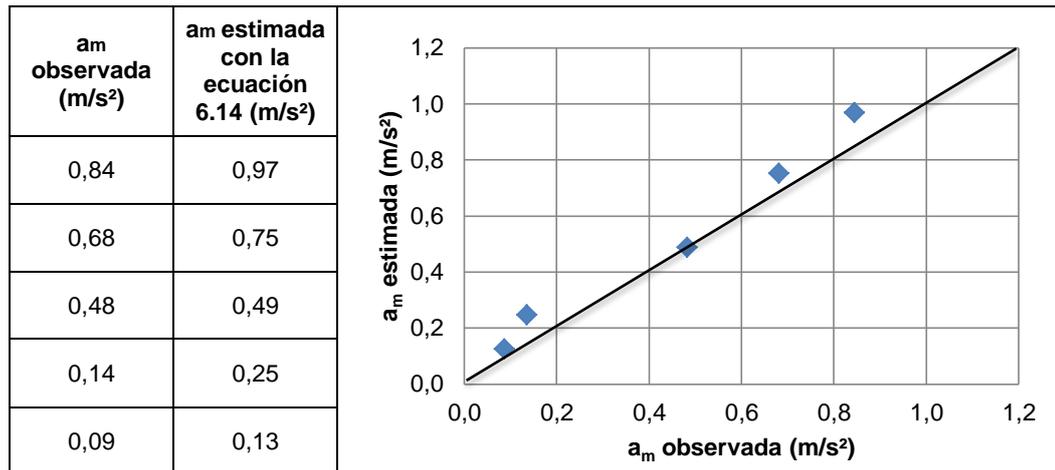


Figura 6.6 Relación entre los valores observados y estimados de la aceleración media en luz roja

Elaboración: El autor

Cuando la luz estuvo en rojo, en la Tabla 6.16 se presentan los resultados del percentil 85, la media y la desviación estándar de la aceleración de los valores de calibración que fueron comparados con los valores de validación. Con la media de la aceleración del valor de validación que fue de 0,31 m/s², se realizó un análisis test-t, para saber si no era estadísticamente diferente de 0,32 m/s² del valor calibrado. El resultado test-t mostró que no es estadísticamente diferente de 0,32 (p= 0,925).

Tabla 6.16 Estadísticos descriptivos para las variables usadas en la calibración y validación de la aceleración concernientes a la luz roja

Tipo de magnitud	Calibración	Validación
a85	0,60	0,77
a_m	0,32	0,31
a_{DE}	0,31	0,33

a_{85} = Percentil 85 de la aceleración en m/s²
 a_m = Aceleración media en m/s²
 a_{DE} = Desviación estándar de la aceleración en m/s²

Elaboración: El autor

6.2.3 Validación de los modelos de desaceleración

Para la desaceleración no se presentaron ecuaciones de predicción para ser válidas, por lo que se muestran los estadísticos descriptivos de los valores de calibración en las Tablas 6.7 y 6.8 para luz verde y roja. Por otro lado no se validaron los modelos de calibración en luz amarilla de la Tabla 6.9, debido a que no se obtuvieron datos para validar. Además se hizo un análisis test-t para saber si la velocidad media calibrada resultó estadísticamente diferente a la velocidad media de la validación. En este apartado no se obtuvieron los

errores estadísticos de los valores estimados con los observados debido a la falta de ecuaciones.

Concerniente a la luz verde, en la Tabla 6.17 se presentan los resultados del percentil 85, la media y la desviación estándar de la desaceleración de calibración y que fueron comparados con los valores de validación. La media de la desaceleración del valor de validación de $-0,33 \text{ m/s}^2$, fue comparada con $-0,32 \text{ m/s}^2$ del valor calibrado. El resultado test-t mostró que no es estadísticamente diferente de $-0,32$ ($p= 0,987$).

Tabla 6.17 Estadísticos descriptivos para las variables usadas en la calibración y validación de la desaceleración concernientes a la luz verde

Tipo de magnitud	Calibración	Validación
d85	-0,07	-0,13
dm	-0,32	-0,33
dDE	0,18	0,19
d ₈₅ = Percentil 85 de la desaceleración en m/s^2 d _m = Desaceleración media en m/s^2 d _{DE} = Desviación estándar de la desaceleración en m/s^2		

Elaboración: El autor

En la Tabla 6.18 se presentan los resultados del percentil 85, la media y la desviación estándar de la desaceleración de calibración en luz roja y se los comparó con los valores de validación. La media de la desaceleración del valor de validación de $-1,27 \text{ m/s}^2$, fue comparada con $-1,50 \text{ m/s}^2$ del valor calibrado. El resultado test-t mostró que no es estadísticamente diferente de $-1,50$ ($p= 0,057$).

Tabla 6.18 Estadísticos descriptivos para las variables usadas en la calibración y validación de la desaceleración concernientes a la luz roja

Tipo de magnitud	Calibración	Validación
d85	-0,75	-0,95
dm	-1,50	-1,27
dDE	0,54	0,26
d ₈₅ = Percentil 85 de la desaceleración en m/s^2 d _m = Desaceleración media en m/s^2 d _{DE} = Desviación estándar de la desaceleración en m/s^2		

Elaboración: El autor

6.3 Cálculo de errores de pronóstico y Prueba del Chi-cuadrado

El error pronóstico es la diferencia que hay entre los valores observados y los valores estimados. Los estadísticos que se utilizaron para calcular los errores fueron: el error

cuadrático medio (MSE), el error absoluto de la media (MAE) y el error absoluto porcentual de la media (MAPE). A continuación se muestran las ecuaciones para calcular los errores:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\text{observado} - \text{estimado})^2 \quad \text{Ec. 6. 28}$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\text{observado} - \text{estimado}| \quad \text{Ec. 6. 29}$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{observado} - \text{estimado}}{\text{estimado}} \right) * 100 \quad \text{Ec. 6. 30}$$

Asimismo, la prueba Chi-cuadrado sirve para valorar la bondad de ajuste de los valores estimados con los observados, y consistió en que si el valor Chi-cuadrado calculado resultó menor que el valor crítico obtenido de una tabla estandarizada de Galbiati (2012), se concluye que no hay una diferencia significativa entre los valores observados y estimados. El estadístico Chi-cuadrado está dado por la siguiente ecuación:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(\text{observado} - \text{estimado})^2}{\text{estimado}} \quad \text{Ec. 6. 31}$$

El Chi-Crítico se obtiene a partir del nivel de confianza, refiriéndose a los grados de libertad de tablas estandarizadas tal como se muestra en el Anexo 3. En esta investigación se utilizó un nivel de significancia de 0,05 y un nivel de confianza del 95%. A continuación se indican las fórmulas que se utilizó para determinar el Chi-crítico.

$$p = 1 - \alpha \quad \text{Ec. 6. 32}$$

$$v = (k - 1) * (r - 1) \quad \text{Ec. 6. 33}$$

Donde

p= Nivel de confianza

α = Nivel de significancia

v= Grados de libertad

k= Número de columnas de la tabla de valores observados y estimados

r= Número de filas de la tabla de valores observados y estimados

En la Tabla 6.19 se muestran los cálculos de los errores estadísticos, la prueba del Chi-cuadrado y Chi-crítico de la relación entre los valores observados y estimados, donde se puede decir que estos valores son confiables debido a que presentaron resultados bajos en MSE, MAE y MAPE. Pero para una mayor apreciación, el error absoluto porcentual de la media (MAPE) representa el porcentaje del error promedio. Como criterio de aceptación se

utilizó la prueba estadística Chi-cuadrado, en donde se observa que los resultados de las ecuaciones de predicción no excedieron el valor de Chi-cuadrado crítico, entonces, las ecuaciones de predicción son válidas debido a que no existieron diferencias significativas entre los valores observados y estimados.

Tabla 6.19 Cálculo de errores estadísticos y prueba del Chi-cuadrado

Tipo de predicción	Cálculo de errores			X^2	$X^2_{\text{crítico}}$
	MSE	MAE	MAPE		
V₈₅ en rojo	8,77	2,44	5,70	1,41	12,59
a₈₅ en verde	0,04	0,13	22,23	0,68	14,07
a_m en verde	0,02	0,08	16,75	0,30	14,07
a₈₅ en rojo	0,01	0,09	17,02	0,16	9,49
a_m en rojo	0,01	0,06	15,56	0,11	9,49

V₈₅= Percentil 85 de la velocidad en Km/h
a₈₅= Percentil 85 de la aceleración en m/s²
a_m= Aceleración media en m/s²
MSE= Error cuadrático medio
MAE= Error absoluto de la media
MAPE= Error absoluto porcentual de la media
X²= Chi-cuadrado calculado
X²_{crítico}= Chi-cuadrado crítico

Elaboración: El autor

6.4 Discusión de las velocidades de operación

Según el Reglamento General para la Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (2012), y el Reglamento Local de Construcciones y Ornato para el Cantón Loja (2008) indican que el límite de velocidad en calles urbanas es de 50 Km/h. En este estudio de calles urbanas antes de llegar a intersecciones semaforizadas, existieron velocidades de operación que sobrepasaron los límites de velocidad exigidos por las normativas para este tipo de vías en un 40%.

6.5 Resumen y conclusiones

En este capítulo se describió el procedimiento de la calibración y validación de los modelos obtenidos. Para la calibración de la velocidad se obtuvo una ecuación de predicción con la relación entre el percentil 85 de la velocidad y densidad de objetos con semáforo en luz roja. Para la aceleración se obtuvieron cuatro ecuaciones de predicción con las relaciones entre el percentil 85 y la media de la aceleración con la velocidad inicial cuando la luz estuvo en verde y rojo.

La calibración consistió en obtener ecuaciones de predicción de la relación entre las variables que resultaron estadísticamente significativas tal como se explicó en el capítulo 5, y la validación sirvió para aceptar la validez de los modelos calibrados.

La recolección de datos y procesamiento de datos de la validación fueron los mismos que se utilizaron para calibrar los modelos. Se escogió un circuito de similares características al de calibración.

Por otra parte también se obtuvieron errores estadísticos y para aceptar la validez de las ecuaciones se utilizó la prueba Chi-cuadrado la cual resultó menor al Chi-crítico, por lo tanto, no existieron diferencias significativas entre los valores estimados y observados, por lo que se aceptaron las ecuaciones de predicción.

Por último, se hizo una discusión de la velocidad de operación, donde existieron velocidades que superaron el límite de velocidad que es de 50 Km/h.

CONCLUSIONES

El presente estudio tuvo por objetivo desarrollar modelos de velocidad en rectas urbanas previo a intersecciones semaforizadas, utilizando características geométricas de la calle, el entorno, el vehículo y el conductor. De los resultados obtenidos se exponen las siguientes conclusiones:

- Se obtuvo el modelo de predicción para el percentil 85 de la velocidad con la densidad de objetos, el cual es válido para calles entre 94 a 122 metros.
- Cuando el semáforo estuvo en verde, se obtuvieron modelos de predicción para el percentil 85 y la media de la aceleración con la velocidad inicial, estas resultaron estadísticamente significativas y las ecuaciones son válidas para calles comprendidas entre 94 a 122 metros y para velocidades iniciales entre 5 a 50 Km/h.
- También se obtuvieron modelos de predicción para el percentil 85 y la media de la aceleración con la velocidad inicial, cuando el semáforo estuvo en rojo, asimismo estas variables resultaron estadísticamente significativas entre sí, por lo tanto estas ecuaciones son válidas para calles comprendidas entre 94 a 122 metros y para velocidades iniciales entre 5 a 50 Km/h.
- Para la luz amarilla no se obtuvieron modelos de predicción, debido a que se presentaron pocos perfiles de velocidad en flujo libre en la calibración de los tramos, por consiguiente en la validación no existieron perfiles de velocidad en flujo libre, además las variables analizadas no resultaron estadísticamente significativas entre sí, por ende no se validó ningún modelo, sin embargo se determinó el percentil, media y desviación estándar de la velocidad, aceleración y desaceleración y fue validado.
- Para aceptar la validez de las ecuaciones calibradas en este estudio se utilizó la prueba Chi-cuadrado, el cual resultó menor que el valor de Chi-cuadrado crítico. Por consiguiente las ecuaciones de predicción son válidas debido a que no existieron diferencias significativas entre los valores observados y estimados.
- Para los valores calibrados se realizó un análisis test-t de la media de la velocidad, aceleración y desaceleración, y como resultado no fueron estadísticamente diferentes con la media de los valores validados.
- Las respuestas de las encuestas realizadas a los conductores sirvieron para estimar los estilos de conducción (MDSI-S) y rasgos de personalidad (ZKPQ-50-cc) de cada conductor, además se incluyeron preguntas adicionales relacionadas a la información personal del conductor y características del vehículo.
- La velocidad límite dentro del área urbana es de 50 Km/h, según el Reglamento General para la Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (2012), y el Reglamento Local de Construcciones y Ornato para el Cantón Loja (2008),

por lo tanto, existieron velocidades de operación que sobrepasaron el límite permisible en los tramos de estudio en un 40%. Sin embargo la velocidad media se mantuvo debajo de la velocidad límite de diseño.

RECOMENDACIONES

- Debido que en la investigación se analizó vehículos particulares livianos, un estudio debería ser realizado para buses y taxis, en donde la velocidad estaría afectada por otro tipo de variables.
- Dado que se obtuvieron longitudes cortas entre 94 a 122 metros, se debería analizar tramos más largos. Así se podría saber si estadísticamente la longitud presenta una relación con la velocidad, aceleración y desaceleración.
- El ancho de carril, ancho de acera y ancho de calzada presentaron una relación estadísticamente significativa, por lo que se debería considerar en futuras investigaciones analizar en profundidad estas características geométricas de las calles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

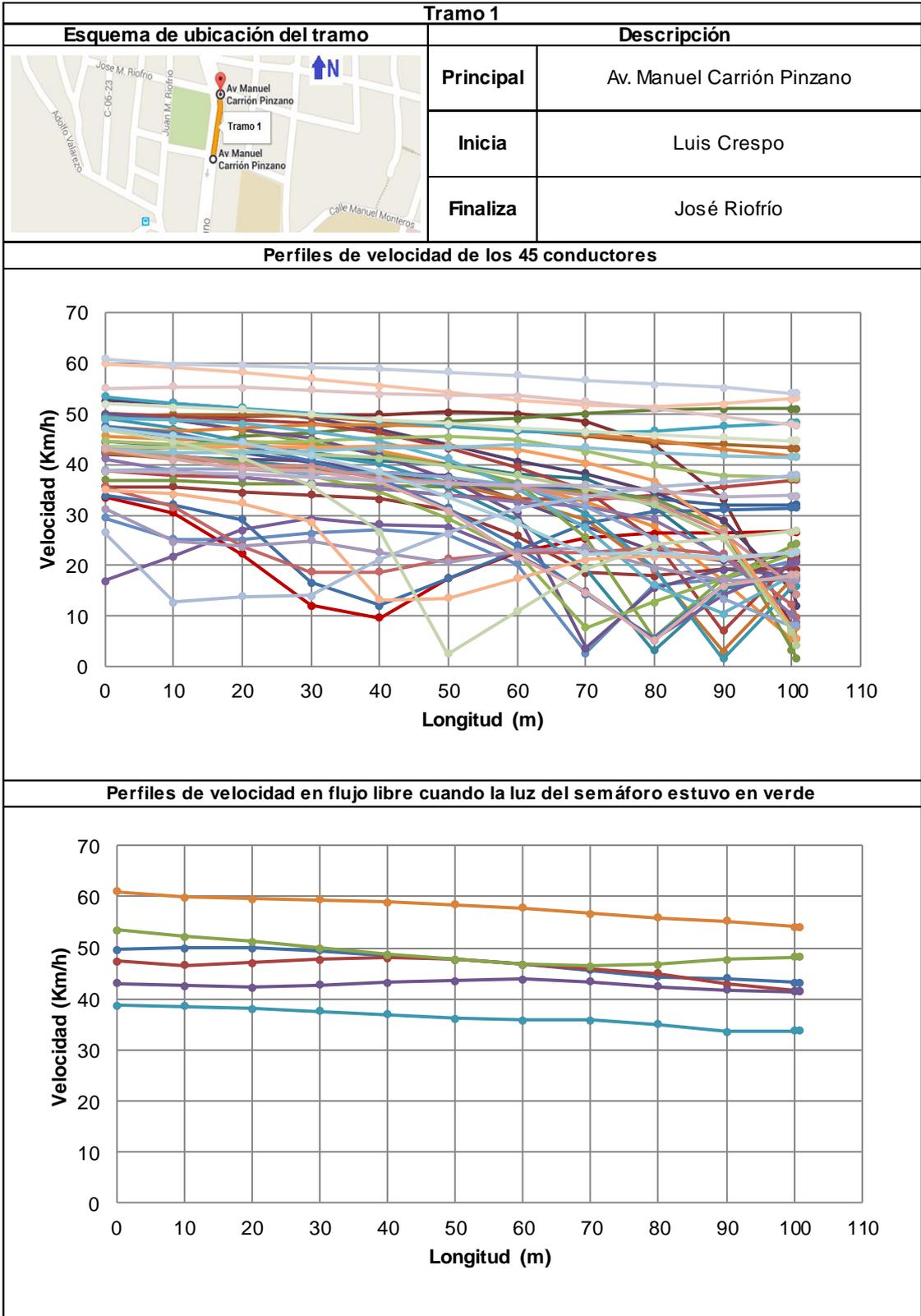
- Bassani, M., & Sacchi, E. (2012). Calibration to local conditions of geometry-based operating speed models for urban arterials and collectors. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 53(12), 822-833.
- Bennett, C. (1994). *A Speed Prediction Model For Rural Two-Lane Highways*. Auckland, New Zealand: The University of Auckland.
- Dinh, D. D., & 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.
- Fitzpatrick, K., Carlson, P., Brewer, M., Wooldridge, M., & Miaou, S. (2003). Design speed, operating speed, and posted speed practices. College Station, TX: Texas Transportation Institute.
- Galbiati, J. (2012). Material de apoyo virtual para el aprendizaje de la estadística. Recuperado Mayo 16, 2016, de <https://www.citethisforme.com/es>
- García, Y. (2014). *Aceleraciones y desaceleraciones de vehículos livianos en caminos de montaña (Tesis Doctoral)*. San Juan: Universidad de San Juan.
- Kanellaidis, G., Golias, J., & Efstathiadis, S. (1990). Drivers Speed Behaviour on rural road curves. *Traffic Engineering and control*, 31(7), 414-415.
- Mohan-Rao, A., & Ramachandra-Rao, K. (2015). Free speed modeling for urban arterials - A case study on Delhi. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 43(9), 111-119.
- 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., & Mason, J. (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., Poe, C., Mason, J., & Goulias, K. (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*. Georgia.
- Wang, J., Dixon, K., Li, H., & Hunter, M. (2006). Operating speed model for low speed urban tangent streets based on in-vehicle global positioning system data. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1961, 24-33.

