



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA TÉCNICA

TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Modelos de velocidad en calles urbanas antes de llegar a redondeles

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTOR: Verdesoto Velepucha, Christian Bolívar

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 antes de llegar a redondeles** realizado por: **Verdesoto Velepucha Christian Bolívar**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, mayo de 2016

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

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo, **Christian Bolívar Verdesoto Velepucha**, declaro ser autor del presente trabajo de titulación: Modelos de velocidad en calles urbanas antes de llegar a redondeles, de la Titulación de Ingeniero 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”

.....

Autor: Verdesoto Velepucha Christian Bolívar

Cédula: **1900397520**

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a todos mis familiares y amigos que me brindaron todo su apoyo en este proceso de formación. A mi madre Irma Velepucha y a mi padre Bolívar Verdesoto por ser las personas que se encargaron de educarme y guiarme por un buen camino, a mis hermanas Andrea y Tairy Verdesoto por aconsejarme y alentarme a no rendirme, a mi abuelita Luz Figueroa por brindarme su apoyo incondicional en este proceso de formación y a mi sobrino Damián por alegrarme todos los días con sus ocurrencias.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la vida, a mis padres, hermanas y familiares que se encargaron de guiarme por un buen camino y brindarme todo su apoyo. A los docentes de la titulación de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica Particular de Loja por su enseñanzas y consejos. Al Ph.D. Yasmany García por la ayuda brindada en el desarrollo del trabajo de fin de titulación y a todas las personas que me colaboraron para el desarrollo de la investigación.

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.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
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 de la investigación	5
1.4 Estructura de la investigación.....	6
2. ESTADO DEL ARTE	7
2.1 Factores influyentes en la velocidad de operación	8
2.1.1 Características del Vehículo.....	8
2.1.2 Características del Conductor	8
2.1.3 Características de las calles.....	8
2.1.3.1 Longitud.....	8
2.1.3.2 Ancho de calzada.....	9
2.1.3.3 Número de carriles	9
2.1.3.4 Ancho de carril.....	9
2.1.3.5 Acera.....	9
2.1.3.6 Distancia de visibilidad	9

2.1.3.7	Presencia de estacionamiento.....	9
2.1.3.8	Redondeles	9
2.1.4	Entorno	9
2.2	Sitios	10
2.3	Equipos de recolección de datos.....	10
2.4	Procesamiento de datos.....	11
2.5	Modelos de velocidad desarrollados en zonas urbanas	11
2.6	Resumen y conclusiones	14
3	PLAN EXPERIMENTAL.....	16
3.1	Tamaño de la Muestra	17
3.2	Tramos de estudio	17
3.3	Elección del circuito de medición	20
3.4	Equipo de medición de velocidad.....	21
3.5	Conductores.....	21
3.6	Vehículos	23
3.7	Trabajo de campo	24
3.7.1	Experimento de campo	24
3.7.2	Encuestas aplicadas a los conductores.....	25
3.8	Resumen y conclusiones	25
4	PROCESAMIENTO DE DATOS	26
4.1	Procesamiento de datos de las variables dependientes.....	27
4.1.1	Aceleración y desaceleración.....	29
4.2	Procesamiento de las variables independientes.....	30
4.3	Resultados de las encuestas.....	32
4.3.1	Rasgos de personalidad.....	32
4.3.2	Estilos de conducción	33
4.4	Resumen y conclusiones	35
5	ANÁLISIS DE PATRONES DE COMPORTAMIENTO	36
5.1	Tramos antes de llegar al redondel	37

5.1.1	Análisis de las características del conductor y del vehículo.....	37
5.1.2	Velocidad.....	41
5.1.2.1	Percentil 85 de la velocidad.....	41
5.1.2.2	Velocidad media.....	43
5.1.3	Aceleración.....	44
5.1.3.1	Percentil 85 de la aceleración.....	44
5.1.3.2	Aceleración media.....	45
5.1.4	Desaceleración.....	45
5.1.4.1	Percentil 85 de la desaceleración.....	45
5.1.4.2	Desaceleración media.....	46
5.1.5	Desviación estándar.....	47
5.1.6	Variables independientes significativas para calibrar modelos.....	47
5.2	Redondel.....	47
5.2.1	Características de los redondeles.....	47
5.3	Resumen y conclusiones.....	50
6	CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS MODELOS.....	51
6.1	Calibración de modelos.....	52
6.1.1	Modelos de velocidad.....	52
6.1.2	Modelos de aceleración.....	53
6.1.3	Modelos de desaceleración.....	53
6.1.4	Velocidad dentro del redondel.....	54
6.2	Validación de los modelos calibrados.....	54
6.3	Resultados de la calibración y validación.....	57
6.3.1	Validación de los modelos calibrados de velocidad.....	57
6.3.1.1	Percentil 85 de la velocidad.....	58
6.3.1.2	Velocidad media.....	58
6.3.1.3	Velocidad deseada para tramos mayores a 312 metros.....	59
6.3.2	Validación de los modelos calibrados de la aceleración.....	59
6.3.2.1	Percentil 85 de la aceleración.....	59