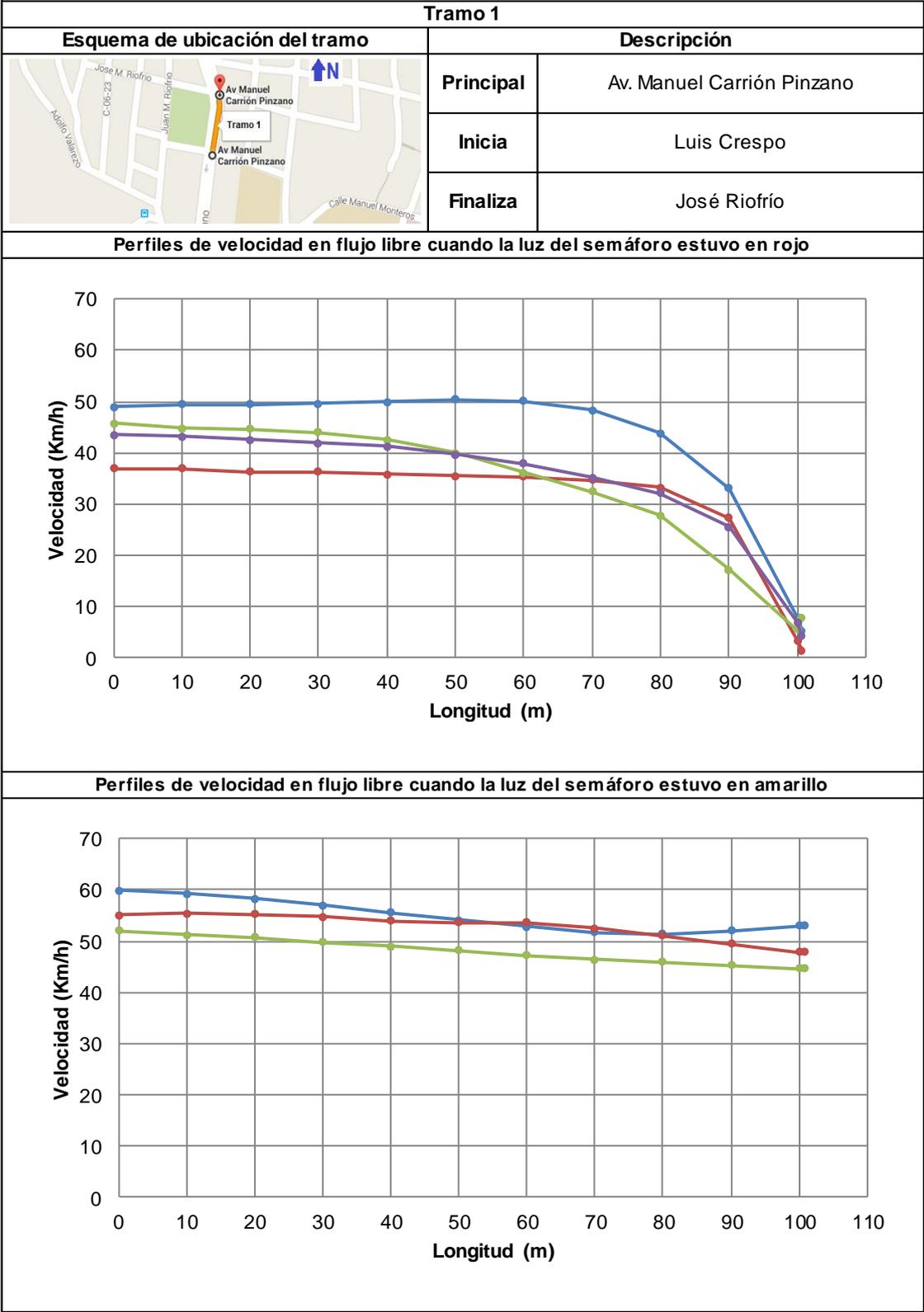
ANEXOS

Anexo 1. Tramos de estudio y perfiles de velocidad

Tramo 1															
Esquema de ubicación del tramo					Descripción										
					Principal					Av. Manuel Carrion Pinzano					
					Inicia					Luis Crespo					
					Finaliza					José Riofrio					
# De conductor	Longitud (m)												Luz del semáforo		
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	101	V	R	A
C1	33,5	30,5	22,3	12,0	9,7	17,4	22,5	25,5	26,4	26,6	26,7	26,7			
C2	49,0	49,4	49,5	49,6	49,9	50,3	50,1	48,4	43,9	33,2	8,0	5,4		x	
C3	43,0	43,3	45,7	46,3	47,4	48,6	49,1	50,1	50,8	51,0	51,0	51,0			
C4	52,7	52,1	51,1	49,2	46,8	43,9	40,6	38,2	34,5	29,0	15,2	12,1			
C5	46,9	45,5	44,1	42,3	40,8	40,0	38,3	37,2	31,7	21,2	17,0	17,1			
C6	49,5	49,9	49,9	49,4	48,4	47,7	46,7	45,6	44,4	44,0	43,2	43,1	x		
C7	44,5	43,7	42,3	40,5	38,1	36,5	36,0	34,9	33,3	31,9	31,9	32,1			
C8	35,6	35,6	34,5	34,0	33,2	31,1	25,9	18,7	18,0	19,3	19,2	19,2			
C9	37,0	36,9	36,3	36,3	35,8	35,5	35,3	34,7	33,3	27,4	3,4	1,6		x	
C10	42,1	41,5	41,1	40,8	38,4	37,7	32,9	27,7	22,7	21,0	21,8	21,9			
C11	42,4	41,7	40,8	39,5	38,0	35,7	29,2	19,4	3,1	15,4	17,5	17,6			
C12	42,4	41,0	40,5	38,9	37,8	36,2	33,3	29,0	19,3	3,0	17,2	17,8			
C13	33,9	32,1	29,2	16,6	12,2	17,4	23,0	28,3	30,7	31,1	31,5	31,5			
C14	50,0	49,5	48,7	48,1	46,3	43,3	39,6	34,9	25,3	7,2	21,0	21,7			
C15	49,8	48,7	46,8	44,3	41,9	39,9	36,4	25,6	5,6	17,4	23,9	24,3			
C16	50,0	48,7	47,0	45,2	41,8	37,2	30,4	3,7	15,5	19,3	18,0	17,8			
C17	49,2	47,1	44,7	42,0	40,2	36,3	36,1	30,2	19,6	1,6	15,6	15,9			
C18	47,4	46,6	47,1	47,8	48,0	47,6	46,8	45,9	44,9	42,9	41,6	41,5	x		
C19	47,7	46,2	43,7	40,9	37,0	31,4	23,9	14,3	5,7	16,1	18,3	17,7			
C20	38,7	37,8	37,3	36,1	35,2	34,1	33,3	33,0	33,8	35,6	37,0	37,1			
C21	43,2	41,8	40,3	37,7	34,6	29,3	22,4	7,8	12,7	17,5	22,3	22,6			
C22	16,9	21,8	27,0	29,4	28,2	27,7	22,1	14,8	5,3	14,1	20,3	20,7			
C23	53,5	52,2	51,1	50,0	48,7	47,6	46,7	46,4	46,7	47,6	48,2	48,3	x		
C24	45,7	44,8	44,7	44,0	42,6	40,0	36,1	32,5	27,8	17,2	5,5	7,7		x	
C25	29,4	25,2	25,2	26,4	27,0	26,3	20,4	2,7	16,0	17,3	21,1	21,6			
C26	35,6	31,6	23,9	18,8	18,7	21,3	22,5	22,7	23,5	22,4	12,2	9,7			
C27	44,6	44,0	44,1	44,6	45,1	45,5	44,8	42,7	39,8	37,7	37,3	37,4			
C28	41,1	38,8	37,4	36,3	35,2	34,1	32,5	31,7	29,2	21,9	10,3	8,8			
C29	49,1	48,8	48,1	46,6	44,6	41,1	35,2	27,6	16,2	10,5	18,1	18,2			
C30	43,3	43,2	43,5	43,4	43,5	43,6	42,9	40,4	36,7	27,0	7,7	5,4			
C31	38,9	39,0	39,1	38,1	38,4	37,5	35,9	31,8	25,4	13,4	8,0	8,3			
C32	43,5	41,9	39,8	39,7	37,1	36,4	35,4	33,8	32,8	26,6	16,0	14,2			
C33	43,5	43,2	42,6	41,9	41,3	39,7	37,9	35,2	32,1	25,5	6,9	4,2		x	
C34	31,2	24,8	23,8	25,0	22,7	20,7	22,7	23,7	19,5	17,1	17,2	17,2			
C35	43,0	42,5	42,2	42,7	43,2	43,5	43,9	43,4	42,5	41,7	41,4	41,4	x		
C36	35,0	34,2	32,4	28,6	13,2	13,6	17,4	21,2	21,8	21,3	22,7	22,8			
C37	26,5	12,8	13,9	14,1	21,1	26,4	31,2	33,4	35,7	36,6	37,9	38,0			
C38	43,1	40,9	39,2	38,7	36,6	30,9	21,8	14,7	5,1	16,1	18,0	18,3			
C39	46,9	44,6	41,3	35,9	26,6	2,5	11,0	19,5	24,0	25,6	26,7	26,8			
C40	38,6	38,6	38,0	37,6	37,0	36,1	35,8	35,9	35,0	33,6	33,8	33,8	x		
C41	47,1	45,7	44,4	41,8	38,5	33,7	28,4	22,3	22,5	21,5	22,5	22,7			
C42	59,9	59,2	58,2	57,0	55,6	54,2	52,8	51,7	51,4	52,0	53,0	53,1			x
C43	60,9	59,8	59,6	59,3	58,9	58,4	57,7	56,7	55,9	55,2	54,2	54,1	x		
C44	55,1	55,3	55,2	54,7	54,0	53,6	53,5	52,5	51,0	49,4	47,9	47,8			x
C45	52,1	51,3	50,8	49,8	48,9	48,1	47,1	46,4	45,8	45,3	44,7	44,7			x

V = Verde
R = Rojo
A = Amarillo
X = Recorrido en flujo libre



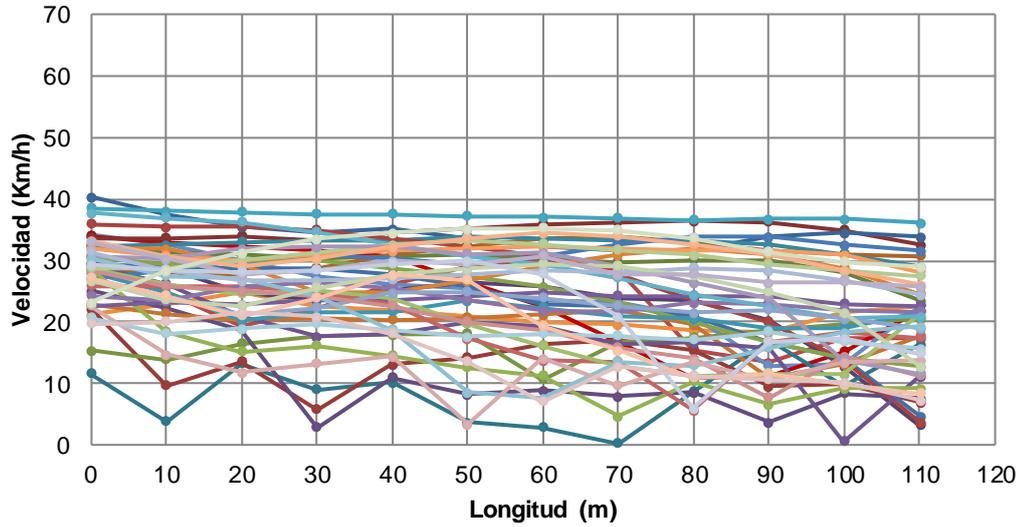


Tramo 2																			
Esquema de ubicación del tramo										Descripción									
										Principal					Av. Gran Colombia				
										Inicia					Tulcán				
										Finaliza					Guaranda				
# De conductor	Velocidad (Km/h)	Longitud (m)												Luz del semáforo					
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	V	R	A			
C1		34,0	33,0	32,3	31,7	30,6	26,3	22,5	16,7	10,8	11,3	15,2	21,8						
C2		33,7	33,7	34,0	33,2	34,5	35,2	35,9	36,2	36,4	36,2	34,9	32,5						
C3		32,5	31,2	30,9	30,5	30,7	30,9	30,2	29,8	30,1	30,0	28,2	23,4						
C4		29,5	28,7	25,0	23,7	25,1	26,5	25,8	23,8	23,6	20,2	12,7	3,2		x				
C5		11,6	3,9	13,2	9,0	10,2	3,7	2,9	0,3	8,7	16,9	9,5	16,3						
C6		28,7	28,0	27,7	28,8	31,1	32,4	33,5	33,9	32,8	31,5	31,1	30,8						
C7		40,3	37,4	35,4	34,6	35,1	33,5	32,4	31,5	31,7	33,8	34,4	33,8						
C8		22,1	9,7	13,5	5,8	13,0	14,2	16,4	17,2	15,6	9,5	9,8	7,0						
C9		15,4	13,9	16,5	17,6	18,0	18,1	10,7	16,8	17,5	18,7	19,8	20,5						
C10		25,1	22,3	18,7	2,9	10,9	8,2	8,9	7,9	8,5	3,7	8,3	7,5						
C11		32,4	32,5	33,1	33,1	33,3	34,0	33,6	33,2	33,2	32,6	31,0	28,9						
C12		23,0	21,4	20,4	20,6	20,4	20,7	21,2	22,1	19,5	11,1	13,1	17,8						
C13		29,3	28,9	28,7	28,6	27,9	25,9	23,0	22,5	21,1	16,6	14,1	4,7		x				
C14		35,9	35,5	35,6	34,9	33,7	32,4	30,6	27,7	23,5	20,1	13,9	3,7		x				
C15		30,7	29,3	30,1	30,1	28,7	27,3	25,8	23,1	20,0	16,7	14,3	12,8						
C16		29,2	26,1	20,9	17,5	18,2	19,9	19,2	16,4	16,7	15,9	0,6	11,2						
C17		27,9	24,7	20,2	21,5	21,7	23,4	22,3	21,1	20,6	19,0	19,0	21,7						
C18		32,1	31,9	29,2	24,7	24,8	26,8	29,1	31,0	31,9	30,8	28,9	24,6						
C19		27,1	28,4	30,1	31,1	30,4	29,5	30,8	32,7	33,8	33,8	32,5	31,5						
C20		30,4	24,8	19,5	22,4	26,1	28,9	30,4	28,4	15,3	13,5	17,2	17,3						
C21		28,7	18,5	15,2	16,2	14,5	12,6	11,3	4,6	10,3	6,5	9,2	9,2						
C22		22,7	23,3	22,8	23,5	23,6	24,3	24,8	24,3	24,3	24,2	22,9	22,6		x				
C23		38,5	38,1	37,9	37,6	37,5	37,3	37,1	36,8	36,5	36,7	36,7	36,2						
C24		21,2	22,8	24,9	22,4	22,0	20,9	20,0	19,6	18,6	18,3	21,7	22,7						
C25		34,2	32,6	30,2	27,3	26,2	25,3	23,5	23,1	21,0	12,9	13,3	22,6						
C26		25,9	25,7	25,7	24,8	22,8	17,4	13,8	13,6	5,6	16,8	18,2	17,4						
C27		28,7	26,1	24,7	25,1	23,8	19,8	16,1	13,0	11,1	11,6	11,5	21,1						
C28		24,2	23,5	25,7	26,4	25,5	23,6	21,8	21,6	23,2	22,9	22,0	21,6						
C29		37,8	36,9	36,3	34,7	32,5	30,8	29,4	27,2	24,4	22,5	20,5	20,8						
C30		31,9	30,8	29,9	31,0	31,6	32,1	32,2	31,9	31,7	31,6	30,9	28,2						
C31		27,1	24,3	21,4	22,2	24,7	24,9	23,9	22,6	21,5	22,0	20,6	18,9						
C32		28,3	25,9	25,0	24,3	22,7	20,1	18,7	15,9	14,1	7,7	14,4	11,3						
C33		28,8	28,7	30,1	31,4	32,5	33,3	32,7	31,7	30,9	29,4	28,3	27,6						
C34		30,8	30,3	31,9	32,3	32,3	31,1	31,3	28,9	26,4	24,0	13,9	11,7						
C35		30,3	27,6	27,0	24,0	18,8	8,6	7,6	13,5	13,0	15,9	18,3	19,2						
C36		33,2	30,6	29,2	30,3	32,3	33,7	34,4	34,0	32,6	31,1	28,3	26,1						
C37		31,4	28,4	26,8	26,7	27,1	27,8	28,5	28,1	28,8	28,3	26,9	24,4						
C38		22,6	14,7	11,7	13,2	14,4	3,4	14,0	9,7	13,5	10,6	13,5	13,7						
C39		26,8	23,7	22,6	25,5	27,6	28,7	29,5	29,1	27,4	24,9	21,4	12,8						
C40		33,0	30,3	27,7	28,5	29,9	29,4	30,7	27,7	27,8	26,4	26,5	25,8						
C41		20,8	18,0	18,9	19,7	18,6	17,6	18,2	17,8	17,1	18,5	16,8	15,6						
C42		27,3	24,3	21,1	24,0	27,6	26,9	19,4	15,4	11,0	11,7	9,9	8,4						
C43		29,3	28,5	28,2	28,5	29,5	29,9	27,8	20,9	6,0	16,8	17,3	14,9						
C44		19,8	20,1	21,4	20,8	18,2	13,6	7,2	12,8	11,4	10,6	10,2	7,2						
C45		23,1	28,3	31,3	33,6	34,5	35,1	35,3	34,9	33,7	31,3	29,7	29,0						

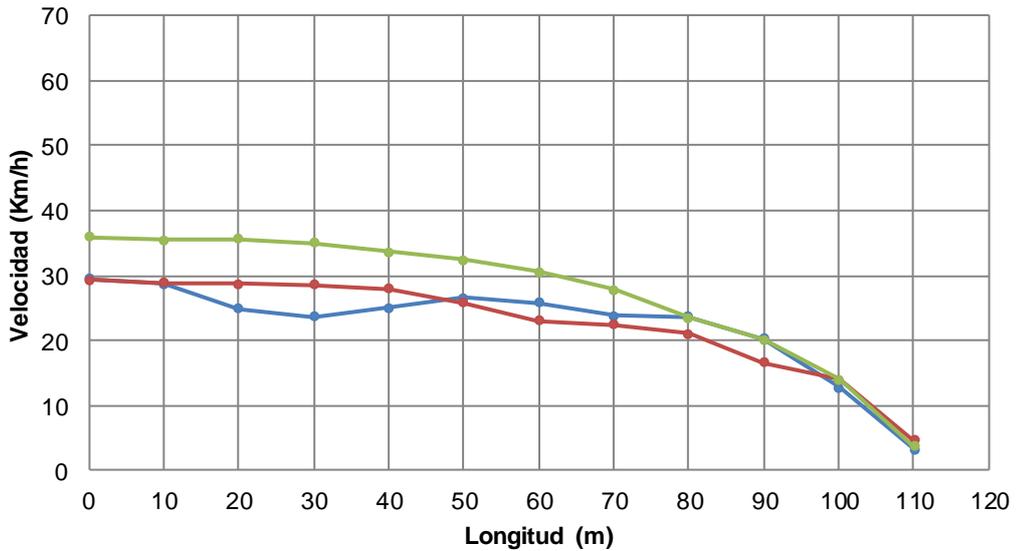
V = Verde
A = Amarillo
R = Rojo
X = Recorrido en flujo libre

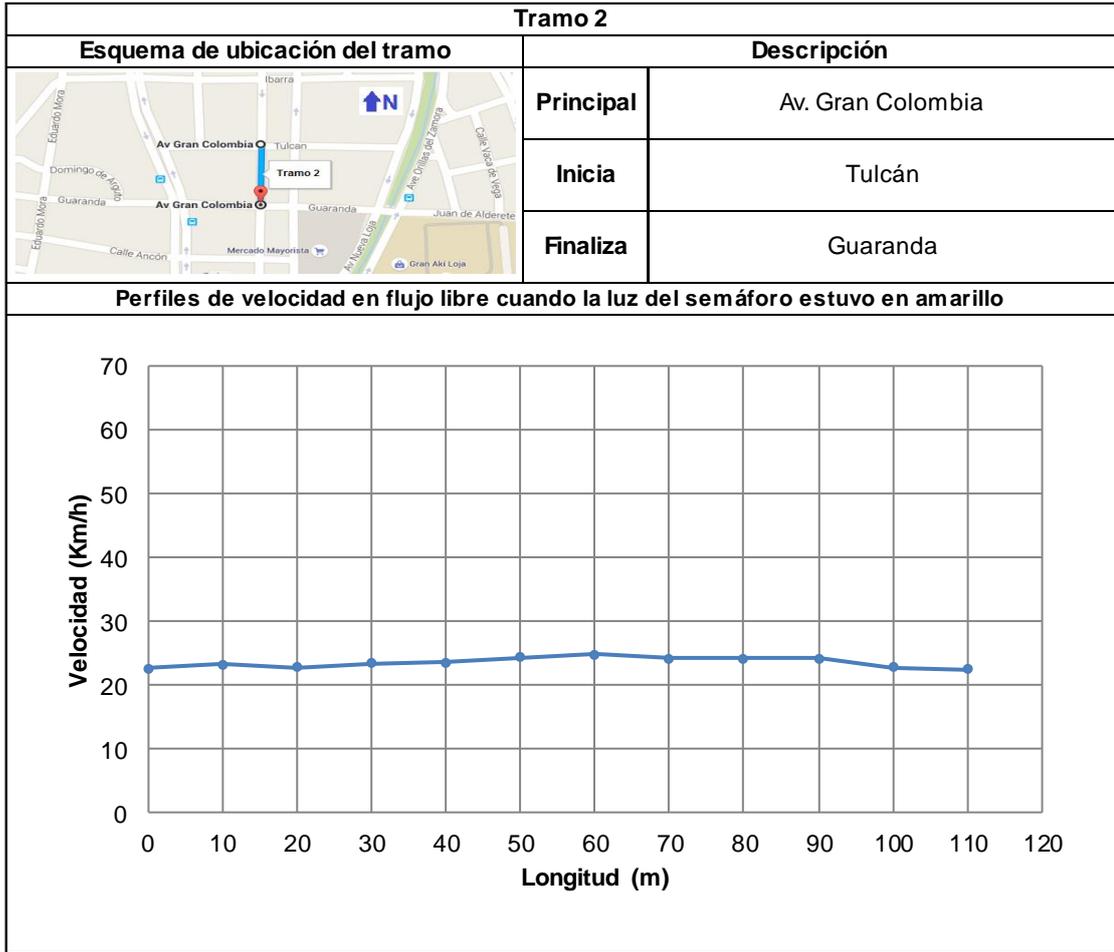
Tramo 2		
Esquema de ubicación del tramo	Descripción	
	Principal	Av. Gran Colombia
	Inicia	Tulcán
	Finaliza	Guaranda

Perfiles de velocidad de los 45 conductores



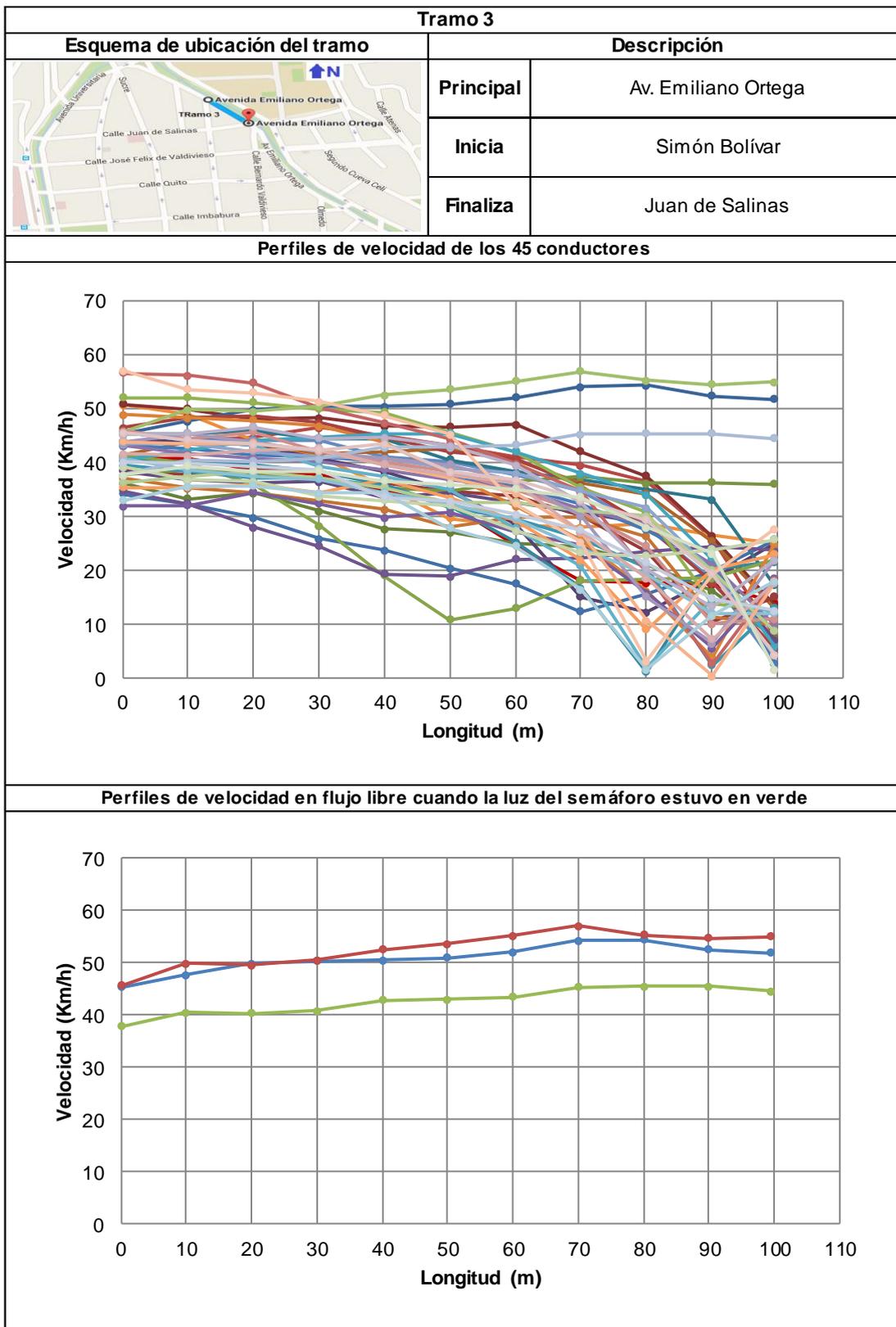
Perfiles de velocidad en flujo libre cuando la luz del semáforo estuvo en rojo