6.3.2.2	Aceleración media	60
6.3.3	Validación de los modelos calibrados de la desaceleración	61
6.3.3.1	Percentil 85 de la desaceleración	61
6.3.3.2	Desaceleración media	61
6.3.4	Validación de la desviación estándar	62
6.3.5	Validación de la velocidad dentro del redondel	62
6.4	Prueba del Chi-cuadrado y cálculo de errores de pronóstico.....	63
6.5	Discusión de las velocidades de operación	64
6.6	Resumen y conclusiones	65
CONCLUSIONES		66
RECOMENDACIONES.....		68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		69
ANEXOS.....		70
Anexo A. Encuestas aplicadas a los conductores.....		71
Anexo B. Tramos de estudio y perfiles de velocidad.....		74
Anexo C. Tabla estandarizada del Chi-crítico		92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Modelos de velocidad en calles urbanas de Bassani y Sachi (2012)	11
Tabla 2.2 Modelos de velocidad en curvas horizontales de zonas urbanas de Poe y Mason (2000)	13
Tabla 2.3 Modelos de velocidad en redondeles urbanos de Al-Omari et al. (2014)	14
Tabla 3.1 Tramos de estudio	18
Tabla 3.2 Redondeles de estudio	18
Tabla 3.3 Características de los tramos de estudio	18
Tabla 3.4 Características geométricas de los redondeles de estudio	19
Tabla 3.5 Información de los conductores en estudio	21
Tabla 3.6 Información de los vehículos en estudio	23
Tabla 4.1 Resumen de los recorridos en estudio	28
Tabla 4.2 Valores del percentil 85 de la velocidad y velocidad media de los sitios de medición	29
Tabla 4.3 Valores del percentil 85 y media de la aceleración a partir de las velocidades iniciales de los sitios de medición	30
Tabla 4.4 Valores del percentil 85 y media de la desaceleración de los sitios de medición .	30
Tabla 4.5 Variables independientes de los tramos antes de llegar a redondeles	31
Tabla 4.6 Variables independientes de los redondeles	31
Tabla 4.7 Número y densidad de objetos en zonas laterales	32
Tabla 4.8 Rasgos de personalidad de los conductores en estudio	33
Tabla 4.9 Estilos de conducción de los conductores en estudio	34
Tabla 5.1 Valores de p obtenidos del programa estadístico MINITAB 14.2 entre las variables independientes y V_{85}	42
Tabla 5.2 Valores de p obtenidas del programa estadístico MINITAB 14.2 entre las variables independientes y V_{med}	44
Tabla 5.3 Variables independientes estadísticamente significativas para la calibración de ecuaciones de predicción	47
Tabla 6.1 Modelos de velocidad calibrados	52
Tabla 6.2 Modelos de aceleración calibrados	53
Tabla 6.3 Modelos de desaceleración calibrados	53
Tabla 6.4 Velocidad media calibrada dentro de los redondeles	54
Tabla 6.5 Características de los tramos utilizados para la validación de los modelos calibrados	55
Tabla 6.6 Resumen de los recorridos utilizados para validar los modelos calibrados	56
Tabla 6.7 Velocidad, aceleración y desaceleración observadas en el circuito de validación	56