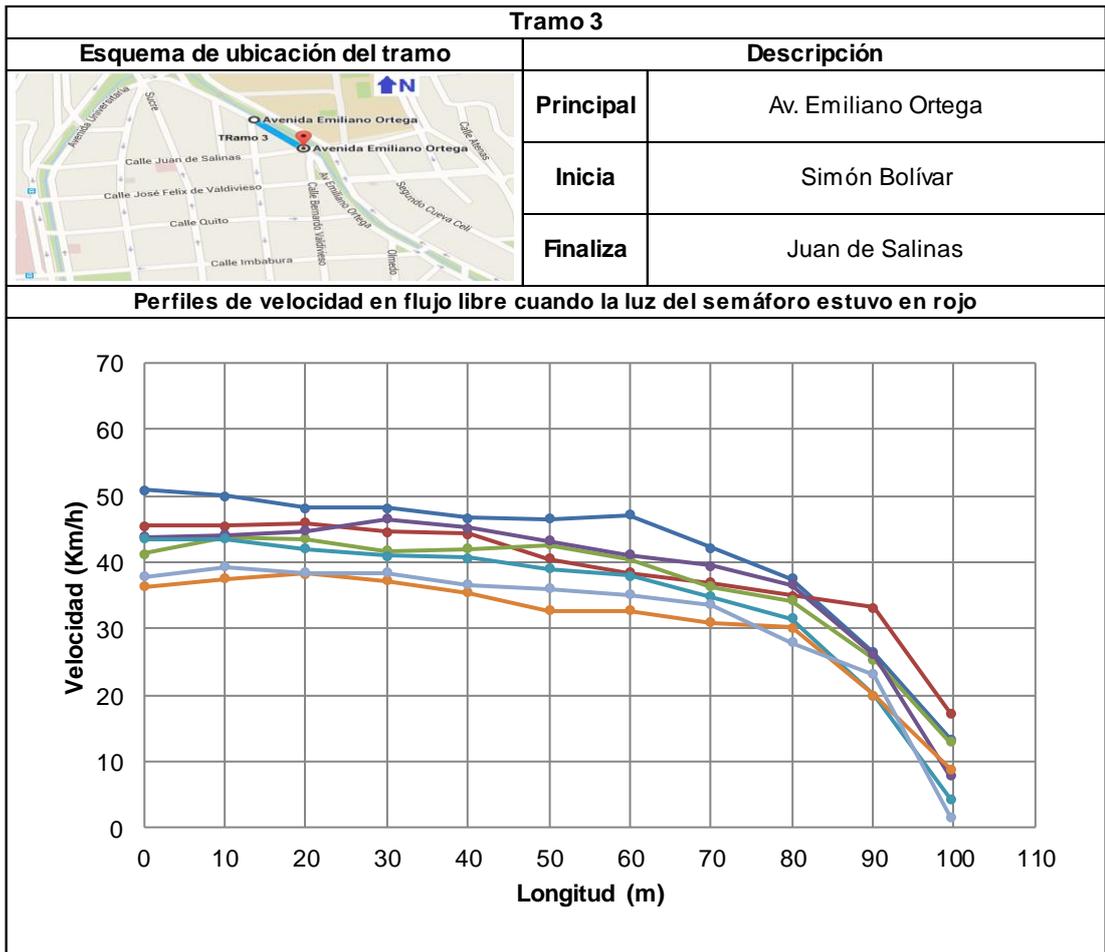




Tramo 3																
Esquema de ubicación del tramo										Descripción						
										Principal			Av. Emiliano Ortega			
										Inicia			Simón Bolívar			
										Finaliza			Juan de Salinas			
# De conductor	Velocidad (Km/h)	Longitud (m)											Luz del semáforo			
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	99,6	V	R	A	
C1		40,9	40,8	38,8	37,7	34,8	32,3	24,9	18,2	17,7	17,5	14,2				
C2		50,9	49,9	48,1	48,3	46,8	46,6	47,1	42,2	37,6	26,4	13,5		x		
C3		36,2	33,4	34,4	31,0	27,7	27,2	25,1	24,4	21,1	16,3	7,5				
C4		43,9	44,1	43,2	40,9	38,3	34,6	28,7	15,2	12,4	18,4	25,1				
C5		45,5	45,5	46,0	44,6	44,4	40,5	38,4	36,9	35,0	33,1	17,4		x		
C6		41,3	43,9	43,5	41,8	42,1	42,7	40,5	36,3	34,2	25,4	12,9		x		
C7		45,3	47,7	49,8	50,4	50,4	50,9	52,1	54,1	54,4	52,5	51,9	x			
C8		38,7	37,9	39,0	38,5	36,2	34,7	33,8	30,3	23,7	10,5	15,2				
C9		37,7	38,8	38,0	36,9	35,5	34,7	36,5	37,4	36,3	36,4	36,1				
C10		38,4	36,9	36,4	36,5	33,5	34,6	32,7	30,8	28,7	20,9	7,1				
C11		40,5	40,1	39,6	38,5	36,0	32,1	25,3	16,8	1,2	20,2	21,7				
C12		37,2	35,2	34,5	33,0	31,4	28,1	29,9	30,0	26,4	11,5	9,9				
C13		34,3	32,3	29,8	26,0	23,7	20,4	17,7	12,5	15,7	20,0	25,8				
C14		46,5	48,4	48,7	47,4	44,9	42,1	40,7	35,8	28,5	17,8	5,7				
C15		41,4	40,0	36,0	28,3	19,2	11,0	13,1	18,2	18,4	18,6	22,0				
C16		34,8	32,5	28,1	24,5	19,4	19,0	22,1	22,5	23,7	24,4	23,8				
C17		39,5	38,3	37,1	37,2	35,6	31,7	29,5	26,1	20,4	2,5	13,2				
C18		48,9	48,4	47,9	46,8	43,9	37,9	31,9	25,8	16,2	3,9	25,0				
C19		43,1	42,7	41,4	41,1	40,2	37,2	35,6	32,2	27,7	21,1	2,9				
C20		43,9	44,2	44,7	46,5	45,2	43,3	41,2	39,6	36,7	26,1	7,8		x		
C21		52,2	52,2	51,2	49,9	49,4	45,7	42,1	35,4	30,8	14,0	12,6				
C22		32,0	32,2	34,6	32,4	29,8	30,8	27,3	24,8	15,9	5,6	18,4				
C23		40,5	42,3	44,2	44,6	45,4	45,4	42,1	38,1	34,2	22,1	5,9				
C24		50,8	48,9	44,2	41,3	35,6	29,7	28,4	28,0	28,7	26,5	25,2				
C25		45,8	44,3	44,3	44,2	41,2	40,1	37,8	34,9	28,0	18,5	2,7				
C26		56,7	56,2	54,8	50,4	47,4	44,4	39,8	34,7	19,6	2,8	18,2				
C27		45,5	49,9	49,6	50,4	52,5	53,6	55,1	56,9	55,3	54,6	54,9	x			
C28		43,1	41,7	40,9	40,4	38,8	36,8	35,3	31,5	28,6	21,0	10,0				
C29		45,6	44,1	43,2	39,5	37,4	35,2	27,9	20,9	2,0	14,7	12,3				
C30		35,5	35,4	35,9	34,3	36,8	33,5	29,5	22,1	9,1	20,2	23,0				
C31		43,5	43,6	42,1	41,1	40,8	39,0	38,1	34,9	31,6	20,0	4,4		x		
C32		45,9	44,4	45,8	42,1	40,1	38,5	35,1	30,7	24,6	10,2	11,1				
C33		36,4	37,5	38,4	37,2	35,5	32,8	32,7	31,0	30,2	20,0	8,9		x		
C34		43,8	45,4	44,0	42,0	40,8	39,7	36,5	30,1	15,2	6,6	22,0				
C35		40,9	38,7	37,6	37,0	34,6	32,5	29,6	24,2	19,3	12,2	12,2				
C36		44,0	43,4	43,6	42,3	39,6	37,4	34,5	27,2	10,8	0,5	18,0				
C37		37,8	40,4	40,3	40,8	42,9	42,9	43,4	45,3	45,4	45,5	44,5	x			
C38		41,7	41,4	42,4	42,7	39,6	37,8	36,3	27,1	18,7	7,2	17,7				
C39		39,3	36,8	36,5	33,8	33,0	32,1	27,4	23,4	22,7	24,0	25,7				
C40		45,3	45,4	46,7	44,5	44,7	43,2	39,6	32,7	20,3	13,3	22,0				
C41		33,0	35,6	35,7	34,3	34,4	27,9	24,6	16,5	1,7	11,8	18,0				
C42		57,1	53,7	53,0	51,3	48,8	45,4	32,5	25,4	3,3	19,4	27,8				
C43		40,1	40,0	39,5	38,8	33,6	32,9	30,5	27,6	21,6	14,9	12,6				
C44		45,6	44,3	43,5	42,4	43,5	38,3	36,8	33,2	29,5	19,4	4,5				
C45		37,8	39,4	38,4	38,5	36,7	36,1	35,2	33,6	28,0	23,2	1,6		x		

V = Verde
A = Amarillo
R = Rojo
X = Recorrido en flujo libre



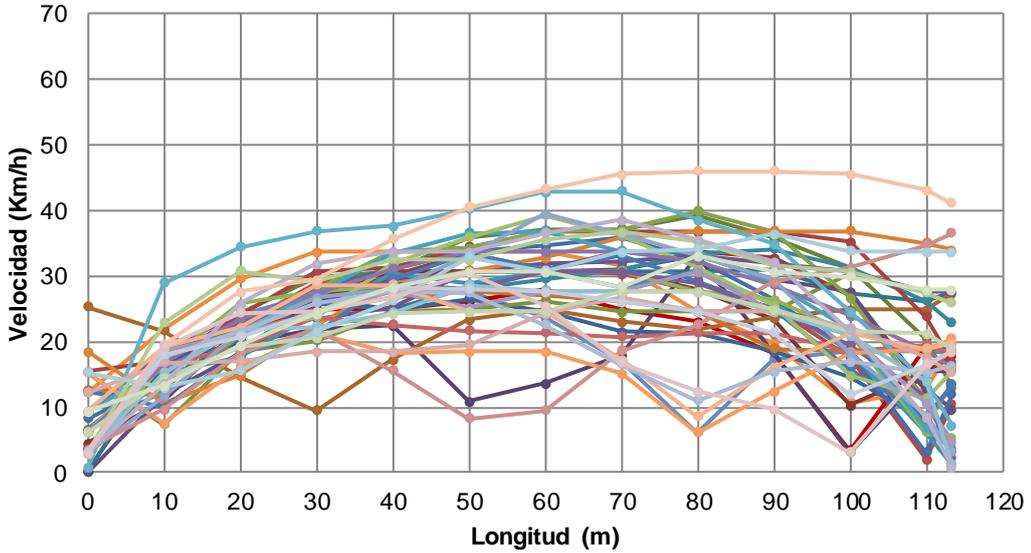


Tramo 4																	
Esquema de ubicación del tramo					Descripción												
					Principal					José Félix de Valdivieso							
					Inicia					18 de Noviembre							
					Finaliza					Av. Universitaria							
# De conductor	Velocidad (Km/h)	Longitud (m)													Luz del semáforo		
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	113	V	R	A
C1		3,5	14,9	22,0	24,9	25,1	26,0	27,9	24,9	23,1	18,3	3,4	19,0	18,7			
C2		4,4	10,8	22,2	27,5	30,7	30,6	30,6	30,6	27,9	23,4	10,2	15,5	17,6			
C3		6,5	12,3	24,3	29,8	30,8	36,0	36,9	37,1	39,2	35,8	31,2	20,4	13,0			x
C4		0,2	17,1	19,8	21,8	22,5	10,8	13,6	17,8	33,0	18,3	3,1	15,4	15,5			
C5		0,1	18,4	18,8	25,9	24,9	28,1	30,6	30,7	30,8	31,0	27,3	26,2	27,6	x		
C6		25,3	21,7	14,7	9,5	17,2	23,2	24,9	23,0	21,9	23,5	24,9	24,8	27,3			
C7		3,3	16,1	22,3	26,5	24,8	26,4	24,6	21,4	21,4	18,5	14,6	8,0	13,4			
C8		3,7	17,1	22,1	26,4	30,1	33,4	30,9	33,7	33,6	32,7	26,9	12,5	3,2		x	
C9		15,2	7,4	18,4	20,2	24,5	25,0	26,1	24,6	24,6	24,6	30,3	27,6	27,6			
C10		0,0	11,8	18,3	25,7	29,5	30,7	30,6	31,1	33,0	29,3	27,6	12,8	9,6			
C11		3,4	17,7	22,4	27,9	27,8	27,8	29,5	31,1	33,4	34,1	31,2	26,1	22,8			
C12		12,5	13,0	21,1	24,5	26,8	27,5	27,0	26,0	24,6	18,8	18,4	7,2	13,6			
C13		8,2	14,0	20,3	27,6	31,2	33,7	34,6	35,9	32,5	26,4	18,5	3,0	11,9			
C14		15,4	17,0	23,9	30,5	31,2	34,4	36,7	36,7	36,6	36,7	35,2	23,8	16,9		x	
C15		12,2	11,9	21,1	27,9	33,7	34,2	36,8	37,1	39,8	36,7	26,7	10,9	3,4			
C16		9,1	18,4	24,3	23,4	25,1	30,6	31,8	32,1	33,1	31,8	30,7	27,5	27,5	x		
C17		3,0	15,3	17,5	24,2	30,3	28,8	30,7	28,2	30,7	25,8	18,4	6,1	1,2			
C18		18,4	10,6	14,7	22,3	28,8	30,7	32,8	35,9	36,9	36,8	36,8	35,0	33,9			
C19		12,4	9,9	18,2	21,4	29,5	33,5	31,0	33,0	29,3	25,0	15,9	8,6	13,4			
C20		3,2	17,0	22,4	28,9	30,7	30,7	30,7	30,4	27,6	25,1	17,6	2,0	10,4			
C21		3,0	16,8	25,7	27,6	28,4	30,7	30,6	30,7	27,7	26,3	21,3	6,1	5,2		x	
C22		9,3	18,5	22,8	28,2	28,7	27,8	30,7	30,6	28,9	24,9	19,5	11,4	2,4		x	
C23		9,3	15,7	21,6	27,2	33,5	36,6	36,8	33,8	33,6	28,8	21,9	6,7	3,7			
C24		12,2	21,9	29,5	33,6	33,6	33,6	33,7	31,5	24,6	19,8	10,8	12,8	19,5			
C25		6,6	15,7	24,0	27,5	27,5	27,5	23,6	17,0	6,1	17,4	18,4	18,4	18,3			
C26		6,1	16,3	19,1	23,8	22,5	21,6	21,4	20,7	21,3	21,2	18,4	19,4	18,4			
C27		6,1	17,8	21,4	23,7	31,8	36,0	39,2	36,2	31,4	25,4	14,7	11,3	15,5			
C28		6,1	16,6	23,4	27,4	31,0	33,6	33,6	33,6	32,3	28,6	23,9	18,4	16,1			
C29		0,6	28,9	34,5	36,9	37,6	40,2	42,8	42,9	38,5	34,8	24,5	14,0	7,2		x	
C30		15,3	7,6	16,1	21,2	18,3	18,5	18,4	15,2	6,2	12,4	18,4	18,7	20,5			
C31		3,0	11,6	21,5	26,6	28,1	33,0	39,5	36,4	33,0	29,5	18,1	8,7	3,1			
C32		3,6	9,7	18,3	21,7	15,6	8,2	9,5	18,7	22,6	29,0	31,2	34,7	36,5			
C33		3,0	22,9	30,8	29,1	32,6	32,4	35,4	36,7	35,1	31,7	30,6	27,4	25,8	x		
C34		3,1	18,4	21,1	24,3	27,6	25,2	27,6	27,6	30,5	24,6	21,0	10,5	4,7		x	
C35		3,0	15,3	21,9	22,2	24,4	28,6	27,7	27,5	27,5	24,6	20,9	13,9	1,3			
C36		9,3	19,1	22,1	28,6	28,6	24,5	24,5	17,2	8,5	16,0	21,4	18,8	19,6			
C37		3,0	17,7	21,5	25,9	27,6	27,4	22,5	16,4	11,0	15,5	16,9	15,3	16,4			
C38		12,2	16,8	17,1	18,4	18,5	19,5	24,2	26,8	24,6	24,6	22,1	17,6	15,3			
C39		6,2	14,3	19,2	20,6	24,3	24,5	24,5	27,5	27,6	24,9	21,5	21,1	18,9			
C40		3,0	13,4	25,8	31,9	33,7	33,7	36,6	38,6	35,5	32,1	21,6	8,5	0,8		x	
C41		15,2	13,0	15,6	21,5	26,1	32,9	30,7	33,6	34,2	36,3	33,8	33,6	33,6			
C42		3,0	19,5	27,5	29,4	35,6	40,5	43,2	45,6	46,0	46,0	45,6	43,1	41,0	x		
C43		3,2	18,1	20,7	24,5	28,1	28,0	27,6	26,0	24,6	21,4	12,0	16,5	18,6			
C44		3,0	19,3	24,4	24,5	26,9	30,4	25,5	16,8	12,4	9,6	3,1	16,5	18,5			
C45		9,3	13,2	19,4	24,2	28,2	30,6	30,7	28,3	33,1	30,6	29,9	27,8	27,8	x		

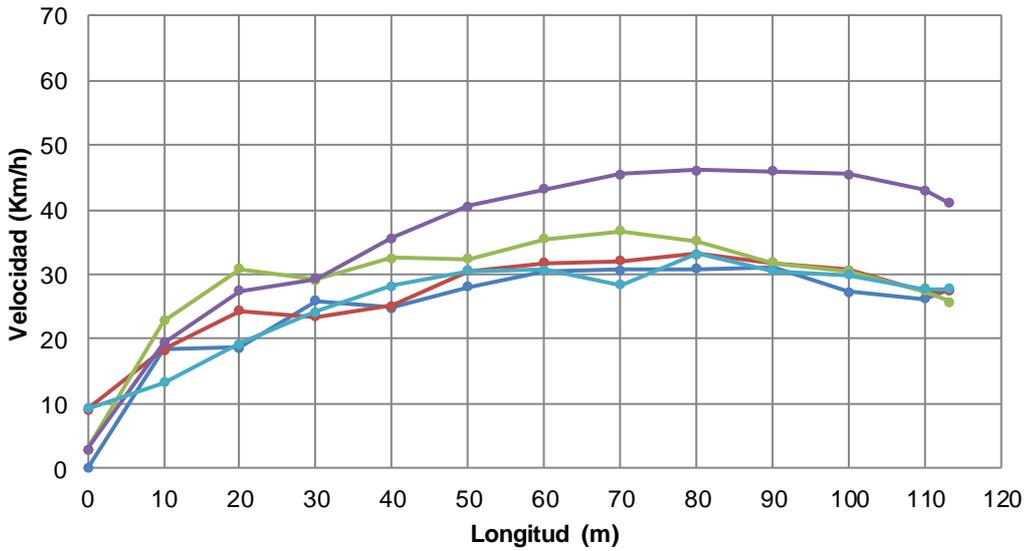
V = Verde
A = Amarillo
R = Rojo
X = Recorrido en flujo libre

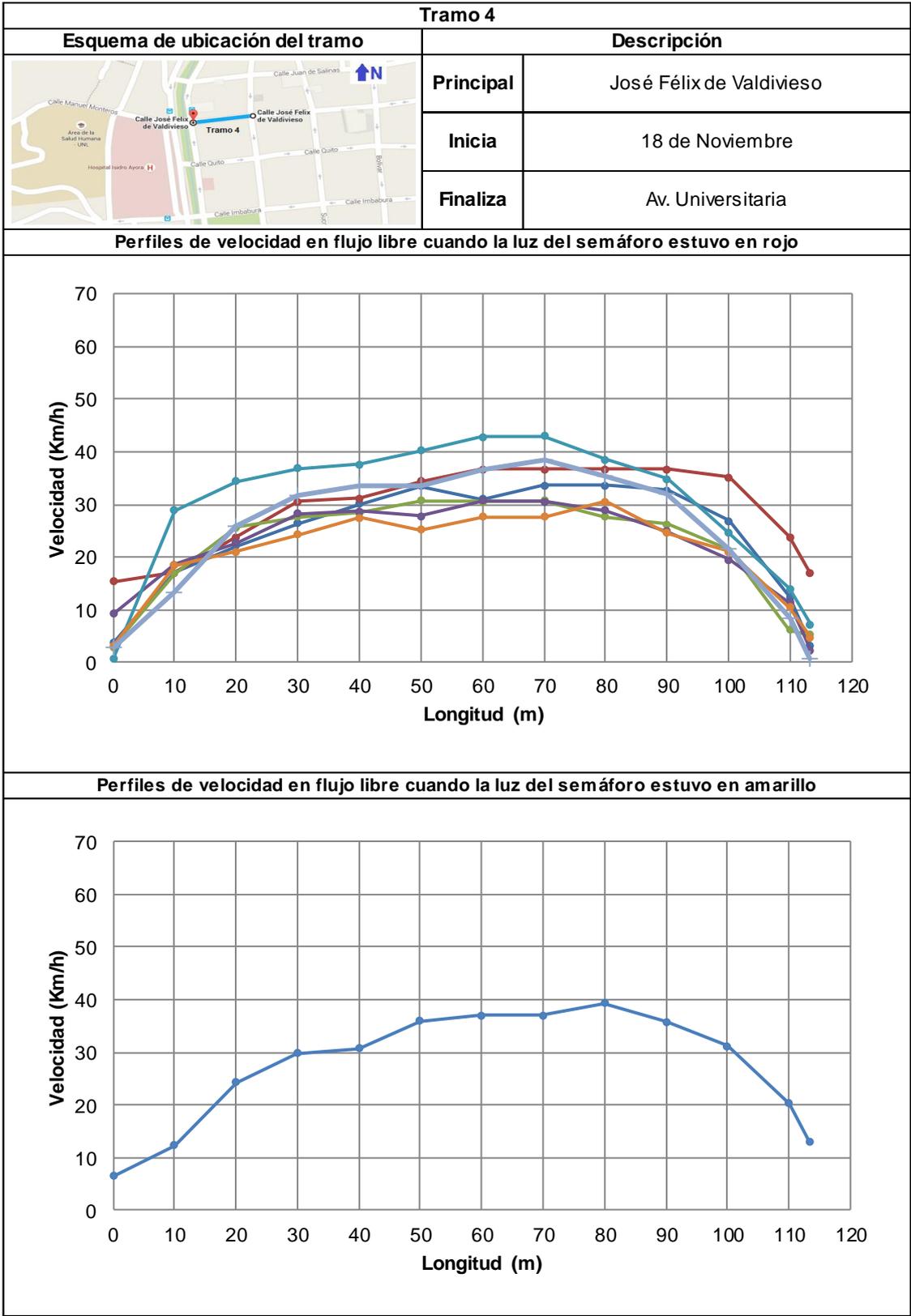
Tramo 4		
Esquema de ubicación del tramo	Descripción	
	Principal	José Félix de Valdivieso
	Inicia	18 de Noviembre
	Finaliza	Av. Universitaria

Perfiles de velocidad de los 45 conductores



Perfiles de velocidad en flujo libre cuando la luz del semáforo estuvo en verde



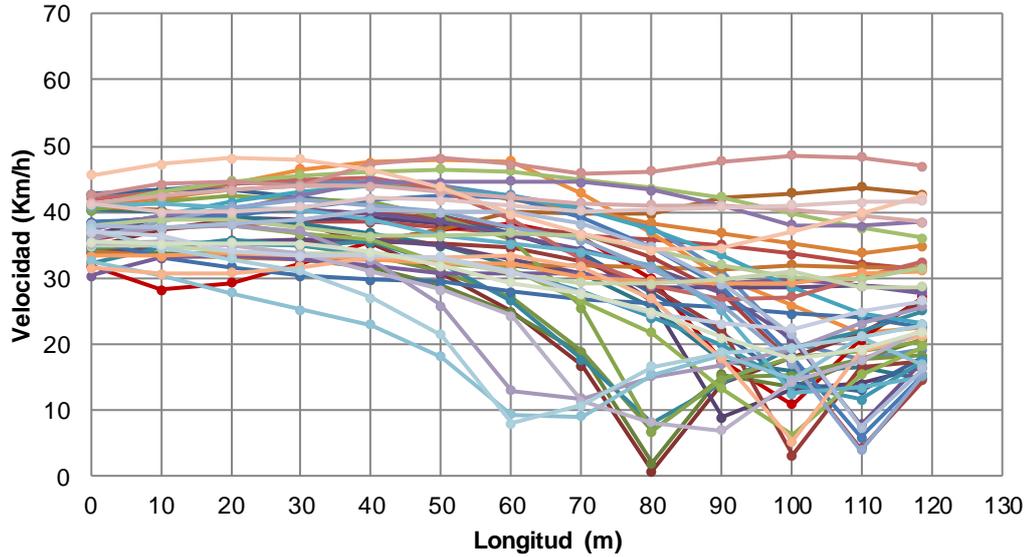


Tramo 5																			
Esquema de ubicación del tramo										Descripción									
										Principal					Av. Manuel Agustín Aguirre				
										Inicia					Quito				
										Finaliza					Imbabura				
# De conductor	Velocidad (Km/h)	Longitud (m)													Luz del semáforo				
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	119	V	R	A		
C1		31,9	28,2	29,2	32,2	35,4	37,5	38,4	36,1	30,0	17,5	10,9	20,7	27,2					
C2		34,8	37,4	39,0	38,2	35,1	30,7	24,8	16,8	0,7	14,2	18,1	21,7	26,5					
C3		34,6	33,8	33,6	32,8	31,5	28,8	24,8	18,7	2,0	15,4	13,4	17,8	20,8					
C4		36,3	39,1	39,2	38,7	39,1	38,2	36,7	33,6	26,6	8,9	13,2	14,0	16,5					
C5		40,3	40,1	39,4	38,3	36,8	34,8	31,9	30,7	25,6	17,6	15,9	16,6	14,7					
C6		40,8	40,3	38,4	36,9	35,7	37,3	40,0	39,7	39,6	42,0	42,9	43,7	42,7					
C7		42,7	43,5	43,2	42,1	41,3	39,6	36,8	33,7	27,8	21,6	14,2	13,0	18,2					
C8		33,8	34,7	35,4	35,5	35,5	35,2	34,6	32,7	28,6	22,1	3,2	16,4	17,4					
C9		34,5	35,2	35,3	34,8	33,5	31,0	27,2	18,9	6,8	15,1	15,3	17,6	18,3					
C10		33,7	34,6	35,7	35,9	36,0	35,0	32,9	30,6	28,6	28,6	28,7	28,8	28,4					
C11		32,3	34,7	35,8	35,0	35,5	32,3	26,6	17,7	8,1	14,2	19,5	21,9	25,0					
C12		33,9	33,4	33,2	33,0	32,9	32,6	32,0	31,8	31,5	31,4	31,9	31,8	31,6					
C13		35,8	33,2	31,7	30,4	29,7	29,4	28,0	26,9	26,1	25,6	24,7	24,0	22,7					
C14		38,2	39,1	40,0	40,2	39,9	39,2	37,6	36,6	33,1	27,7	17,2	4,3	14,5		x			
C15		40,2	41,6	42,5	41,9	41,5	39,3	35,8	25,5	6,8	14,7	18,2	19,0	20,5					
C16		38,3	39,1	40,0	40,3	39,9	38,7	36,4	34,3	31,6	27,6	20,7	7,9	17,5					
C17		34,5	35,4	35,1	35,1	33,8	32,9	30,9	27,9	24,1	19,9	13,7	11,7	17,6					
C18		40,9	42,2	43,4	44,0	44,1	43,6	41,9	40,3	38,4	36,7	35,1	33,8	34,8	x				
C19		38,4	38,8	39,5	40,8	42,0	42,5	42,1	39,2	34,5	28,6	18,1	6,0	15,5		x			
C20		35,7	37,3	38,2	38,7	38,5	37,7	36,9	36,3	35,8	35,0	33,6	32,2	31,5					
C21		36,5	37,6	38,0	36,7	35,9	32,2	31,3	26,6	21,8	13,3	6,3	15,4	19,6					
C22		30,3	33,0	33,4	32,9	32,0	30,8	30,7	30,6	29,6	29,1	29,9	28,9	27,8					
C23		37,5	39,5	41,6	43,0	43,9	43,5	42,4	40,4	37,3	33,5	28,6	24,6	23,1					
C24		40,3	41,6	44,4	46,5	47,5	47,9	47,7	42,8	36,8	30,0	25,7	21,7	22,5					
C25		42,5	43,4	44,3	44,7	44,5	43,9	42,6	40,6	37,5	31,0	20,2	17,6	19,1					
C26		42,0	43,0	44,1	44,9	45,0	43,4	38,8	32,8	28,9	26,9	27,2	30,1	32,5					
C27		41,1	43,0	44,6	45,6	46,0	46,5	46,1	45,0	43,6	42,3	39,8	37,6	36,0	x				
C28		37,2	39,3	40,5	42,4	44,7	44,6	44,6	44,5	43,3	40,9	38,1	37,8	38,5	x				
C29		40,9	41,4	40,6	40,3	38,7	36,5	35,1	33,9	31,9	25,1	12,5	13,5	15,1					
C30		33,4	33,4	33,7	33,5	32,9	32,2	32,2	30,2	29,6	29,2	29,3	30,8	31,1	x				
C31		35,9	38,4	40,7	41,8	41,0	39,9	37,6	35,8	31,3	25,8	17,1	4,0	15,4		x			
C32		42,5	44,2	44,6	44,1	47,2	48,1	47,3	45,9	46,2	47,7	48,5	48,3	46,9					
C33		38,0	38,7	38,9	37,7	36,4	36,4	36,8	36,4	34,3	32,0	30,2	29,9	31,6					
C34		36,2	37,6	38,0	37,1	32,7	25,8	13,0	11,8	15,2	16,9	19,3	23,1	25,7					
C35		32,6	30,5	27,8	25,2	22,9	18,2	9,4	9,1	15,4	18,3	14,7	21,2	16,9					
C36		31,5	30,6	30,8	31,7	33,2	33,0	33,3	31,6	26,9	17,8	5,3	18,9	21,3					
C37		38,1	37,6	38,2	38,9	40,4	40,0	40,2	38,1	34,7	29,2	21,5	7,4	16,3					
C38		41,3	42,4	43,4	44,0	43,9	43,0	42,2	41,3	41,0	41,1	40,4	39,4	38,5	x				
C39		34,8	34,9	34,2	33,8	33,7	32,9	30,6	29,3	29,1	29,9	30,9	28,7	28,7					
C40		35,2	35,5	34,9	33,8	30,9	28,2	24,3	11,3	8,1	6,9	14,4	17,5	22,2					
C41		37,4	34,5	32,9	31,1	27,0	21,4	8,0	10,8	16,6	18,8	19,5	21,2	22,9					
C42		45,6	47,2	48,2	47,9	46,3	43,7	39,7	36,6	34,3	34,5	37,1	39,8	42,5					
C43		36,9	36,3	34,1	33,4	33,4	33,3	30,9	27,8	24,6	23,2	22,4	24,9	26,5					
C44		41,1	39,9	40,0	40,8	42,1	41,8	41,1	40,2	40,2	40,7	41,0	41,6	41,7	x				
C45		35,5	35,1	35,4	35,2	34,0	31,9	29,3	27,7	24,9	21,1	17,8	19,3	21,9					

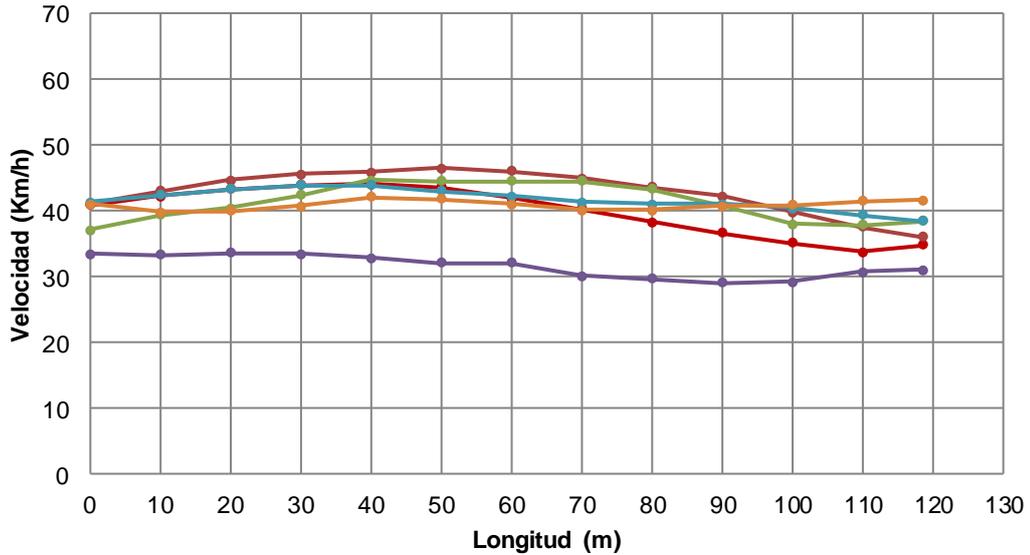
V = Verde
A = Amarillo
R = Rojo
X = Recorrido en flujo libre

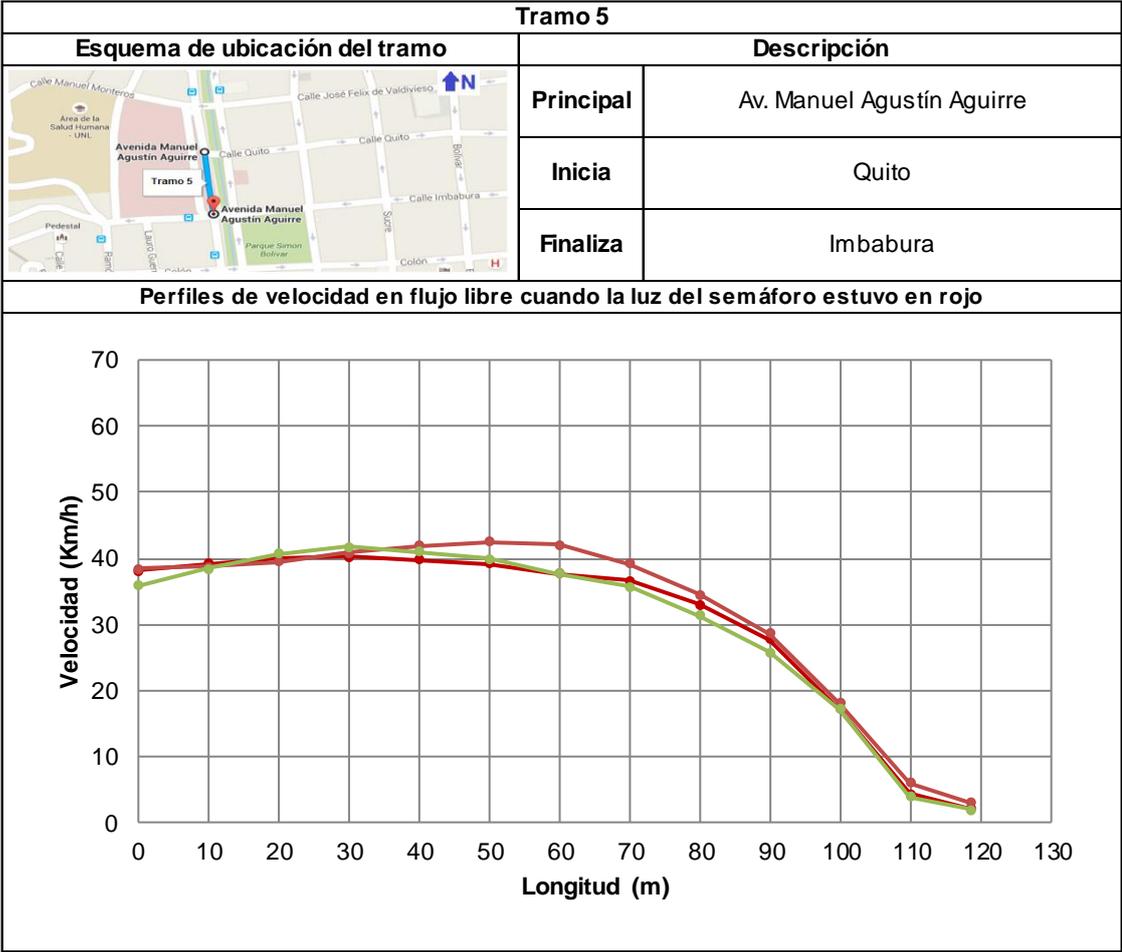
Tramo 5		
Esquema de ubicación del tramo	Descripción	
	Principal	Av. Manuel Agustín Aguirre
	Inicia	Quito
	Finaliza	Imbabura

Perfiles de velocidad de los 45 conductores



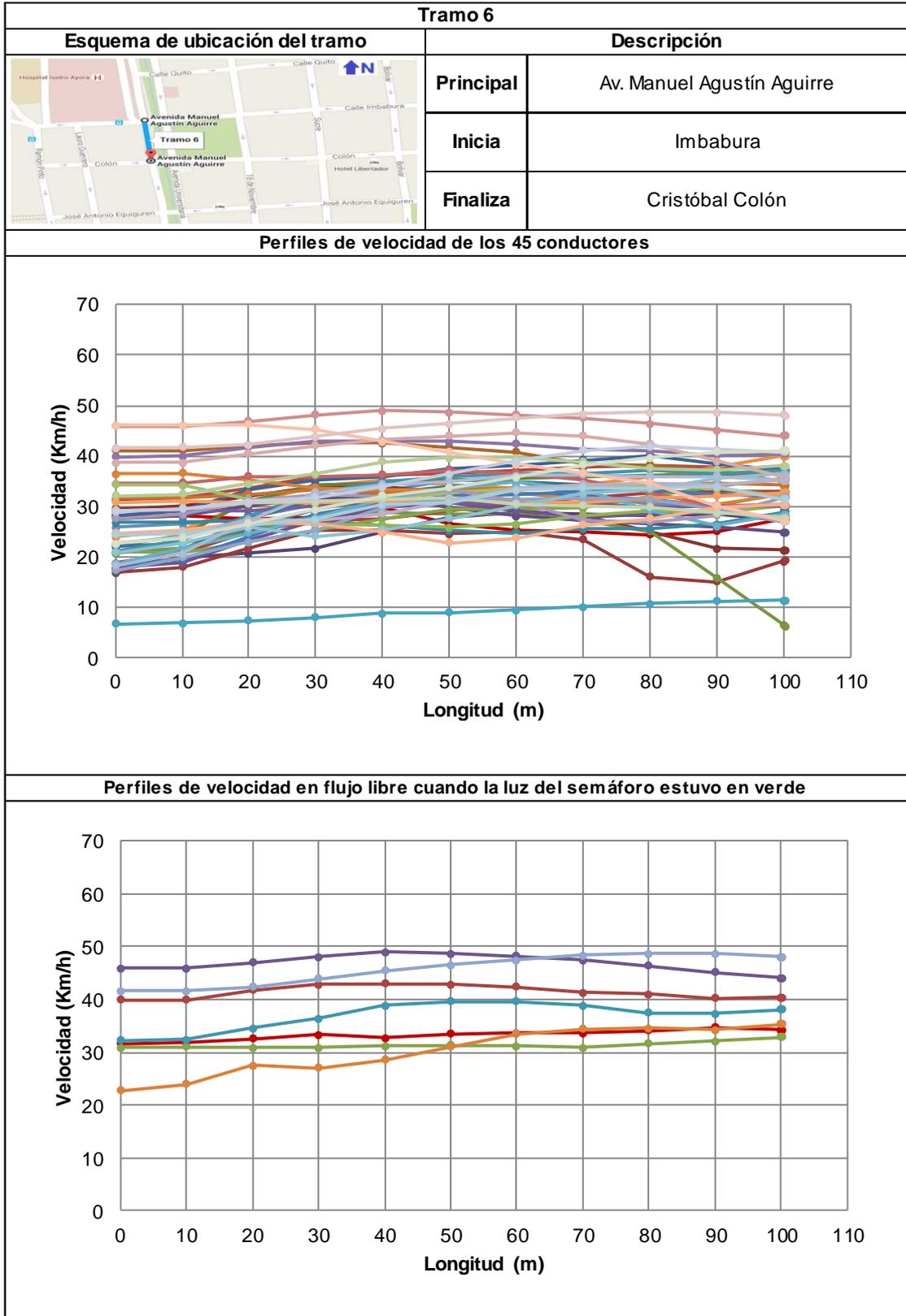
Perfiles de velocidad en flujo libre cuando la luz del semáforo estuvo en verde