Tabla 6.8 Desviación estándar de las variables dependientes obtenidas en el circuito de validación.....	57
Tabla 6.9 Velocidad media y desviación estándar dentro de los redondeles de los sitios de validación.....	57
Tabla 6.10 Velocidad deseada para longitudes mayores a 312 metros	59
Tabla 6.11 Desaceleración media y desviación estándar obtenidas en el circuito de calibración y validación.....	61
Tabla 6.12 Comparación de la desviación estándar obtenida en el circuito de calibración y validación.....	62
Tabla 6.13 Velocidad media dentro de los redondeles obtenida en la calibración y validación	62
Tabla 6.14 Prueba del Chi-cuadrado y cálculo de errores de pronóstico	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 Circuito de calibración.....	20
Figura 3-2 Equipo Garmin Dash Cam 20 para el estudio	21
Figura 4-1 Perfiles de velocidad del tramo 1 sin considerar flujo libre	28
Figura 4-2 Perfiles de velocidad en flujo libre del tramo 1	28
Figura 4-3 Resultados del test de rasgos de personalidad (ZKPQ-50-CC).....	33
Figura 4-4 Resultados del test de estilos de conducción (MDSI-S)	34
Figura 5-1 Relación entre estilo de riesgo y alta velocidad versus velocidad máxima (V_{max})	37
Figura 5-2 Relación entre estilo cordial y prudente versus velocidad máxima (V_{max})	38
Figura 5-3 Relación entre estilo disociativo versus velocidad máxima (V_{max}).....	38
Figura 5-4 Relación entre estilo ansioso versus velocidad máxima (V_{max}).....	38
Figura 5-5 Relación entre estilo agresivo versus velocidad máxima (V_{max}).....	39
Figura 5-6 Relación entre estilo de reducción de estrés versus velocidad máxima (V_{max}) ...	39
Figura 5-7 Relación entre neurotismo/ansiedad versus velocidad máxima (V_{max})	39
Figura 5-8 Relación entre sociabilidad versus velocidad máxima (V_{max}).....	40
Figura 5-9 Relación entre impulsividad versus velocidad máxima (V_{max}).....	40
Figura 5-10 Relación entre agresión/hostilidad versus velocidad máxima (V_{max}).....	40
Figura 5-11 Relación entre actividad versus velocidad máxima (V_{max})	41
Figura 5-12 Relación entre longitud de los tramos (L) versus percentil 85 de la velocidad (V_{85})	42
Figura 5-13 Relación entre longitud (L) versus percentil 85 de la velocidad (V_{85}).....	42
Figura 5-14 Relación entre longitud (L) versus velocidad media (V_{med})	43
Figura 5-15 Relación entre velocidad inicial (V_i) versus percentil 85 de la aceleración (a_{85})	44
Figura 5-16 Relación entre velocidad inicial (V_i) versus aceleración media (a_{med})	45
Figura 5-17 Relación entre longitud (L) versus percentil 85 de la desaceleración (d_{85})	46
Figura 5-18 Relación entre densidad de señales de tránsito (DST) versus el percentil 85 de la desaceleración (d_{85}).....	46
Figura 5-19 Características geométricas del redondel	48
Figura 5-20 Casos de circulación dentro de los redondeles en estudio	49
Figura 6-1 Circuito para la validación de los modelos calibrados	55
Figura 6-2 Relación entre el percentil 85 de la velocidad observada versus resultados estimados con la ecuación 6.1	58
Figura 6-3 Relación entre la velocidad media observada versus resultados estimados con la ecuación 6.2	58
Figura 6-4 Relación entre el percentil 85 de la aceleración observada versus resultados estimados con la ecuación 6.6.....	60

Figura 6-5 Relación entre la aceleración media observada versus resultados estimados con la ecuación 6.7.....	60
Figura 6-6 Relación entre el percentil 85 de la desaceleración observada versus resultados estimados con la ecuación 6.9.....	61

RESUMEN

Generalmente, antes de redondeles y dentro de ellos, la velocidad de operación suele ser mayor a la velocidad de diseño. La velocidad de operación es calculada con ecuaciones que incluyen variables como: las características del conductor, vehículos, calles y el entorno. Sin embargo, en nuestro país no se conoce de este tipo de ecuaciones.

En ese escenario, esta tesis tuvo por objetivo desarrollar modelos de velocidad en calles urbanas antes de llegar a redondeles, recolectando velocidades de 7 redondeles ubicados en la zona urbana de la ciudad de Loja. Se seleccionó un circuito de medición, el cual fue recorrido por 45 conductores con el equipo Garmin Dash Cam 20. Se realizó el procesamiento de esos datos, se analizaron patrones de comportamiento y se realizó la calibración y validación de los modelos.

Se obtuvieron modelos de velocidad, aceleración y desaceleración, los cuales servirá para estimar la velocidad de operación en calles urbanas durante el diseño de calles.

Palabras Clave: modelos de velocidad, modelos de aceleración y desaceleración, calles urbanas, redondeles, Garmin Dash Cam 20.

ABSTRACT

Generally, before roundels and within them, the operation speed is greater than the design speed. The operating speed is calculated with equations involving variables such as: the characteristics of the driver, vehicles, streets and environment. However, in our country it is not known of such equations.