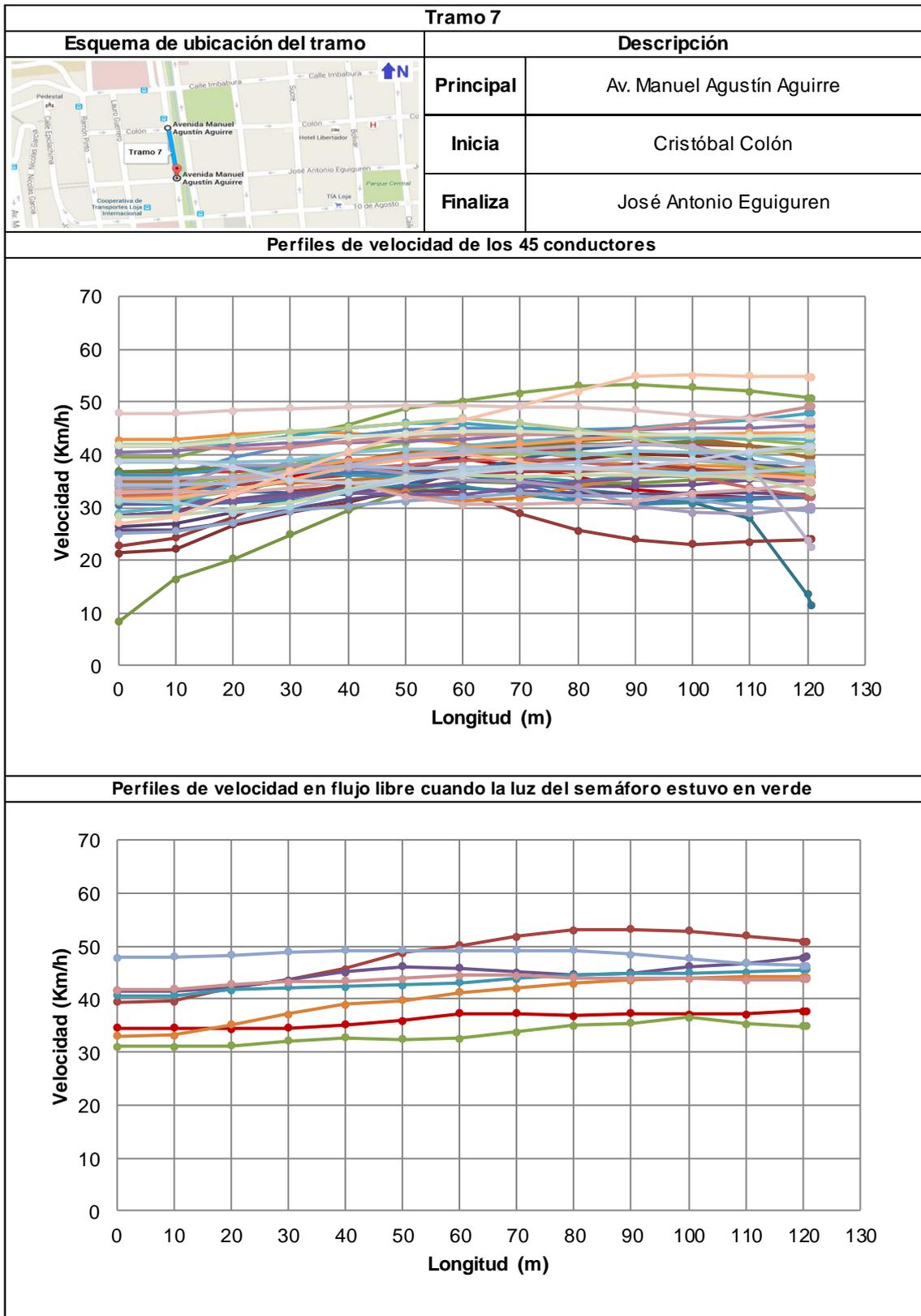
Tramo 6																
Esquema de ubicación del tramo										Descripción						
										Principal		Av. Manuel Agustín Aguirre				
										Inicia		Imbabura				
										Finaliza		Cristóbal Colón				
# De conductor	Velocidad (Km/h)	Longitud (m)											Luz del semáforo			
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	100,2	V	R	A
C1		28,3	28,3	27,7	27,7	29,9	26,5	25,4	25,0	24,4	25,1	27,4	27,5			
C2		29,5	30,0	32,2	33,9	34,1	32,8	29,2	28,2	25,0	21,6	21,4	21,4			
C3		22,2	24,3	30,9	34,3	34,6	35,1	35,6	35,9	36,1	36,3	36,5	36,5			
C4		17,9	19,8	20,7	21,7	24,9	27,7	28,7	28,5	28,1	28,5	27,3	27,3			
C5		16,8	21,4	27,6	31,3	32,5	34,1	34,9	34,3	32,9	32,4	31,9	31,9			
C6		41,1	41,2	42,1	42,6	42,5	41,8	40,8	38,6	38,2	37,3	34,9	34,9			
C7		28,1	29,2	33,4	35,2	35,9	37,4	38,3	39,2	40,1	38,4	37,2	37,1			
C8		17,1	18,1	21,7	25,2	25,2	24,5	25,1	23,4	16,1	15,2	19,2	19,3			
C9		20,7	21,9	25,3	28,0	28,9	28,6	28,4	27,2	25,0	15,9	6,6	6,3			
C10		27,6	28,1	30,1	31,8	32,0	29,8	28,1	27,3	26,7	25,9	24,9	24,8			
C11		26,9	27,1	27,2	27,2	26,2	25,3	24,8	25,6	25,5	26,5	28,9	29,0			
C12		31,7	31,8	32,5	33,4	32,8	33,5	33,7	33,6	34,1	34,7	34,3	34,3	x		
C13		22,1	22,8	25,7	29,5	31,7	32,7	32,7	32,2	31,3	30,0	30,0	30,1			
C14		18,8	20,9	24,9	27,1	27,6	29,3	30,7	31,9	32,6	33,1	32,9	32,9			
C15		21,0	20,7	22,9	25,1	27,7	29,4	29,5	29,6	31,9	33,8	35,7	35,8			
C16		17,8	18,9	23,2	27,1	29,8	30,8	29,2	28,0	28,4	28,8	28,0	28,0			
C17		21,1	23,3	28,3	32,7	34,9	35,9	36,4	36,6	37,3	36,5	37,2	37,2			
C18		36,5	36,5	35,1	33,8	33,4	33,3	32,7	31,3	31,1	30,3	32,2	32,3			
C19		18,6	19,6	24,0	28,6	30,7	32,2	32,4	33,1	33,3	32,3	31,9	31,9			
C20		31,4	31,7	33,6	35,8	36,1	36,6	37,1	37,7	38,0	38,0	37,4	37,4			
C21		24,4	25,1	26,6	26,5	26,3	25,8	26,5	28,3	29,2	28,7	30,2	30,3			
C22		29,1	29,1	29,2	30,0	30,7	30,8	30,4	30,6	29,8	30,2	30,2	30,2			
C23		6,8	7,0	7,5	8,1	8,9	9,1	9,6	10,2	10,8	11,3	11,4	11,4			
C24		23,9	25,2	30,8	34,0	35,3	34,2	33,7	34,3	35,8	37,9	39,9	40,0			
C25		25,8	26,5	28,0	30,5	32,9	35,4	35,0	32,5	30,3	30,1	32,8	32,9			
C26		34,5	34,6	35,9	36,0	36,2	37,3	36,6	35,3	32,7	30,2	30,4	30,4			
C27		34,3	34,2	31,5	30,7	31,8	32,7	33,6	34,1	34,4	33,6	32,0	32,0			
C28		39,9	40,0	41,8	42,8	43,0	42,9	42,4	41,2	41,0	40,2	40,4	40,4	x		
C29		18,6	21,8	24,7	27,8	31,3	33,7	34,9	33,4	29,3	26,2	28,4	28,5			
C30		30,9	31,0	30,9	30,8	31,2	31,3	31,1	30,9	31,7	32,1	32,8	32,8	x		
C31		17,3	19,9	23,0	25,4	29,8	31,8	31,5	31,7	31,2	29,4	27,1	27,0			
C32		45,9	46,0	46,9	48,1	49,0	48,7	48,2	47,5	46,4	45,2	44,0	44,0	x		
C33		32,2	32,4	34,5	36,4	38,8	39,7	39,6	38,8	37,5	37,3	38,1	38,1	x		
C34		27,7	28,5	31,2	32,2	32,0	33,4	31,0	27,4	27,1	28,3	31,8	31,9			
C35		20,9	22,8	25,9	24,1	25,4	27,6	30,2	32,7	33,5	35,4	36,4	36,4			
C36		24,8	25,2	26,9	26,7	24,9	22,8	23,7	26,3	27,6	29,7	30,4	30,4			
C37		18,4	20,8	27,3	32,7	34,3	35,0	36,1	36,2	35,9	35,9	35,1	35,1			
C38		38,7	38,7	40,4	42,1	43,2	44,0	44,7	43,9	42,3	39,1	35,8	35,7			
C39		29,2	29,6	30,7	31,0	31,5	31,7	30,6	30,1	29,8	28,7	27,9	27,9			
C40		22,7	24,0	27,5	27,1	28,6	31,1	33,5	34,4	34,5	34,2	35,2	35,3	x		
C41		24,4	24,8	26,1	27,5	30,4	30,9	33,3	33,7	33,7	33,9	31,5	31,5			
C42		46,0	46,0	46,2	45,3	42,9	40,7	38,3	36,6	34,7	30,3	27,2	27,2			
C43		29,1	29,5	31,1	31,8	33,9	36,4	39,0	41,1	41,9	41,2	40,8	40,8			
C44		41,6	41,7	42,3	43,9	45,5	46,5	47,5	48,3	48,7	48,7	48,1	48,1	x		
C45		22,6	23,8	26,7	29,3	32,1	33,7	35,8	38,3	39,7	40,8	41,2	41,2			

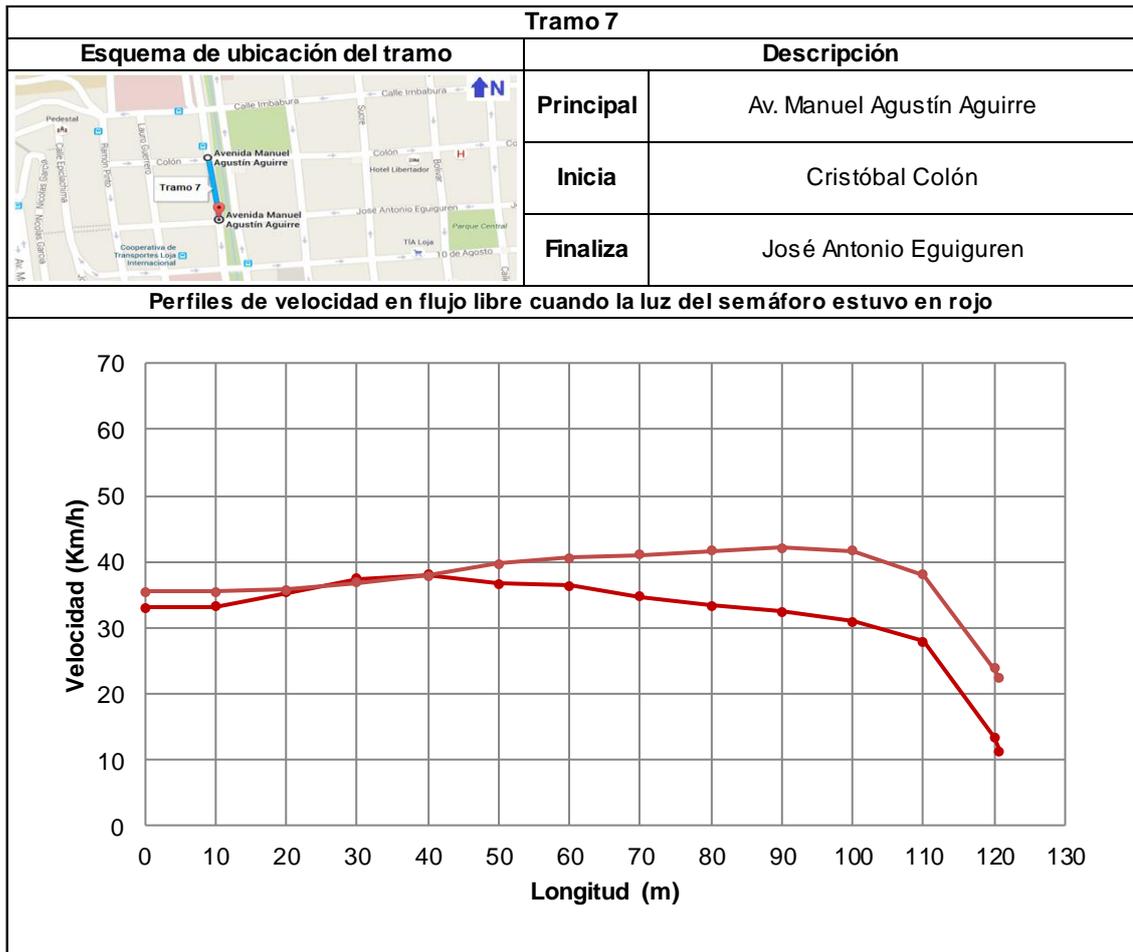
V = Verde
A = Amarillo
R = Rojo
X = Recorrido en flujo libre



Tramo 7																		
Esquema de ubicación del tramo										Descripción								
										Principal			Av. Manuel Agustín Aguirre					
										Inicia			Cristóbal Colón					
										Finaliza			José Antonio Eguiguren					
# De conductor	Velocidad (Km/h)	Longitud (m)														Luz del semáforo		
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	121	V	R	A
C1		28,6	29,2	32,4	35,9	38,4	39,9	39,3	37,8	35,7	33,3	32,4	31,8	32,1	32,2			
C2		21,4	22,1	26,8	29,3	30,9	33,7	37,0	38,5	39,3	40,3	39,7	38,3	36,6	36,5			
C3		36,9	36,9	37,8	38,1	38,5	39,8	40,9	41,7	42,0	42,1	42,6	41,5	40,9	40,8			
C4		26,4	26,9	29,2	31,8	34,5	37,2	39,9	42,3	43,6	43,2	41,2	37,8	35,9	35,7			
C5		33,0	33,2	35,3	37,4	38,0	36,7	36,3	34,6	33,4	32,4	30,9	27,9	13,5	11,4		x	
C6		35,0	35,1	35,9	37,8	38,7	40,5	41,2	41,8	42,6	43,1	43,1	41,6	39,7	39,6			
C7		34,4	34,4	33,0	32,7	32,6	34,3	36,7	39,1	41,0	42,0	41,6	39,0	36,7	36,6			
C8		22,7	24,2	28,2	33,0	34,1	33,3	32,6	28,9	25,6	24,0	23,0	23,5	24,0	24,0			
C9		8,3	16,4	20,3	24,8	29,4	33,2	34,8	34,7	34,6	34,7	35,3	35,7	35,8	35,8			
C10		25,7	25,8	27,2	29,7	31,5	32,7	33,6	33,2	32,7	32,4	32,9	32,9	32,4	32,3			
C11		31,4	31,4	31,3	31,1	32,8	34,3	34,1	32,6	31,1	30,6	30,8	31,5	32,1	32,1			
C12		34,5	34,6	34,4	34,5	35,2	35,9	37,2	37,3	36,8	37,3	37,1	37,1	37,7	37,8	x		
C13		30,5	30,6	30,8	31,8	33,6	35,6	37,1	37,3	37,1	37,0	36,7	36,5	36,7	36,7			
C14		32,8	33,0	34,5	35,2	36,3	37,3	36,5	36,7	37,2	38,3	37,4	36,5	37,1	37,1			
C15		39,5	39,5	42,2	43,6	45,6	48,8	50,2	51,8	53,0	53,2	52,8	52,0	50,8	50,7	x		
C16		28,5	29,2	31,6	32,9	33,2	33,7	35,0	35,2	34,1	34,0	34,4	35,3	35,8	35,9			
C17		36,2	36,3	37,8	37,0	36,2	35,8	36,1	35,7	35,0	36,0	36,0	36,1	37,0	37,0			
C18		32,1	32,3	33,5	34,9	34,5	32,9	31,2	31,9	33,9	35,8	36,6	36,6	36,0	36,0			
C19		34,2	34,2	33,2	35,2	36,9	36,5	36,8	34,8	31,5	30,6	31,8	32,0	32,0	32,0			
C20		36,7	36,8	36,7	37,3	39,0	39,6	39,9	40,4	41,4	42,2	41,9	41,6	40,8	40,8			
C21		34,1	34,3	35,9	37,9	40,5	42,3	43,9	44,5	44,1	44,0	43,5	43,0	42,0	41,9			
C22		31,0	31,1	31,2	32,2	32,7	32,4	32,6	33,8	35,1	35,5	36,6	35,3	34,9	34,9	x		
C23		41,6	41,6	42,1	43,5	45,1	46,1	45,8	45,1	44,6	44,9	46,1	46,7	47,8	47,9	x		
C24		42,8	42,9	43,7	44,3	44,2	43,3	42,0	41,1	39,3	38,0	38,1	37,7	36,9	36,8			
C25		36,2	36,3	39,5	41,8	43,6	44,7	45,1	45,2	44,7	43,1	41,3	38,6	35,9	35,8			
C26		32,6	32,9	35,3	37,0	37,5	38,1	38,8	39,3	38,5	37,6	35,8	33,7	32,2	32,1			
C27		31,1	31,4	33,2	35,2	37,8	39,2	40,3	40,3	40,3	39,5	38,8	38,0	36,6	36,5			
C28		40,6	40,6	41,7	42,2	42,4	42,7	43,0	43,8	44,5	44,8	45,0	45,1	45,5	45,6	x		
C29		29,1	30,0	34,6	38,9	38,9	39,6	41,5	42,8	43,2	43,3	43,3	43,3	43,0	43,0			
C30		33,0	33,2	35,1	37,2	38,9	39,8	41,3	42,1	42,9	43,6	43,9	44,1	44,2	44,2	x		
C31		25,0	25,5	27,3	29,4	30,3	31,1	31,9	32,9	32,2	32,2	31,6	30,1	29,5	29,5			
C32		41,8	41,8	41,1	41,5	42,5	43,5	43,9	43,7	43,8	44,7	46,0	47,2	49,1	49,2			
C33		41,9	41,9	43,2	44,3	45,2	46,0	47,0	46,0	44,7	43,3	41,1	40,4	40,6	40,6			
C34		33,7	34,0	37,9	38,0	37,6	36,5	35,3	34,9	33,8	30,2	29,0	28,9	30,0	30,1			
C35		38,7	38,7	38,7	39,0	40,5	40,9	41,0	40,8	40,0	40,7	40,4	40,1	38,0	37,9			
C36		31,6	31,8	33,4	35,3	37,8	39,1	40,3	38,7	37,5	36,7	35,9	36,1	35,4	35,3			
C37		34,4	34,4	34,5	36,5	38,1	37,5	37,8	37,8	38,5	39,1	38,8	38,5	38,4	38,4			
C38		32,9	32,9	32,7	33,6	34,9	32,1	30,6	30,6	31,1	31,1	32,8	33,5	34,7	34,9			
C39		28,2	28,6	29,8	30,9	33,4	35,8	36,2	35,8	36,1	36,2	36,1	35,6	33,3	33,1			
C40		35,5	35,5	35,8	36,8	37,9	39,7	40,6	41,0	41,6	42,1	41,6	38,0	23,8	22,4		x	
C41		31,3	31,0	29,0	30,2	33,0	35,2	37,2	38,0	37,7	37,0	36,5	36,9	37,3	37,3			
C42		27,1	28,1	32,5	36,9	40,5	43,9	46,7	49,3	52,0	54,9	55,1	54,9	54,7	54,7			
C43		38,8	38,8	37,6	35,1	34,7	35,2	36,4	37,3	37,2	37,6	39,1	40,7	41,6	41,7			
C44		47,9	47,9	48,4	48,9	49,2	49,2	49,2	49,2	49,2	48,5	47,7	46,8	46,4	46,3	x		
C45		41,8	41,8	42,7	43,2	43,5	43,9	44,5	44,4	44,0	43,9	43,9	43,5	43,8	43,8	x		

V = Verde
A = Amarillo
R = Rojo
X = Recorrido en flujo libre





Tramo 8															
Esquema de ubicación del tramo										Descripción					
										Principal		Av. Manuel Agustín Aguirre			
										Inicia		José Antonio Eguiguren			
										Finaliza		10 de agosto			
# De conductor	Velocidad (Km/h)	Longitud (m)											Luz del semáforo		
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	94,3	V	R	A
C1		32,5	32,7	34,2	34,1	33,8	33,0	32,5	31,6	30,5	27,7	25,9			
C2		34,8	34,9	35,0	36,5	37,6	39,1	40,1	37,2	30,0	14,5	6,3			
C3		40,2	40,2	40,3	39,3	37,3	33,9	26,5	12,2	11,2	13,5	15,6			
C4		34,0	34,0	32,9	31,5	30,0	29,4	29,6	30,6	31,0	30,3	29,7			
C5		9,2	16,7	21,2	25,9	30,7	36,7	40,3	42,3	41,5	38,7	37,2			x
C6		40,3	40,3	39,5	38,9	37,8	36,1	37,6	37,6	37,0	36,4	35,8			
C7		36,2	36,2	35,8	35,8	35,5	35,2	33,7	29,9	18,8	13,3	17,9			
C8		24,6	25,6	28,0	29,3	28,9	27,9	28,1	28,2	27,0	24,3	23,3			
C9		33,9	33,9	33,7	34,8	35,7	35,7	35,4	34,8	31,8	23,5	16,9			
C10		32,2	32,2	32,6	34,1	36,2	37,2	37,3	37,3	35,7	35,2	34,9			
C11		33,7	33,8	34,5	34,9	35,8	35,8	35,1	33,8	32,9	33,0	33,2			
C12		35,7	35,7	35,6	35,6	36,4	37,6	38,2	38,2	36,1	29,1	22,5			
C13		37,9	37,9	38,9	40,3	41,3	42,0	41,1	35,8	21,1	10,2	16,1			
C14		36,1	36,1	36,2	36,7	36,9	38,8	38,9	37,4	32,5	18,4	0,8			
C15		44,4	44,5	45,1	45,5	45,4	45,6	44,9	42,3	36,5	25,6	19,9			x
C16		35,0	35,1	35,6	36,5	37,0	36,4	35,2	34,2	33,6	32,1	30,9			
C17		38,0	38,0	38,7	38,4	39,4	39,1	38,5	37,4	36,0	35,8	36,0	x		
C18		36,1	36,1	34,6	33,6	31,3	30,3	30,3	30,3	29,9	29,7	29,9			
C19		32,3	32,4	32,0	32,2	32,7	32,4	32,0	31,6	32,5	33,4	34,1			
C20		40,4	40,5	41,4	41,7	41,8	41,6	40,8	39,7	37,7	36,7	36,2	x		
C21		40,1	40,1	40,0	39,4	38,7	35,7	29,9	22,4	14,1	10,2	14,7			
C22		34,1	34,2	34,8	34,4	34,0	33,3	31,2	27,8	18,3	3,2	16,0			
C23		48,9	48,9	48,9	48,2	45,9	39,9	33,0	29,3	30,5	32,5	33,6			
C24		36,5	36,5	35,7	36,1	35,7	37,2	38,7	39,9	39,9	40,0	40,0			
C25		35,2	35,3	37,6	40,1	43,9	46,7	48,3	48,5	46,9	45,0	44,1			
C26		30,8	30,9	30,6	30,7	30,7	31,5	33,7	35,1	34,9	35,3	34,1			
C27		34,8	34,9	35,2	36,6	37,7	38,3	38,5	39,7	40,3	39,9	39,5			
C28		45,5	45,5	46,0	46,5	46,7	46,5	46,4	45,4	43,3	40,4	38,4			
C29		43,6	43,7	44,5	45,5	46,0	45,6	44,6	42,9	41,3	39,9	39,3			
C30		44,0	44,1	44,2	44,6	44,6	43,8	44,0	43,2	42,7	42,4	42,4	x		
C31		29,6	29,8	31,0	32,1	32,7	32,1	30,8	29,9	28,3	27,4	26,9			
C32		52,8	52,8	53,8	55,6	55,9	56,5	57,6	57,9	58,2	59,0	59,4			x
C33		40,2	40,2	40,8	40,4	38,7	35,5	30,7	23,1	4,2	14,9	18,0		x	
C34		32,0	32,4	34,7	35,0	35,4	35,3	35,2	34,0	32,8	32,3	32,3			
C35		37,3	37,3	37,4	37,3	36,4	36,4	36,3	34,5	32,1	30,5	30,2			
C36		34,8	34,8	34,7	35,0	35,7	35,8	36,3	35,0	32,9	30,5	29,7			
C37		37,1	37,2	37,6	37,4	38,3	38,8	39,6	39,8	39,5	38,8	38,2			
C38		36,4	36,5	37,8	38,3	38,4	38,4	37,8	34,5	21,2	14,8	18,4			
C39		32,1	32,2	32,3	32,9	33,3	32,0	29,7	28,4	24,7	15,9	0,6			x
C40		8,8	18,4	23,7	26,3	29,8	34,8	37,2	37,0	34,7	32,1	31,4			
C41		37,6	37,7	38,7	39,1	39,9	41,2	41,3	39,8	38,3	37,3	37,0			
C42		52,9	52,9	53,1	53,4	53,4	53,6	53,8	51,7	49,6	47,6	46,8			
C43		41,9	41,9	41,5	42,2	43,8	45,3	44,4	44,1	43,6	43,0	42,7	x		
C44		45,3	45,3	44,5	43,4	42,6	42,6	43,7	44,4	44,6	44,5	44,3	x		
C45		43,3	43,3	44,1	44,3	44,2	44,3	43,8	43,5	43,4	43,2	43,0	x		

V = Verde
A = Amarillo
R = Rojo
X = Recorrido en flujo libre

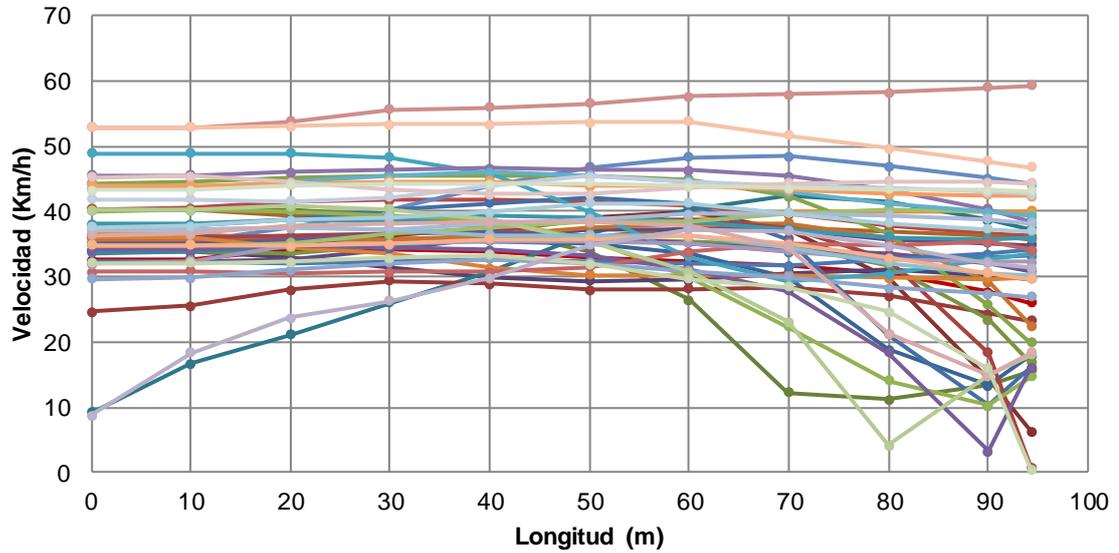
Tramo 8	
Esquema de ubicación del tramo	Descripción
	Principal
	Inicia
	Finaliza

Av. Manuel Agustín Aguirre

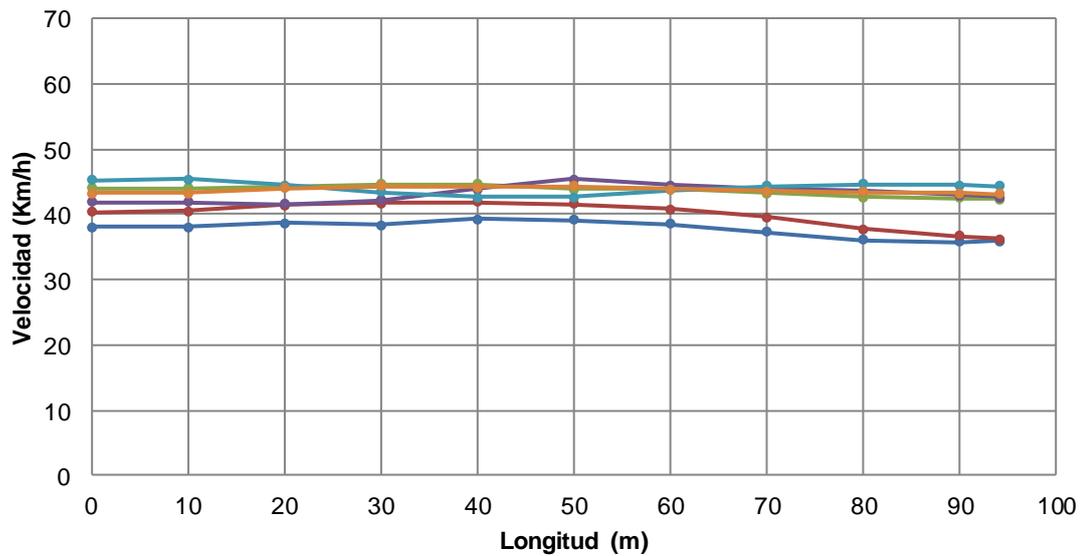
José Antonio Eguiguren

10 de agosto

Perfiles de velocidad de los 45 conductores

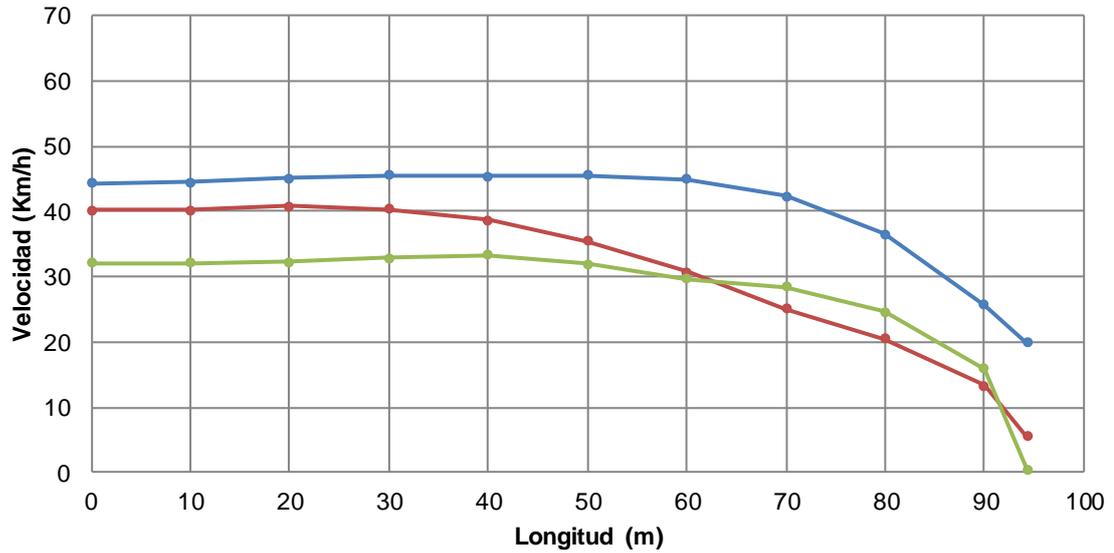


Perfiles de velocidad en flujo libre cuando la luz del semáforo estuvo en verde

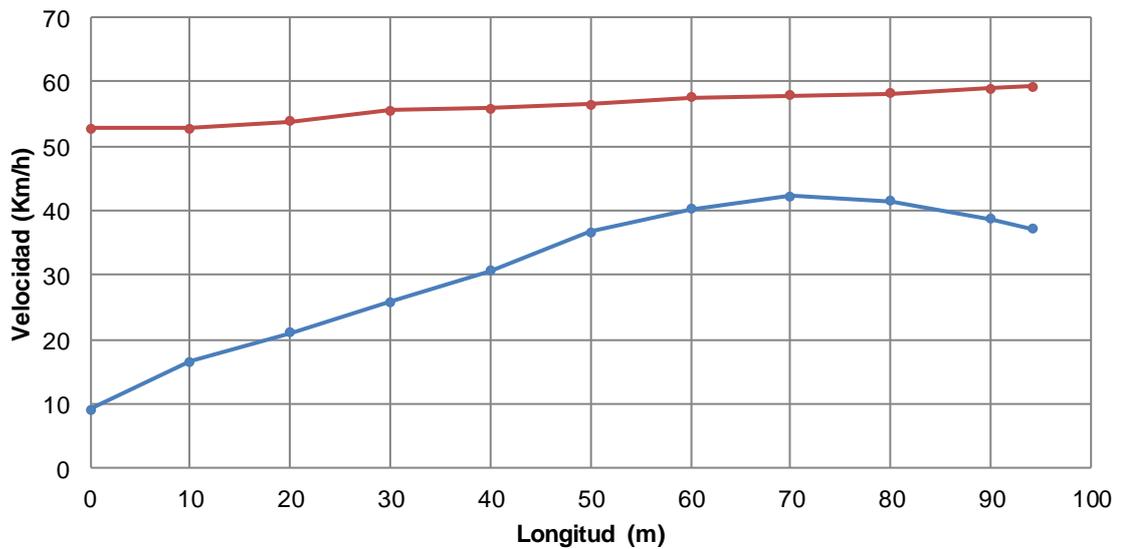


Tramo 8		
Esquema de ubicación del tramo	Descripción	
	Principal	Av. Manuel Agustín Aguirre
	Inicia	José Antonio Eguiguren
	Finaliza	10 de agosto

Perfiles de velocidad en flujo libre cuando la luz del semáforo estuvo en rojo



Perfiles de velocidad en flujo libre cuando la luz del semáforo estuvo en amarillo

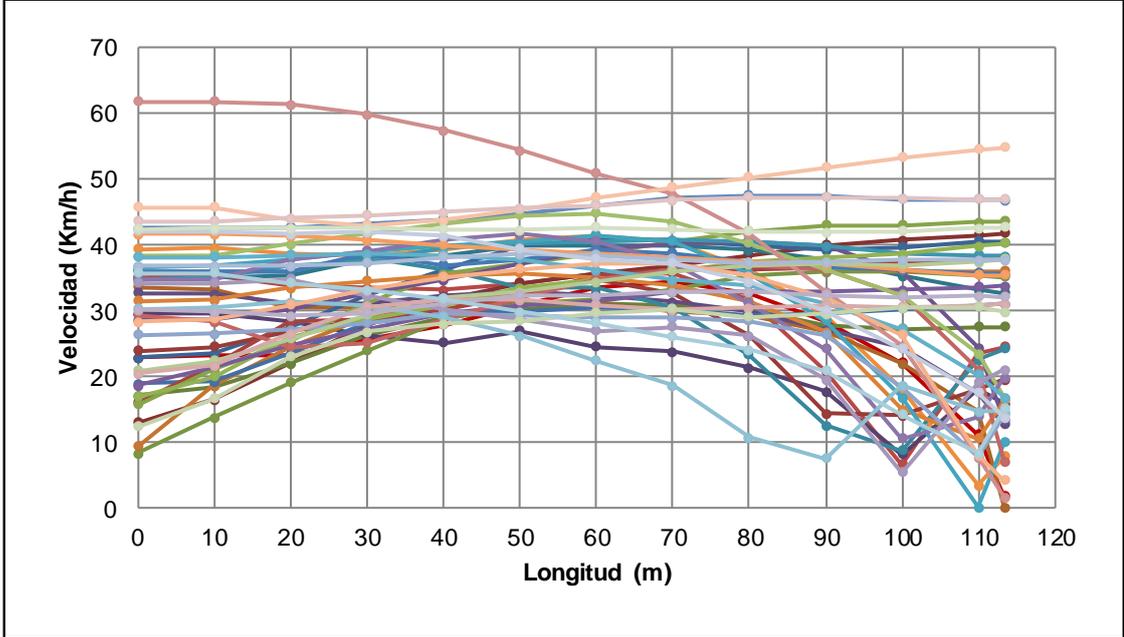


Tramo 9																	
Esquema de ubicación del tramo										Descripción							
										Principal		Av. Manuel Agustín Aguirre					
										Inicia		10 de agosto					
										Finaliza		Vicente Rocafuerte					
# De conductor	Velocidad (Km/h)	Longitud (m)													Luz del semáforo		
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	113	V	R	A
C1		22,9	23,1	23,2	25,6	27,8	30,8	33,5	34,5	32,7	28,3	22,2	11,2	1,9			
C2		13,1	16,6	22,1	27,9	31,7	34,2	35,8	36,8	38,4	40,0	40,8	41,5	41,8			
C3		17,2	18,5	21,9	26,3	29,1	30,3	31,0	30,8	30,4	27,7	27,2	27,6	27,6			
C4		29,6	29,5	28,5	26,2	25,2	27,0	24,6	23,8	21,3	17,8	8,2	18,1	16,0			
C5		34,9	35,0	35,5	37,7	38,6	40,0	40,1	40,0	39,3	37,7	35,3	33,2	32,7			
C6		33,6	33,4	30,4	30,4	31,2	31,2	31,1	29,9	29,4	26,8	22,0	14,7	0,1			
C7		22,9	23,4	27,6	32,4	36,4	39,8	41,0	40,8	40,0	39,3	39,7	40,6	40,5			
C8		24,0	24,6	27,0	28,7	31,3	33,0	34,8	32,7	26,2	14,4	14,1	18,2	19,6			
C9		8,3	13,9	19,1	24,0	28,6	31,2	31,8	33,3	35,3	35,9	36,0	35,5	35,1			
C10		32,7	32,6	31,0	31,1	32,3	32,9	32,5	31,4	29,9	27,1	24,5	17,6	12,7			
C11		36,1	36,1	36,1	38,2	36,2	33,5	33,5	30,5	23,3	12,7	8,8	22,7	24,3			
C12		9,4	18,7	24,4	29,1	31,0	32,8	34,8	36,3	36,9	36,8	36,1	35,9	36,0			
C13		18,9	19,2	23,6	28,1	29,6	29,8	30,6	30,3	29,5	29,7	30,3	30,8	31,2			
C14		16,1	21,9	28,4	28,7	30,4	32,3	35,4	36,2	36,2	36,7	37,5	37,9	37,9	x		
C15		15,8	21,1	25,3	31,1	35,6	37,2	38,8	40,7	42,1	43,1	43,0	43,5	43,7	x		
C16		28,6	28,7	30,2	32,5	34,7	37,1	39,2	40,4	40,4	39,8	36,1	24,4	13,4		x	
C17		34,9	35,0	36,8	37,5	39,7	40,3	40,5	40,7	40,7	39,8	38,7	38,4	38,4			
C18		31,5	31,8	33,4	34,6	35,2	35,8	35,1	33,9	31,5	26,8	15,0	10,6	16,4			
C19		36,1	36,1	36,0	38,7	37,0	37,9	39,3	38,8	37,5	36,6	36,2	35,8	35,7			
C20		35,2	35,3	34,0	33,5	33,2	34,3	35,6	35,7	31,7	20,7	6,7	23,5	24,6			
C21		17,0	20,1	25,9	28,8	30,9	33,5	34,8	36,1	37,5	38,0	38,6	39,9	40,4			
C22		18,7	21,6	24,8	27,3	29,5	30,9	31,6	32,9	32,9	32,8	33,1	33,6	33,8	x		
C23		36,7	36,8	37,9	39,1	39,8	40,5	41,5	40,6	35,8	28,5	16,8	0,2	10,1			
C24		39,4	39,5	38,6	38,3	39,4	40,8	41,5	40,5	36,3	29,5	18,1	3,5	8,0			
C25		42,6	42,7	42,7	43,1	43,9	44,8	46,1	47,1	47,6	47,4	47,0	46,9	46,9	x		
C26		29,4	28,4	24,6	25,2	28,7	32,1	34,8	36,3	37,0	36,2	32,3	21,1	7,1			
C27		38,4	38,4	40,1	41,7	43,3	44,5	44,8	43,4	40,3	36,4	32,4	23,5	16,8			
C28		34,7	34,9	37,8	39,2	40,8	41,7	40,6	37,2	31,2	24,3	10,7	14,0	19,9		x	
C29		38,2	38,3	38,5	38,7	38,4	37,9	36,3	34,7	33,9	31,1	27,2	20,3	16,9			
C30		41,6	41,7	41,4	40,7	40,0	39,3	38,6	38,0	37,4	37,1	36,3	35,5	35,5			
C31		26,4	26,6	27,2	28,1	29,5	29,2	28,9	28,9	28,4	26,4	18,5	7,8	14,3			
C32		61,8	61,8	61,4	59,8	57,4	54,4	50,8	47,8	41,6	32,9	24,7	7,8	1,6		x	
C33		21,0	22,5	25,8	29,4	31,9	32,9	34,4	36,0	37,0	37,2	37,0	37,4	37,9			
C34		34,2	34,3	34,8	32,3	30,2	28,8	27,0	27,6	26,2	19,5	5,5	19,2	21,1			
C35		30,3	30,5	31,4	30,8	29,0	26,2	22,4	18,6	10,9	7,6	18,7	14,8	14,7			
C36		28,4	28,8	30,9	33,1	35,1	36,4	37,2	37,2	35,3	31,9	26,3	8,0	4,3		x	
C37		36,8	36,9	36,8	37,3	38,2	38,6	38,5	37,8	37,2	37,4	37,8	37,8	37,7			x
C38		20,5	21,6	26,5	30,6	31,9	31,6	31,0	30,1	30,5	31,0	30,6	30,7	31,1			
C39		12,4	16,7	23,0	26,8	28,1	28,5	29,8	30,4	29,0	29,5	30,4	30,6	29,9			
C40		30,1	29,9	29,2	29,7	31,2	32,4	32,3	32,9	32,9	32,4	32,1	32,3	32,2			
C41		35,7	35,7	34,3	33,2	31,8	29,9	28,2	26,0	24,2	21,0	14,3	8,4	15,1			
C42		45,7	45,8	44,0	43,0	43,8	45,5	47,2	48,8	50,3	51,9	53,3	54,6	54,9	x		
C43		42,1	42,1	41,7	42,0	41,4	39,3	37,9	37,2	34,4	29,9	24,2	17,6	13,8		x	
C44		43,6	43,7	44,1	44,5	45,0	45,6	46,0	46,8	47,3	47,3	47,1	47,0	47,0			x
C45		42,5	42,6	42,6	42,6	42,5	42,3	42,7	42,5	42,1	42,0	42,1	42,5	42,8			x

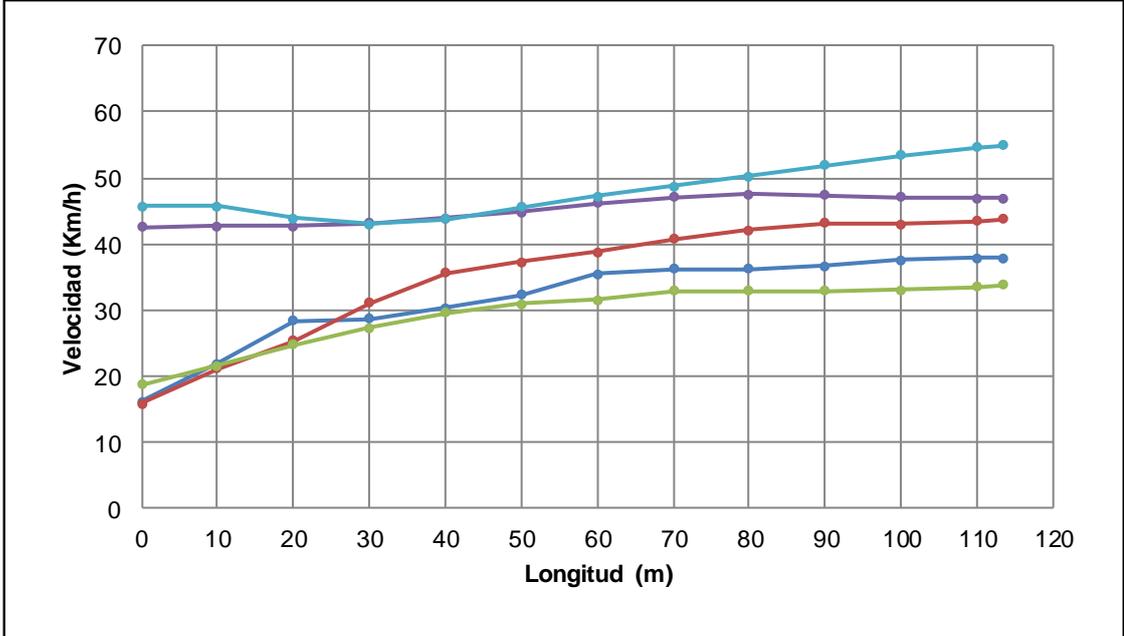
V = Verde
A = Amarillo
R = Rojo
X = Recorrido en flujo libre

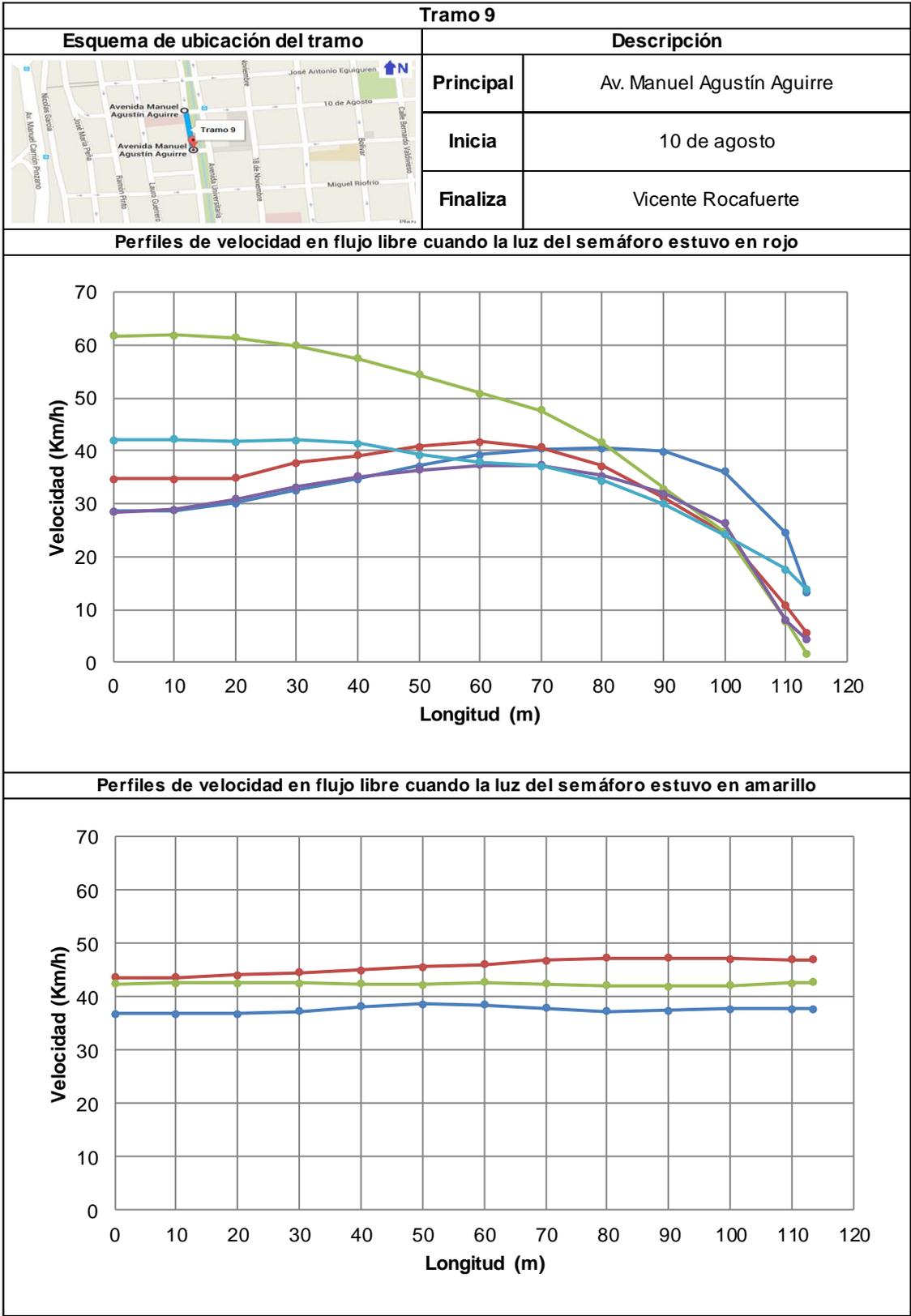
Tramo 9	
	Principal Av. Manuel Agustín Aguirre
	Inicia 10 de agosto
	Finaliza Vicente Rocafuerte