In that scenario, this thesis he had as objective to develop models of speed on urbans streets before reaching roundels, collecting the speed of 7 roundels located in the urban area of the city of Loja. A measuring circuit is selected, which was traveled by 45 drivers with the team Garmin Dash Cam 20. It perfomed the processing of these data, behavior patterns were analyzed and was performed the calibration and validation of the models.

They were obtained models of speed, acceleration and deceleration , which will serve to estimate the speed of operation on urbans streets during the design of streets.

Key words: Speed models, models of acceleration and deceleration, urban streets, roundels, Garmin Dash Cam 20.

CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN

Las calles urbanas están diseñada para proporcionar movilidad, acceso y garantizar la seguridad a los diferentes usuarios como peatones, ciclistas, motociclistas y vehículos. Estas fueran seguras si la velocidad de operación no excediera la velocidad de diseño que se utilizó para su construcción.

Generalmente la velocidad a la que circulan los vehículos en zonas urbanas son más bajas en comparación con las zonas rurales, esto se debe al mayor flujo vehicular y presencia de peatones que existen en el área urbana. Además la velocidad de operación a la que circulan los conductores por lo general exceden el límite de velocidad establecido para zonas urbanas según el Reglamento General para la Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (2012) que establece que los vehículos que circulen por las calles urbanas no deberían sobrepasar los 50 km/h. Así mismo la velocidad está relacionado con el consumo de combustible, contaminación producida por los gases que eliminan los vehículos y con los accidentes de tránsito que ocurren en las calles de nuestro país.

La presente investigación consiste en establecer los factores influyentes sobre la velocidad de operación y desarrollar ecuaciones de predicción de velocidad, aceleración y desaceleración en calles urbanas antes de llegar a redondeles, para ello se evaluó la velocidad observada con las características del conductor, vehículo, calles y el entorno por el que circulan. A partir de estos análisis se determinaron las principales variables independientes que influyen sobre la velocidad y se determinaron varias ecuaciones de predicción.

1.1 Hipótesis

La hipótesis general planteada en la investigación es: "La velocidad de operación de los vehículos que circulan en calles urbanas antes de llegar a redondeles en zonas urbanas está relacionada con las características del vehículo, del conductor, características de las calles y el entorno por el que circulan".

Se obtuvo las características del vehículo que fueron: marca, cilindraje, tipo de vehículo (camioneta o auto) y año de fabricación. Además las características del conductor obtenidas fueron la edad, sexo y años de experiencia en conducción, y test relacionadas a estilos de conducción (MDSI-S) y rasgos de personalidad (ZKPQ-50-CC). Por otro lado las características de las calles obtenidas fueron la longitud del tramo, ancho de calzada, número de carriles y ancho de carril. Finalmente para el entorno por el que circulan los vehículos del circuito seleccionado, se obtuvo el número de árboles, postes, accesos y señales de tránsito.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar modelos de velocidad en calles urbanas antes de llegar a redondeles.

1.2.2 Objetivos específicos

- Recopilar y analizar información de estudios previos de modelos de velocidad de zonas urbanas.
- Definir una metodología adecuada para medición, procesamiento y análisis estadístico de los datos de velocidad, conductor, vehículo y tipo de vía.
- Determinar las variables dependientes e independientes a evaluarse.
- Recolectar datos de las variables de acuerdo al plan experimental.
- Analizar los patrones de comportamiento de la velocidad de los vehículos con respecto a las variables independientes.
- Calibrar y validar los modelos de velocidad en función de las variables geométricas más significativas.

1.3 Metodología de la investigación

La presente investigación tiene por objetivo desarrollar modelos de velocidad en calles urbanas antes de llegar a redondeles en la ciudad de Loja, tomando en cuenta las características del vehículo, conductor, características de las calles y el entorno por el que circula. Para cumplir con este objetivo se consideraron las siguientes etapas: revisión de la literatura, plan experimental, recolección de datos, análisis de datos, análisis de patrones, calibración y validación de los modelos desarrollados.

La revisión del estado del arte sirvió para conocer los equipos utilizados en la recolección de velocidades, análisis de datos, identificación de las variables relevantes en la velocidad, validación y calibración de los modelos. En esta etapa se evaluaron investigaciones relacionadas con el tema con el objetivo de conocer los detalles para el desarrollo de modelos de velocidad.

A partir del análisis del estado del arte, se elaboró el plan experimental, el mismo que se utilizó para realizar la elección del circuito, selección del tamaño de la muestra, conductores, vehículos, recolección de velocidades y otras variables independientes. Esta etapa tuvo como objetivo elaborar una metodología de medición, procesamiento y análisis estadístico para los datos de velocidad.

La recolección de datos tuvo por objetivo obtener una muestra representativa de velocidades. Para ello se procedió a realizar los recorridos por el circuito seleccionado utilizando el equipo Garmin Dash Cam 20 que proporciona la velocidad de operación de los vehículos. Para la recolección de las características del vehículo se realizó algunas preguntas a los propietarios relacionados con la marca, cilindraje, tipo de vehículo (auto o camioneta) y el año de fabricación. Además los conductores respondieron preguntas relacionadas con el sexo, la edad y años de experiencia. También respondieron test de preguntas para estimar el estilo de conducción (MDSI-S) y los rasgos de personalidad (ZKPQ-50-CC). Por otro lado, para obtener

las características de las calles se realizó la medición de la longitud del tramo, ancho de calzada, número de carriles y ancho de carril. Finalmente se realizó el conteo de los accesos, árboles, postes y señales de tránsito del circuito seleccionado para obtener información relacionada con el entorno por el que circulan los vehículos.

Con los datos de velocidad recolectados y las variables independientes, se procedió a realizar el procesamiento de datos, cuyo objetivo fue obtener una base de datos adecuada que será utilizada en las siguientes etapas.

Después de realizar el procesamiento de datos, se analizaron los patrones de comportamiento en la velocidad de operación; es decir se determinaron las variables más significativas en la velocidad para posteriormente utilizarlas en el desarrollo del modelo.

Con las variables más significativas se realizó la calibración de los modelos de velocidad, aceleración y desaceleración. Finalmente se realizó la validación de los modelos, para ello se escogió un nuevo circuito que tenga características similares al utilizado en la calibración. En este nuevo circuito se recolectaron velocidades de operación, se procesaron los datos y se comprobaron que los datos observados no sean estadísticamente diferentes a los datos obtenidos con las ecuaciones de predicción de velocidad, aceleración y desaceleración.

1.4 Estructura de la investigación

El trabajo se lo dividió en 7 capítulos. En el Capítulo 2 se muestra la revisión del estado del arte, en el Capítulo 3 se incluye el plan experimental, en el Capítulo 4 se observa el análisis y procesamiento de datos de las variables dependientes e independientes. En el Capítulo 5 se detalla el análisis de patrones de comportamiento, en el Capítulo 6 se muestra la calibración y validación de los modelos de velocidad, aceleración y desaceleración. Y finalmente se presentan las Conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO 2

ESTADO DEL ARTE

En el presente capítulo se detalla la revisión de temas relacionados con modelos de velocidad en calles urbanas, con el propósito de determinar los factores que influyen sobre la velocidad de operación, así mismo se analizan los sitios de estudio, los equipos utilizados para la recolección de datos, el procesamiento de datos y la calibración de los modelos de velocidad. Finalmente se resumen las actividades realizadas en este capítulo.

2.1 Factores influyentes en la velocidad de operación

La velocidad de operación está relacionada con 4 factores principales: características del vehículo, características del conductor, características de las calles y el entorno en el que este circula.

2.1.1 Características del Vehículo

El vehículo es una de las variables que puede influir sobre la velocidad de operación. Pérez (2012) indicó que el peso del vehículo, cilindraje, modelo y año de fabricación, podrían influir sobre la velocidad que desarrollará el vehículo.

Mientras que, Wang (2006), Bassani y Sacchi (2012) y Al-Omari, Ghuzlan y Al-Helo (2014) consideraron en sus investigaciones vehículos livianos o de pasajeros para desarrollar modelos de velocidad en zonas urbanas.

2.1.2 Características del Conductor

El conductor se encarga de poner en funcionamiento el vehículo, su forma de conducir dependerá según Pérez (2012) de su edad, sexo, años de experiencia y propósito del viaje. Además Tarris, Poe, Mason y Goulias (1996) concluyeron que el efecto individual del conductor es influyente sobre la velocidad de operación. Por otro lado Parker (1997) citado en Wang (2006) estableció que los conductores seleccionan la velocidad de operación de acuerdo a su percepción de la vía por la que transitan.

2.1.3 Características de las calles

Este factor puede influir sobre la velocidad de operación en calles urbanas. Estas características están asociadas a la longitud de la calle, ancho de carril, número de carriles, ancho de calzada, aceras, distancia de visibilidad, etc. Además se detalla la presencia de estacionamientos y redondeles. A continuación se describen estas variables:

2.1.3.1 Longitud

La longitud de la calle está relacionada con la velocidad de operación en zonas urbanas, esta variable resultó ser significativa en tramos rectos de acuerdo a Dinh y Kubota (2013). Además, Pérez (2012) indicó dos tipos de rectas; las rectas independientes son aquellas que presentan longitud suficiente para que los conductores puedan alcanzar su velocidad deseada, mientras que las rectas no independientes son de longitudes cortas y los conductores no alcanzan su velocidad deseada.