Perfiles de velocidad de los 45 conductores



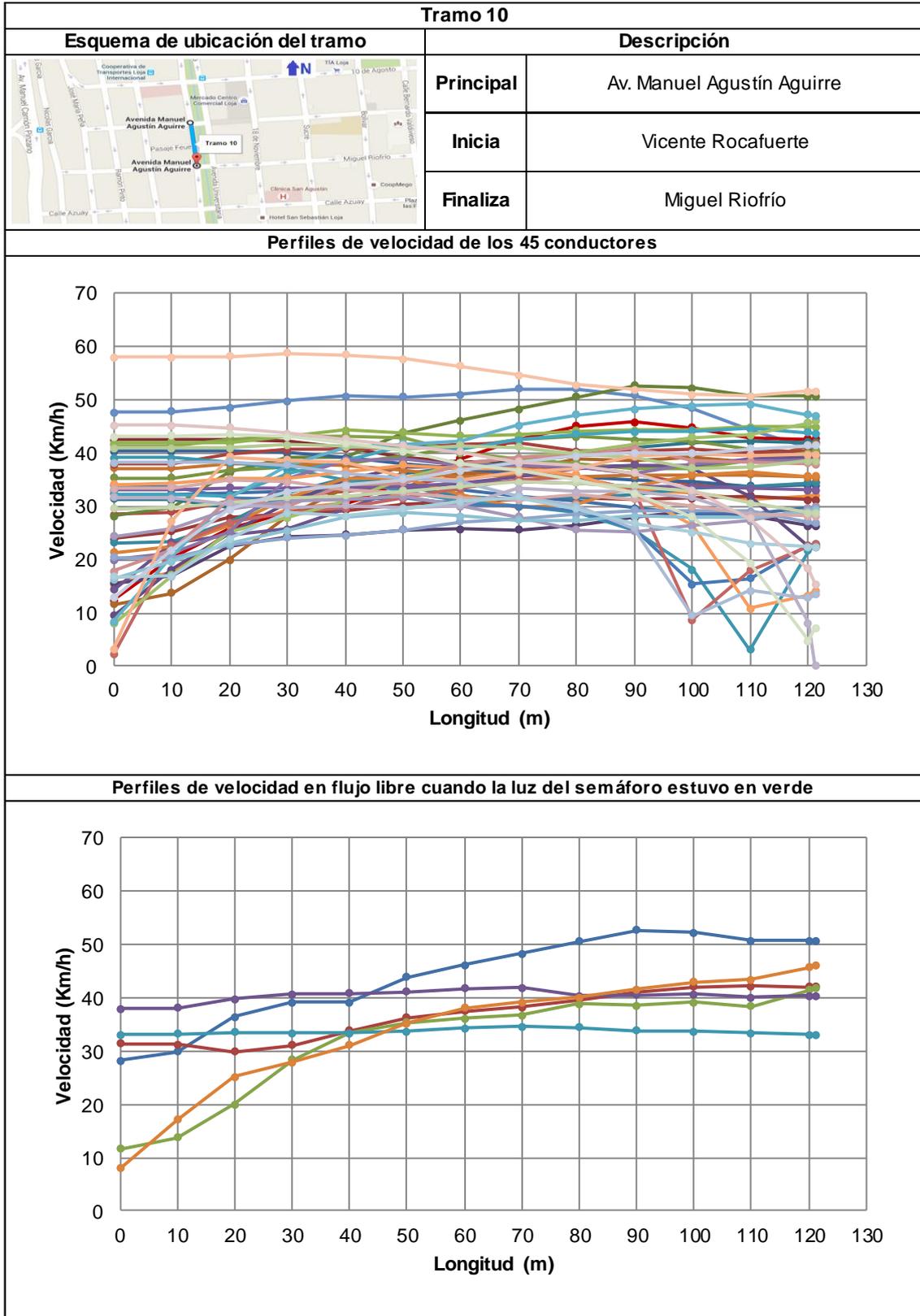
Perfiles de velocidad en flujo libre cuando la luz del semáforo estuvo en verde

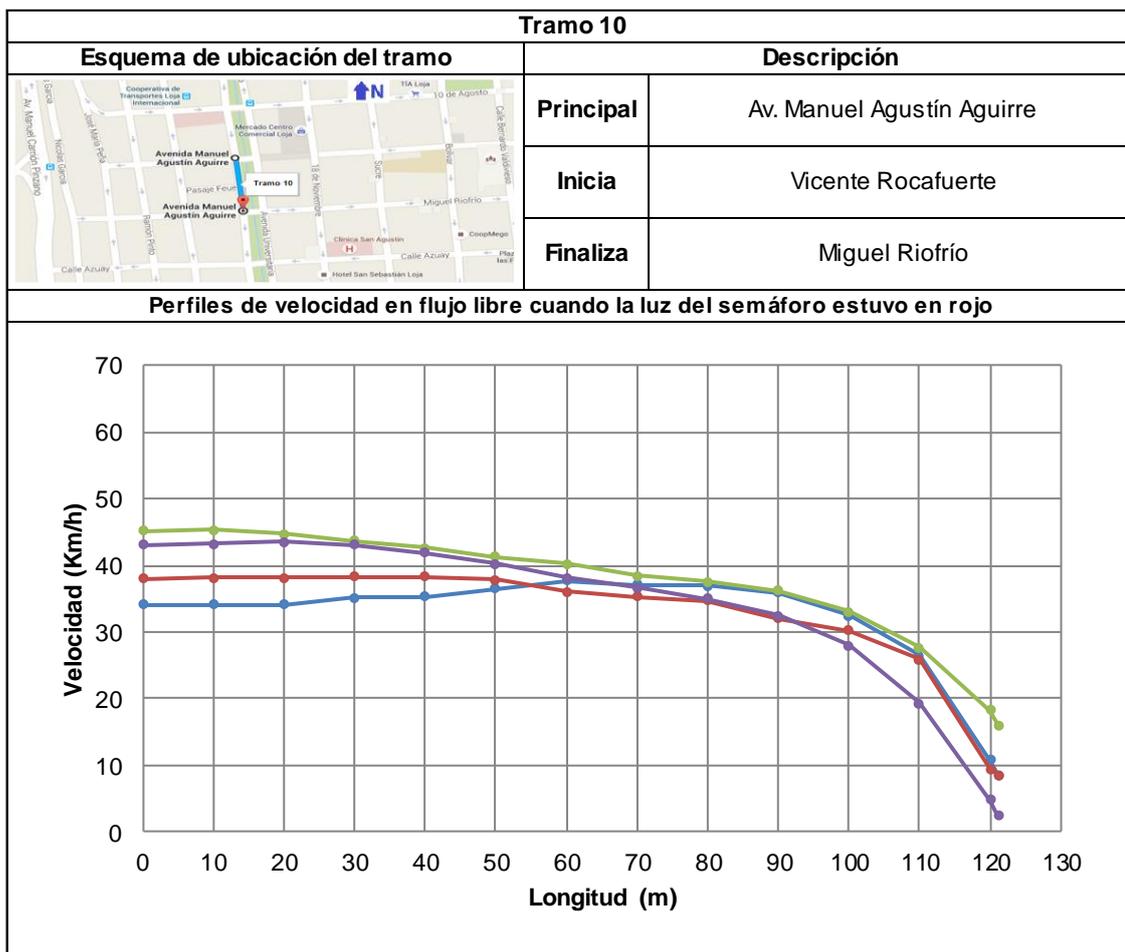




Tramo 10																				
Esquema de ubicación del tramo						Descripción														
						Principal					Av. Manuel Agustín Aguirre									
						Inicia					Vicente Rocafuerte									
						Finaliza					Miguel Riofrío									
# De conductor	Velocidad (Km/h)	Longitud (m)														Luz del semáforo				
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	121	V	R	A		
C1		12,4	20,3	25,9	28,8	30,5	34,7	39,0	42,6	45,1	45,8	44,8	42,9	42,6	42,6					
C2		42,4	42,4	42,5	42,2	40,9	39,2	38,3	38,4	39,4	40,1	39,6	40,7	40,1	40,0					
C3		28,2	29,9	36,3	39,1	39,2	43,8	46,1	48,2	50,6	52,6	52,2	50,7	50,7	50,7	x				
C4		15,5	16,9	22,5	24,3	24,6	25,6	25,8	25,6	26,6	27,9	29,1	28,3	26,3	26,2					
C5		31,4	31,2	29,8	31,0	33,7	36,2	37,4	38,2	39,5	40,9	42,0	42,2	42,0	42,0	x				
C6		11,6	13,7	20,0	28,3	33,3	35,2	36,1	36,7	38,8	38,6	39,1	38,4	41,4	41,8	x				
C7		40,3	40,3	40,6	40,0	39,0	38,1	37,1	36,2	35,6	34,9	34,5	33,9	33,9	34,0					
C8		23,9	25,3	27,9	28,7	29,3	30,2	31,1	31,4	31,6	31,3	31,5	32,0	31,2	31,2					
C9		35,3	35,3	36,8	37,4	38,0	39,5	41,2	42,6	43,1	42,4	42,1	40,6	39,3	39,1					
C10		9,5	18,2	25,0	30,8	35,1	37,2	37,2	37,5	37,4	37,8	37,0	31,9	22,6	22,4					
C11		23,2	23,3	26,9	32,5	35,2	33,7	31,8	31,4	31,6	32,1	33,6	33,7	34,5	34,6					
C12		37,1	37,1	37,9	38,0	37,6	36,7	35,5	35,7	35,5	35,8	35,8	35,9	35,5	35,4					
C13		32,3	32,3	32,4	32,9	34,0	34,0	33,2	31,9	30,8	29,6	28,5	28,5	29,7	29,9					
C14		37,9	38,0	39,7	40,6	40,8	41,0	41,6	41,9	40,3	40,4	40,6	40,0	40,3	40,4	x				
C15		41,4	41,4	42,6	43,1	43,3	42,7	40,0	39,0	38,1	37,0	37,0	38,5	40,0	40,2					
C16		14,3	23,2	24,6	25,7	29,6	33,3	34,4	35,6	37,1	37,7	37,7	38,9	39,3	39,3					
C17		39,1	39,2	38,2	36,9	34,9	32,8	31,0	30,0	29,0	25,4	18,2	3,0	21,6	22,7					
C18		21,4	22,4	26,3	31,5	35,4	35,3	32,3	29,8	30,4	33,6	35,9	36,3	35,7	35,5					
C19		33,8	33,7	31,7	31,2	31,3	31,7	30,4	30,0	29,3	25,7	15,4	16,5	22,7	22,8					
C20		28,4	28,9	30,9	32,0	32,9	33,7	35,8	36,7	37,3	36,1	34,0	33,5	34,3	34,4					
C21		41,9	41,9	41,9	43,3	44,3	43,8	43,2	43,4	44,1	44,3	44,3	44,8	44,9	44,9					
C22		33,1	33,2	33,6	33,4	33,3	33,7	34,3	34,5	34,3	33,9	33,7	33,3	33,0	33,0	x				
C23		32,2	32,1	32,0	36,1	38,7	41,4	40,7	42,5	43,6	43,9	44,1	44,6	43,8	43,7					
C24		15,4	17,7	25,2	29,5	30,8	32,4	35,1	37,6	35,4	33,2	32,4	31,4	31,8	32,1					
C25		47,7	47,7	48,6	49,7	50,6	50,6	51,0	52,0	52,0	50,8	48,3	44,5	41,1	40,6					
C26		2,1	22,5	27,0	28,9	29,7	31,5	33,3	35,0	35,7	33,1	8,8	17,9	22,5	22,8					
C27		8,0	17,1	25,1	27,9	31,1	35,1	38,0	39,1	40,1	41,6	42,8	43,4	45,7	46,0	x				
C28		20,0	21,3	25,2	35,2	38,7	38,8	37,8	37,7	37,5	36,2	38,1	38,5	38,7	38,7					
C29		8,4	20,6	31,5	37,8	41,0	41,8	42,2	45,2	47,2	48,3	48,9	49,1	47,2	47,0					
C30		34,1	34,2	35,2	35,3	36,6	37,7	37,2	37,0	36,0	32,4	26,5	10,8	13,2	14,2		x			
C31		20,4	20,3	22,6	24,0	24,6	25,7	27,1	27,7	28,5	29,3	29,0	29,1	27,1	26,8					
C32		17,9	21,8	31,4	30,1	34,1	34,4	37,9	39,1	39,5	40,9	38,6	38,4	38,0	37,9					
C33		40,9	40,9	41,0	41,6	41,2	40,9	41,4	41,0	39,8	39,3	37,1	37,4	38,4	38,6					
C34		24,4	25,8	29,5	31,0	31,2	31,7	30,0	28,0	25,5	25,3	26,4	27,2	29,6	30,0					
C35		16,3	19,6	23,0	25,4	28,0	28,8	28,1	27,4	27,4	28,1	27,9	28,0	29,0	29,2					
C36		3,3	27,3	39,2	38,7	38,3	35,4	35,0	36,4	37,1	39,4	39,8	39,6	39,7	39,7					
C37		38,2	38,3	38,3	37,8	36,1	35,3	34,8	32,0	30,2	25,9	9,4	14,1	12,8	13,5		x			
C38		33,3	33,5	35,0	34,6	33,2	32,5	31,5	31,3	32,2	31,4	30,0	28,5	28,2	28,2					
C39		29,6	29,8	30,6	31,7	32,0	32,9	33,7	34,5	34,3	33,7	32,8	30,6	28,8	28,7					
C40		31,6	31,6	30,4	29,8	30,2	29,6	30,2	33,3	32,7	32,7	31,7	28,2	8,1	0,1					
C41		16,7	16,9	23,9	28,8	28,2	29,5	30,9	31,6	29,5	26,8	25,1	23,0	22,4	22,3					
C42		57,9	57,9	58,2	58,7	58,4	57,7	56,4	54,6	52,8	51,9	51,0	50,6	51,5	51,6					
C43		12,8	21,8	29,4	32,8	33,9	35,1	36,7	38,3	39,4	40,0	39,8	40,9	41,4	41,5					
C44		45,2	45,3	44,7	43,7	42,6	41,4	40,2	38,4	37,6	36,2	33,1	27,8	18,2	15,4		x			
C45		43,1	43,2	43,5	43,0	41,9	40,3	38,1	36,7	35,0	32,4	28,0	19,3	4,8	7,2		x			

V = Verde
A = Amarillo
R = Rojo
X = Recorrido en flujo libre



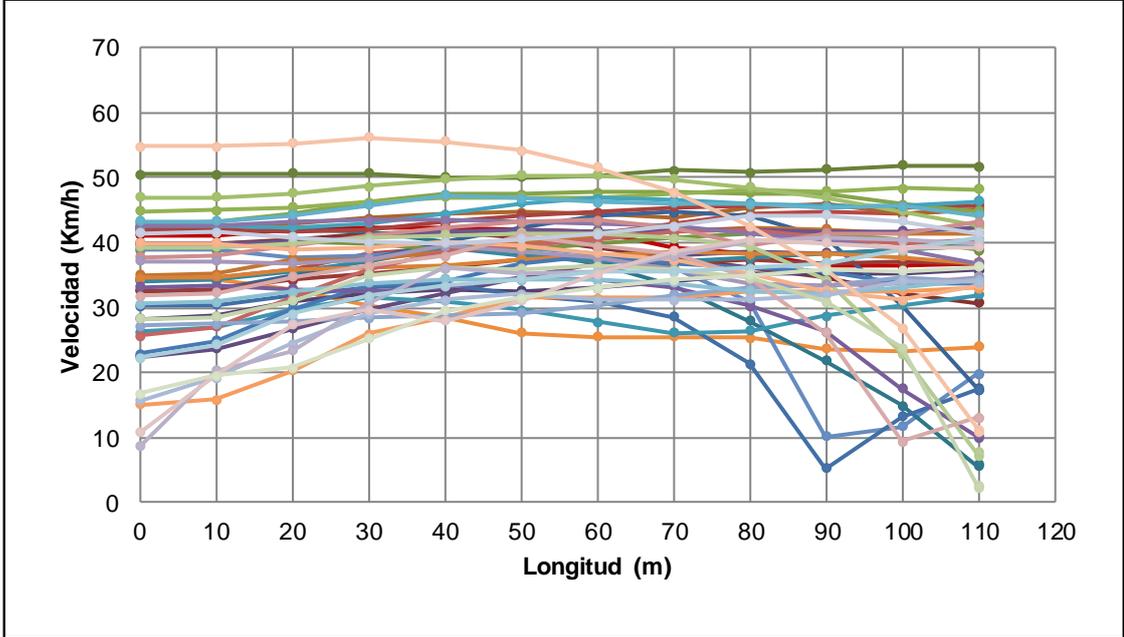


Tramo 11																	
Esquema de ubicación del tramo					Descripción												
					Principal					Av. Manuel Agustín Aguirre							
					Inicia					Miguel Ríofrío							
					Finaliza					Azuay							
# De conductor	Velocidad (Km/h)	Longitud (m)												Luz del semáforo			
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	110,1	V	R	A
C1		41,1	41,1	41,9	42,4	42,4	42,1	41,7	39,3	38,3	36,6	36,4	36,9	36,9			
C2		39,9	40,0	40,6	41,5	41,7	40,8	39,1	37,6	36,3	34,7	32,2	30,8	30,8			
C3		50,5	50,6	50,6	50,6	50,0	50,0	50,4	51,0	50,8	51,3	51,9	51,7	51,7	x		
C4		28,2	28,8	30,9	32,1	32,7	32,6	33,0	34,0	35,2	35,2	35,2	35,8	35,8			
C5		41,8	41,8	42,1	41,6	40,1	38,6	36,7	33,5	28,0	21,8	14,9	5,6	5,8			
C6		42,3	42,3	43,0	43,8	44,4	44,7	44,5	44,0	45,3	45,9	44,3	44,9	44,9	x		
C7		32,5	32,8	35,1	37,3	40,1	42,4	44,0	44,7	44,1	40,6	30,4	17,6	17,3			
C8		32,5	32,7	34,3	35,4	36,1	37,3	37,6	36,7	37,3	36,9	37,1	36,9	36,9			
C9		39,1	39,1	40,2	39,7	39,0	39,0	39,8	40,8	41,4	41,5	40,5	38,9	38,9			
C10		22,4	23,7	26,8	29,8	32,2	34,7	36,7	38,0	38,6	38,3	38,9	39,5	39,5			
C11		34,1	34,2	35,5	37,0	39,4	38,0	37,0	36,9	37,6	38,3	39,0	39,4	39,4			
C12		35,0	35,2	37,4	37,4	38,6	40,1	40,9	41,7	42,2	42,0	41,4	41,4	41,4			x
C13		30,2	30,4	31,8	33,2	33,6	31,9	31,0	28,6	21,4	5,3	13,3	17,3	17,3			
C14		42,0	42,0	41,7	42,1	43,2	44,3	44,6	45,5	45,8	45,7	45,4	45,7	45,7	x		
C15		43,0	43,1	44,5	46,2	47,4	47,5	47,8	47,8	47,6	47,5	45,8	44,8	44,8			
C16		39,7	39,8	40,2	40,9	41,8	42,1	41,8	42,1	41,8	41,6	41,7	42,4	42,5			
C17		26,2	27,0	29,7	31,7	31,0	29,7	27,8	26,2	26,4	28,7	30,4	31,9	31,9			
C18		34,6	34,7	35,9	36,1	36,4	37,4	38,1	38,5	38,2	38,2	37,7	36,9	36,9			
C19		22,9	24,9	29,6	33,4	34,1	36,7	38,0	36,8	36,1	35,4	33,7	33,7	33,7			
C20		34,4	34,5	35,8	38,2	39,1	40,5	41,4	43,0	44,4	44,6	44,3	45,1	45,1	x		
C21		44,9	45,0	45,5	46,2	47,0	46,9	47,0	47,6	48,2	47,9	48,3	48,2	48,2	x		
C22		33,2	33,3	32,8	32,5	33,2	34,6	34,3	33,2	30,2	26,3	17,5	10,0	10,1		x	
C23		42,5	42,6	42,4	43,0	44,4	46,1	46,8	46,5	46,0	45,6	45,6	46,3	46,3			
C24		34,3	34,2	32,7	30,4	28,4	26,2	25,5	25,5	25,4	23,7	23,4	23,9	23,9			
C25		38,9	38,9	37,6	38,0	38,8	39,3	38,4	36,1	30,9	10,2	11,8	19,9	19,9			
C26		25,6	27,1	31,6	35,9	38,5	39,4	40,5	41,6	41,9	40,7	40,0	40,6	40,6			
C27		47,0	47,0	47,6	48,6	49,7	50,4	50,4	49,8	48,5	47,0	44,9	42,5	42,5			
C28		42,6	42,6	43,3	43,5	43,4	43,3	42,9	42,5	41,5	40,5	38,9	36,8	36,8			
C29		43,3	43,3	44,2	45,8	47,3	46,8	46,2	46,0	45,9	45,5	45,6	44,3	44,2			
C30		15,0	15,8	20,3	26,0	28,5	31,4	31,5	31,6	32,4	32,5	32,6	33,1	33,1	x		
C31		27,2	27,4	27,9	28,5	28,9	29,2	30,3	31,9	33,0	33,5	34,7	34,0	34,0			
C32		37,8	37,9	39,4	41,0	42,2	43,2	43,5	42,4	39,6	41,5	41,3	43,2	43,2			
C33		39,3	39,4	39,9	40,7	41,1	41,4	41,4	40,7	39,5	34,2	23,0	7,3	7,7		x	
C34		37,1	37,2	36,9	37,5	39,4	38,8	37,6	35,9	33,7	33,5	33,7	34,7	34,7			
C35		30,5	30,8	32,4	33,8	34,3	34,2	34,3	33,8	32,6	32,2	33,2	34,2	34,2	x		
C36		39,9	40,0	38,9	39,1	40,0	39,4	38,4	37,3	35,1	32,6	31,2	33,4	33,5			
C37		15,7	19,2	24,4	29,0	31,2	32,1	31,2	31,2	31,3	32,0	34,1	34,0	34,0			
C38		31,8	32,2	34,7	36,4	38,0	41,1	39,5	38,3	34,5	26,2	9,4	13,0	13,1			
C39		28,3	28,6	31,0	35,0	36,1	36,0	36,3	35,7	34,5	30,9	23,9	2,4	2,6		x	
C40		8,7	20,2	23,4	30,7	36,1	35,1	35,4	38,0	40,3	40,7	40,4	40,0	40,0			
C41		22,3	24,3	29,1	31,8	33,4	34,4	35,5	35,5	36,2	36,8	38,8	40,6	40,7			
C42		54,8	54,8	55,3	56,2	55,6	54,2	51,6	47,7	42,6	35,9	26,9	11,2	10,9		x	
C43		41,5	41,5	40,8	40,0	39,9	40,5	41,3	42,5	44,0	44,2	43,2	41,4	41,4			
C44		10,8	19,4	27,4	29,6	28,0	31,0	35,2	38,7	40,4	39,9	39,2	39,2	39,2			
C45		16,7	19,5	20,7	25,1	29,5	31,5	33,0	34,2	35,1	35,7	35,7	36,2	36,3			