2.1.3.2 Ancho de calzada

Bassani y Sacchi (2012) y Dinh y Kubota (2013) establecieron que el ancho de la calzada está relacionada con la velocidad de operación, los conductores transitan a velocidades altas cuando existen calzadas amplias.

2.1.3.3 Número de carriles

Dinh y Kubota (2013) y Bassani y Sacchi (2012) concluyeron que el número de carriles está relacionada con la velocidad de operación. Los conductores circulan a velocidades altas cuando existen dos o más carriles.

2.1.3.4 Ancho de carril

Esta variable en calles urbanas no fue significativa según Bassani y Sacchi (2012). Pérez (2012) sostiene que mientras mayor es el ancho del carril, los conductores tienen mayor margen de maniobra y las velocidades de operación aumentan.

2.1.3.5 Acera

Wang (2006) indicó que la acera interviene en la elección de la velocidad de operación y se presentó como un indicador el cual limita el ancho de la calzada.

2.1.3.6 Distancia de visibilidad

Rowan (1962) citado en Wang (2006) concluyó que la velocidad en zonas urbanas se reduce cuando la distancia de visibilidad está por debajo de 300 o 360 metros.

2.1.3.7 Presencia de estacionamiento

La presencia de carriles de estacionamiento influye en la velocidad de operación, dado que los conductores reducen la velocidad por la presencia de estos de acuerdo a Bassani y Sacchi (2012) y Wang (2006).

2.1.3.8 Redondeles

Al-Omari et al. (2014) encontraron que el diámetro externo del redondel, diámetro interior, ancho de calzada circulatoria, ancho de la entrada, ancho de salida, tipo de zona, curva de circulación, alturas de los bordes interior y exterior de la acera estaban relacionadas con la velocidad de operación en redondeles urbanos. Así mismo Gallelli, Vaiana y Luele (2014) indicaron que la longitud entre redondeles, radio central de la isla, diámetro del círculo inscrito, longitud de circulación dentro del redondel y ancho de la calzada transitable, influyen sobre la velocidad de operación en redondeles.

2.1.4 Entorno

Este factor está relacionado con las condiciones climáticas, iluminación, elementos que se encuentra en las zonas laterales a las calles, vehículos estacionados, edificios, árboles, postes etc.

Wang (2006) indicó que los postes y árboles que se encuentran en las zonas laterales de la calle, influyeron sobre la velocidad de operación de los vehículos. Además las condiciones de iluminación, luz del día, amanecer, oscuridad, etc, también están relacionadas con la velocidad.

2.2 Sitios

Bassani y Sacchi (2012) seleccionaron 24 sitios de estudio en calles urbanas en Torino, Italia, en donde recolectaron un total de 1600 valores de velocidad para elaborar uno o varios modelos de velocidad. Además Dinh y Kubota (2013) escogieron 85 sitios de calles residenciales urbanas de la ciudad de Sitama, Japón con límites máximos de velocidad de 30 km/h.

Wang (2006) seleccionó calles urbanas arteriales, colectoras y calles locales en Atlanta, E.E.U.U., escogió 56 tramos de estudio, los cuales 20 fueron rectos y 36 curvas horizontales. Mientras que, Ramachandra y Mohan (2014) trazaron una ruta circular cerrada de 55 km de longitud en la ciudad de Delhi, India, incluyendo los lugares que consideraron importantes en la ciudad y dividió las calles en 27 segmentos para recolectar los datos de velocidad.

En cuanto a redondeles Al-Omari et al. (2014) escogieron 30 rotondas en tres ciudades diferentes de Jordania, en cada rotonda tomaron 100 datos de velocidad. Los datos fueron tomados en la entrada del redondel, punto medio de circulación del redondel y salida del redondel.

2.3 Equipos de recolección de datos

Los datos de velocidad servirán para el análisis y desarrollo de modelos. Algunas investigaciones han desarrollado modelos con datos de velocidad puntual o continua. El método de recolección puntual no toma en cuenta la velocidad del vehículo antes o después del lugar donde se tomó la velocidad. Mientras que el método de recolección continua permite analizar las variaciones de velocidad que existen desde el punto partida hasta el punto de finalización.

Bassani y Sacchi (2012) en su investigación realizada para zonas urbanas en Italia, utilizaron pistola láser y cámaras digitales de alta velocidad para determinar la velocidad. Así mismo Dinh y Kubota (2013) emplearon una pistola de radar STALKER ATS que graba datos de velocidad. Además Al-Omari et al. (2014) utilizaron pistola láser para obtener la velocidad de operación en redondeles en diferentes ciudades de Jordania. Mientras que, Wang (2006) utilizó el GPS situado dentro de los vehículos de estudio para obtener las velocidades de operación en intervalos de 1 segundo y su ubicación.

2.4 Procesamiento de datos

Bassani y Sacchi (2012) y Al-Omari et al. (2014) procesaron los datos de velocidad utilizando un análisis estadístico para evaluar la velocidad de operación de cada uno de los vehículos en las zonas que tomaron en cuenta para su investigación.

Dinh y Kubota (2013) procesaron los datos eliminando los perfiles de velocidad anormales y los casos en que los vehículos no se encontraban en flujo libre. A partir de este procedimiento, obtuvieron una base de datos que les sirvió para calibrar modelos.

Poe y Mason (2000) utilizaron los datos de velocidad de los vehículos que viajaban en toda la zona de estudio y los que se encontraban en condiciones de flujo libre. Se consideró que un vehículo fue impedido si el avance era cinco segundos o menos de intervalo de tiempo crítico en cualquier sitio del área de estudio. A partir de estas consideraciones calibraron un modelo de velocidad.

Mientras 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.)
- No utilizó los viajes que se realizaron en condiciones lluviosas.
- Eliminó valores de aceleración y desaceleración del perfil de velocidad en base a la aceleración y la distancia de desaceleración en el caso de que el corredor seleccionado terminara por dos semáforos o señales de alto.
- Retiró los viajes donde cualquier punto de velocidad del viaje cayó por debajo de dos desviaciones estándar de la media, debido a que el conductor estuvo posiblemente afectado por otros conductores o estuvo realizando una maniobra de giro.

2.5 Modelos de velocidad desarrollados en zonas urbanas

Bassani y Sacchi (2012) en su investigación realizada en Italia obtuvieron modelos de velocidad para zonas urbanas con datos de velocidad puntual que se observan en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Modelos de velocidad en calles urbanas de Bassani y Sachi (2012)

N° Ec.	Nombre del modelo y ecuación de predicción	R ²
2.1	Modelo en el que se incluye el ancho de mediana (MW)	0,97
	$V_{85}=0,6277*PSL+8,4574*LP+3,6976*LW+7,7409*MW$	
2.2	Modelo para obtener la velocidad prevista para calzadas divididas	0,96
	$V_{85}=0,647*PSL+8,547*LP+5,838*LW$	

Tabla 2.1 Modelos de velocidad en calles urbanas de Bassani y Sachi (2012) (continuación)

N° Ec.	Nombre del modelo y ecuación de predicción	R ²
2.3	Modelos de velocidad para ancho de calzada (CW)	0,93
	$V_{85}=2,185*CW+0,508*PSL$	

Fuente: Bassani y Sachi (2012)

Elaboración: El autor

Donde:

- V_{85} = Percentil 85 de la velocidad km/h
- PSL= Límite de velocidad, compuesto por valores entre 30 a 70 km/h
- LP= Posición en el carril, que varía entre 1 (carril derecho) y 3 (carril izquierdo)
- LW=Ancho del carril, rango entre 2,80 a 5,9 m
- MW=Ancho de mediana, rango entre 1,65 a 9,05 m
- CW=Ancho de calzada
- R^2 = Coeficiente de determinación.

Wang (2006) desarrolló un modelo de velocidad para calles urbanas en Atlanta, E.E.U.U. y se observa a continuación:

$$V_{85}=50,503+(10,386*\text{lane.num})-(0,079*\text{roadside.d})-(0,129*\text{driveway})-(0,211*\text{intesection})+(4,816*\text{curb.indicator})-(6,824*\text{sidewalk.indicator})-(5,104*\text{parking.indicator})+(5,299*\text{land.use1})+(5,237*\text{land.use2})$$

$R^2= 0,67$ Ec. 2.4

Donde:

- V_{85} : velocidad de operación, representada por el percentil 85 de las velocidades (km/h)
- lane.num: número de carriles
- roadside.d: densidad de objetos en carretera (postes de electricidad y árboles) dividido por la media del desplazamiento de objetos desde el borde de la carretera (número de objetos por km/desplazamiento (m))
- driveway: densidad de caminos de entrada (número de accesos por km)
- intersection: densidad de intersecciones tipo T (número de intersección en T por km)
- curb.indicator: Indicador de bordillo
si no hay bordillo curb.indicator = 0
de otra manera curb.indicator = 1
- sidewalk.indicator: Indicador de acera
si no hay acera sidewalk.indicator = 0
de otra manera sidewalk.indicator = 1

- parking.indicator: Indicador de estacionamiento
si no hay estacionamiento en la calle parking.indicator = 0
de otra manera parking.indicator = 1
- land.use: Uso del suelo
si el uso del suelo es comercial
land.use1 = 0 land.use2 = 0
si el uso del suelo es residencial
land.use1 = 1 land.use2 = 0 o land.use2 = 1 land.use1 = 0.