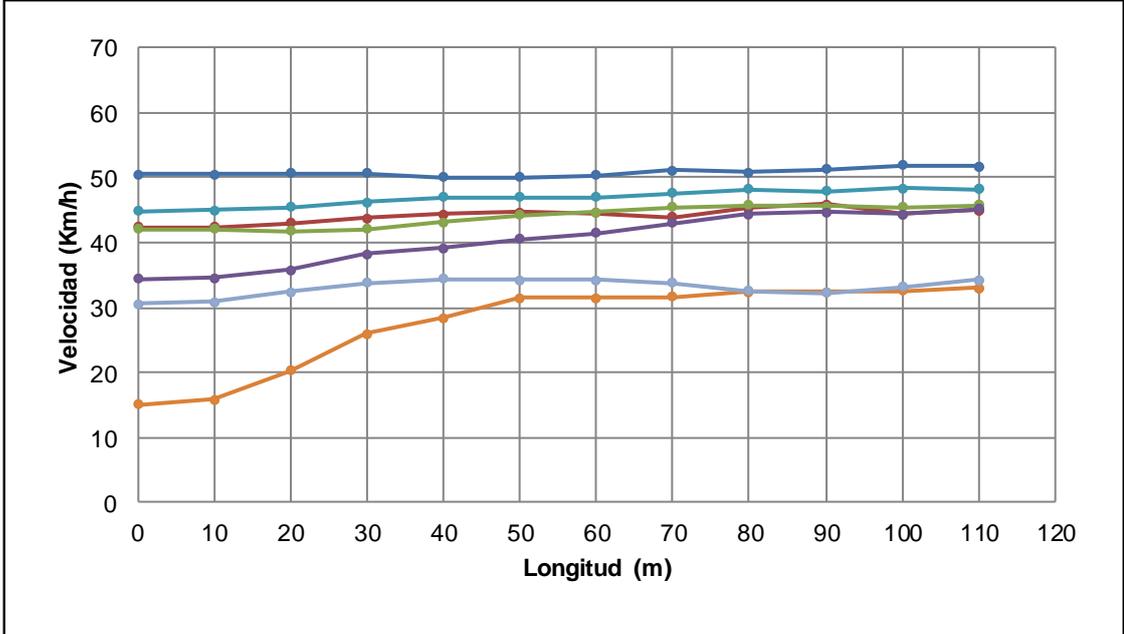
V = Verde
A = Amarillo
R = Rojo
X = Recorrido en flujo libre

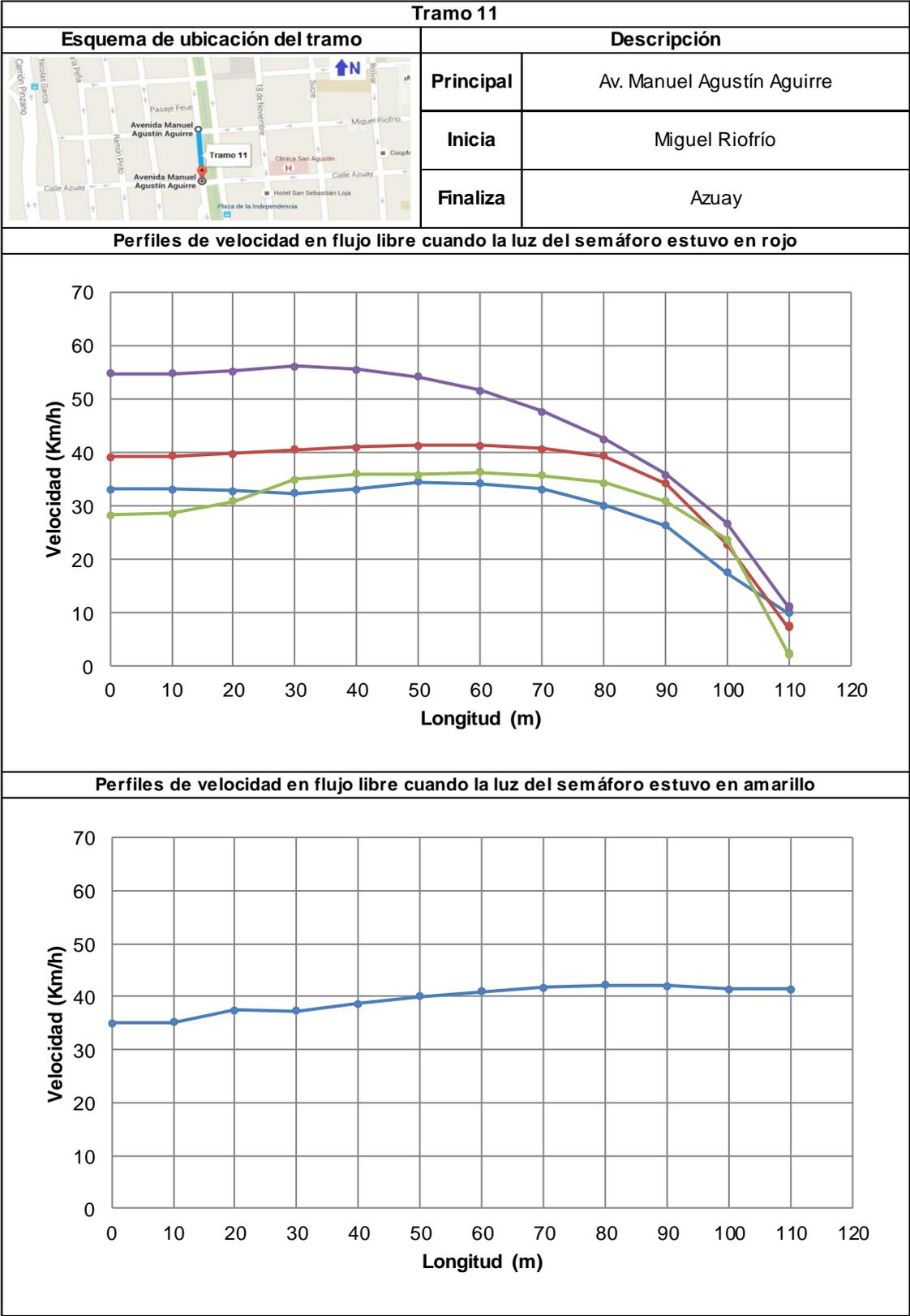
Tramo 11		
Esquema de ubicación del tramo	Descripción	
	Principal	Av. Manuel Agustín Aguirre
	Inicia	Miguel Riofrío
	Finaliza	Azuay

Perfiles de velocidad de los 45 conductores



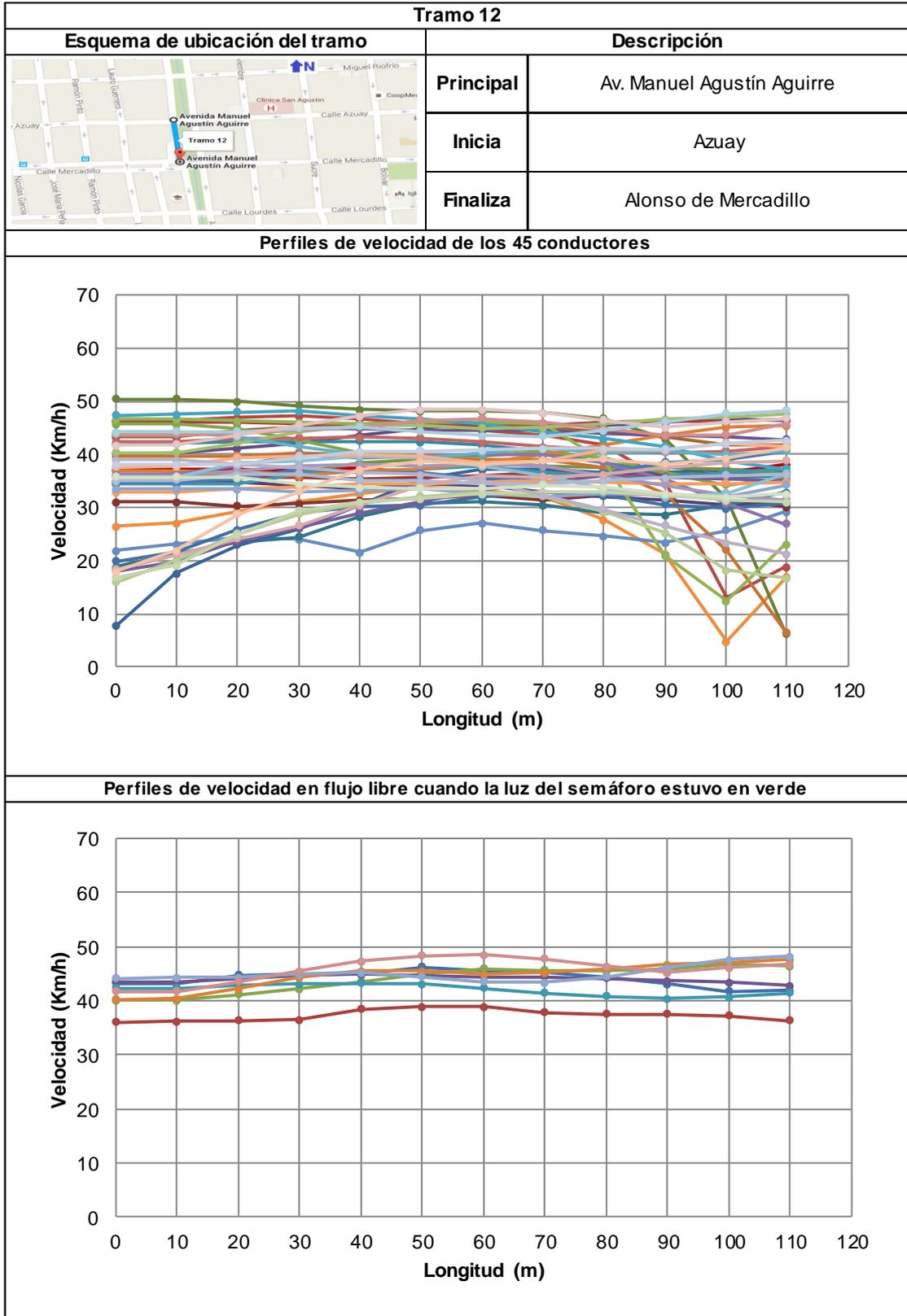
Perfiles de velocidad en flujo libre cuando la luz del semáforo estuvo en verde

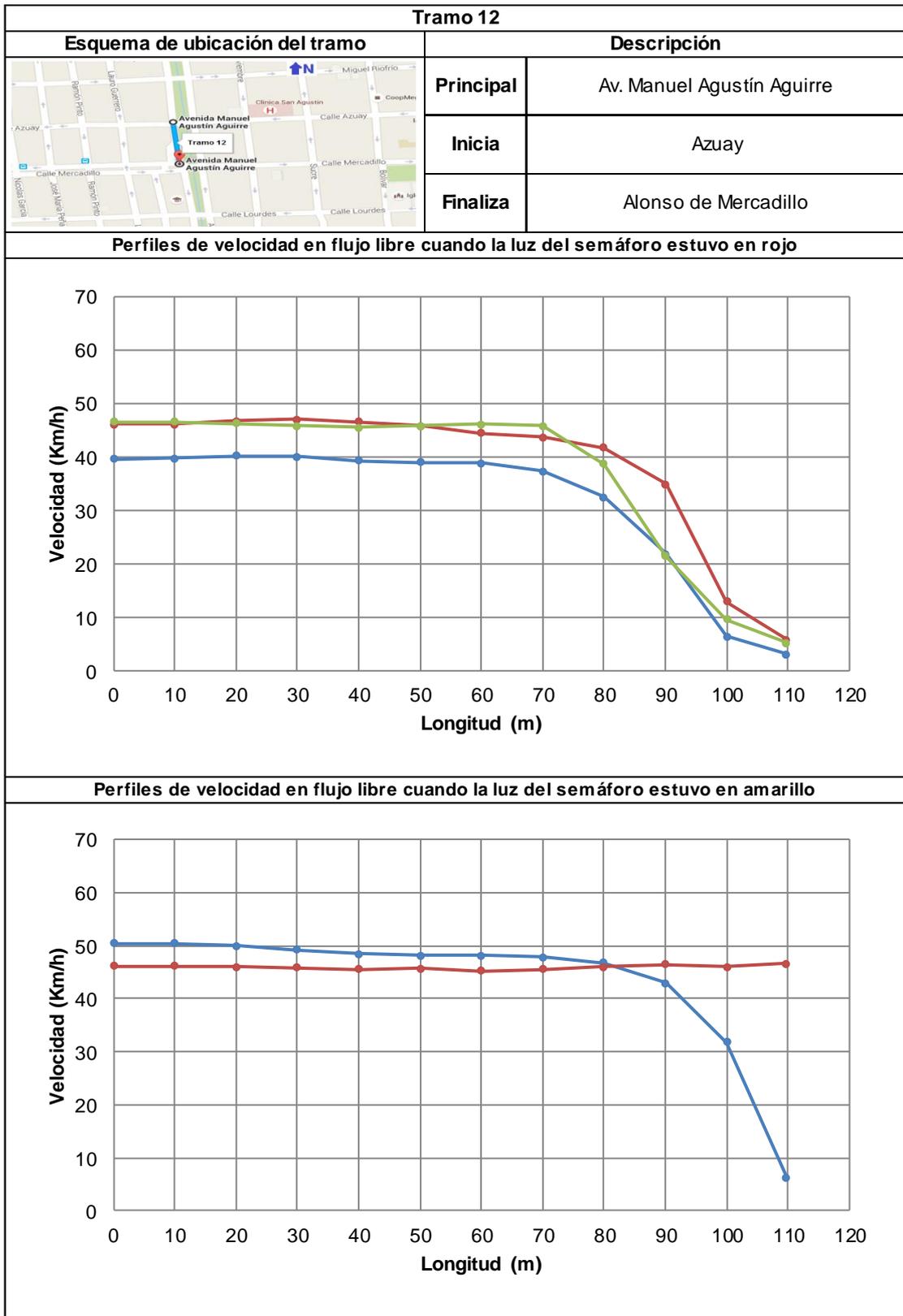




Tramo 12																
Esquema de ubicación del tramo										Descripción						
										Principal		Av. Manuel Agustín Aguirre				
										Inicia		Azuay				
										Finaliza		Alonso de Mercadillo				
# De conductor	Velocidad (Km/h)	Longitud (m)												Luz del semáforo		
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	V	R	A
C1		37,1	37,2	37,2	37,0	37,4	36,2	35,8	36,5	36,1	36,2	36,5	38,1			
C2		31,1	31,0	30,2	30,7	31,4	31,7	32,4	31,5	32,4	32,6	31,3	30,1			
C3		50,4	50,5	50,0	49,2	48,5	48,2	48,1	47,9	46,7	43,0	31,9	6,3			x
C4		34,7	34,7	34,9	34,0	33,6	34,6	34,3	32,8	32,1	31,4	30,5	30,7			
C5		18,8	21,2	23,6	24,5	28,3	30,9	31,1	30,4	29,0	28,6	30,4	32,9	x		
C6		43,3	43,3	44,7	45,1	45,0	46,3	45,7	45,2	44,4	43,2	41,8	41,9			
C7		7,7	17,7	23,0	26,0	30,4	35,2	37,2	37,1	36,8	36,8	37,1	36,6			
C8		35,7	35,8	35,8	35,6	35,4	35,8	36,0	36,5	36,2	35,8	36,5	36,4			
C9		36,1	36,2	36,4	36,6	38,4	39,0	38,9	37,9	37,5	37,6	37,2	36,3	x		
C10		40,1	40,2	41,1	42,2	43,5	45,0	46,0	45,6	45,5	46,0	46,7	46,4	x		
C11		41,9	42,0	42,4	42,4	42,4	42,4	41,8	40,5	38,5	36,7	35,8	36,1			
C12		39,6	39,6	39,8	40,4	40,1	39,4	39,2	38,9	37,4	32,6	22,0	6,6		x	
C13		19,9	21,6	25,9	29,0	30,1	30,4	31,9	32,8	32,2	30,5	29,9	30,8			
C14		46,1	46,1	46,1	45,8	45,5	45,8	45,3	45,5	46,1	46,5	46,1	46,6			x
C15		45,7	45,7	44,9	42,7	40,3	39,5	39,6	40,4	39,2	36,7	34,3	35,8			
C16		43,5	43,5	44,1	44,7	45,0	44,7	44,5	44,5	44,1	43,6	43,4	42,8	x		
C17		34,4	34,4	34,5	36,3	36,8	37,2	37,7	36,6	36,0	35,8	36,7	37,3			
C18		36,8	36,9	36,7	36,0	37,0	37,1	38,3	39,8	41,8	43,7	45,0	45,4			
C19		34,8	34,9	35,5	37,1	36,8	36,6	35,4	35,6	36,6	38,5	39,1	40,7			
C20		46,2	46,3	46,9	47,2	46,6	45,9	44,6	43,8	41,8	35,0	13,0	18,9		x	
C21		46,6	46,6	46,4	46,0	45,6	45,9	46,2	45,9	38,8	21,0	12,4	23,0		x	
C22		18,1	19,9	23,7	26,1	29,0	31,2	33,1	34,9	36,1	35,8	35,3	35,1			
C23		47,4	47,5	48,0	48,1	47,3	46,7	45,6	44,4	43,0	41,5	38,8	37,4			
C24		26,5	27,1	29,2	31,0	32,6	34,0	33,2	32,1	27,7	21,3	4,8	16,8			
C25		21,9	23,1	24,5	24,1	21,5	25,7	27,1	25,7	24,6	23,4	25,7	29,1			
C26		42,4	42,4	42,9	43,2	43,3	43,2	42,4	41,4	40,9	40,4	40,7	41,4	x		
C27		40,3	40,3	42,1	44,3	45,6	45,5	44,9	45,2	45,9	46,7	47,1	47,7	x		
C28		36,2	36,3	37,7	40,0	39,4	39,6	40,0	39,8	38,5	35,2	30,7	26,9			
C29		44,2	44,3	43,2	41,6	40,1	39,5	40,3	41,2	40,2	40,5	40,1	40,7			
C30		32,9	33,0	33,5	34,0	34,4	34,5	34,8	35,1	34,9	34,6	34,5	34,9			
C31		33,5	33,6	33,5	33,0	33,1	33,7	32,5	32,2	32,8	32,3	32,0	34,3			
C32		43,7	43,7	44,1	44,6	45,3	46,4	46,7	46,0	44,7	43,6	43,8	45,6			
C33		16,0	20,1	25,0	28,8	30,8	32,1	32,9	32,1	29,2	25,2	18,1	16,7			
C34		35,9	36,0	37,0	38,0	38,1	37,9	38,1	37,7	36,0	34,2	32,3	31,4			
C35		35,7	35,8	38,6	38,6	39,6	39,4	37,8	35,9	33,4	31,9	32,7	36,4			
C36		37,6	37,7	39,5	39,8	40,0	39,8	38,3	38,8	40,8	40,9	42,2	41,6			
C37		35,0	35,1	36,2	36,4	35,2	35,0	34,5	34,6	35,0	35,6	36,0	36,2			
C38		18,4	21,1	24,2	26,6	30,4	34,0	35,9	35,8	36,2	37,6	38,3	38,8			
C39		16,8	19,1	24,9	29,3	31,0	31,7	32,6	32,9	33,0	32,4	31,3	31,0			
C40		39,0	39,0	38,1	37,6	36,6	36,2	34,9	32,2	29,6	26,7	23,4	21,2			
C41		44,2	44,3	44,4	44,9	45,2	44,4	43,5	43,5	44,5	46,1	47,7	48,2	x		
C42		17,9	21,9	28,7	33,1	37,2	38,6	38,1	38,8	39,2	38,2	39,3	41,3			
C43		38,0	38,1	38,2	39,5	40,5	40,7	40,8	41,1	41,0	41,0	42,1	42,6			
C44		41,8	41,8	43,5	45,5	47,3	48,4	48,5	47,8	46,5	45,2	46,1	46,8	x		
C45		35,8	35,8	35,6	34,4	33,7	33,6	33,6	34,3	33,8	32,5	32,0	32,6			

V = Verde
A = Amarillo
R = Rojo
X = Recorrido en flujo libre





Anexo 2. 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:							
Test 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 mas 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						

Fuente: Poó et al. (2013)

Elaboración: El autor

Test de rasgos de personalidad (ZKPQ-50-cc)			
A continuación se presentan una serie de frases pensadas para describir características de uno mismo. Léelas 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 horarios.		
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 decírselo.		
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		
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.		

Fuente: Aluja et al. (2006)

Elaboración: El autor

Anexo 3. Tabla estandarizada del Chi-crítico

v / p	p										
	0,8	0,85	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	0,998	0,999	0,9995	
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	

Nota:
v= Grados de libertad
p= Nivel de confianza

Fuente: Galbiati (2012)

Elaboración: El autor