Poe and Mason (2000) desarrollaron modelos de velocidad en 4 puntos de la curva en zonas urbanas de Pensilvania, E.E.U.U. y se observan en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2 Modelos de velocidad en curvas horizontales de zonas urbanas de Poe y Mason (2000)

N° Ec.	Nombre del modelo y ecuación de predicción	R ²
2.5	Velocidad de operación 150 pies antes del punto de inicio de la curva	0,99
	$PC150=49,59+0,5(DEGCVR)-0,35(GRADE)+0,74(LNWIDN)-0,74(HZRT5N)$	
2.6	Velocidad de operación en el punto de inicio de la curva	0,98
	$PC=51,13-0,10(DEGCVR)-0,24(GRADE)-0,01(LNWIDN)-0,57(HZRT5N)$	
2.7	Velocidad de operación en el punto medio de la curva	0,90
	$MID=48,82-0,14(DEGCVR)-0,75(GRADE)-0,12(LNWIDN)-0,12(HZRT5N)$	
2.8	Velocidad de operación en el punto final de la curva o punto de inicio de tangente	0,90
	$PT=43,41-0,11(DEGCVR)-0,12(GRADE)+1,07(LNWIDN)+0,30(HZRT5N)$	

Fuente: Poe y Mason (2000)

Elaboración: El autor

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 (%)

- LNWIDTH: ancho de carril (m)
- HZRT5N: tasa de peligro (0-4)

Al-Omari et al. (2014) desarrollaron modelos de velocidad para redondeles en zonas urbanas. En la Tabla 2.3 se observan los modelos obtenidos.

Tabla 2.3 Modelos de velocidad en redondeles urbanos de Al-Omari et al. (2014)

N° Ec.	Nombre del modelo y ecuación de predicción	R ²	SSE
2.9	Modelo del percentil 85 de la velocidad de operación	0,89	1,39
	$V_{c,85}=14,321+0,196*V_a+0,655*W_e+0,11*Di+0,048*DC-11,96*A_e$		
2.10	Modelo de velocidad media de circulación	0,93	0,95
	$V_{c,avg}=11,098+0,183*V_a+0,645*W_e+0,11*Di+0,027*DC-9,27*A_e$		

Fuente: Al-Omari et al. (2014)

Elaboración: El autor

Donde:

- $V_{c, 85}$ = Percentil 85 de la velocidad de circulación (km/h)
- $V_{c, avg}$ = Velocidad media de circulación (km/h)
- V_a = Factor de seguridad del enfoque ascendente (km/h), velocidad de flujo libre de la conexión vial de entrada antes de la rotonda
- W_e = Ancho de entrada (metros)
- Di = Diámetro del círculo interno (metros)
- DC = Curva de circulación (metros)
- A_e = Ángulo de entrada (radianes)
- SSE= Error estándar de estimación
- R^2 = Coeficiente de determinación

2.6 Resumen y conclusiones

En este capítulo se analizaron diferentes investigaciones realizadas en zonas urbanas, con el fin de determinar los principales factores que intervinieron en la elección de la velocidad de operación de los vehículos. En cada estudio se analizaron los sitios donde se recolectó los datos, equipos utilizados en la recolección de velocidad, procesamiento de datos, variables utilizadas para desarrollo del modelo y calibración de los modelos.

En las investigaciones revisadas, los factores más influyentes sobre la velocidad de operación en calles urbanas fueron: la longitud, ancho de calzada, ancho de carril, número de carriles, acera, presencia de estacionamientos, límites de velocidad, objetos en zonas laterales,

características del vehículo y del conductor. Mientras que para los redondeles fueron el ancho de entrada, ancho de la calzada de circulación, ancho de salida, diámetro interior y exterior.

CAPÍTULO 3
PLAN EXPERIMENTAL

En el presente capítulo se describe cada una de las actividades realizadas para el desarrollo de la investigación: selección del tamaño de la muestra, selección de los tramos de estudio, elección del circuito, detalles del equipo de medición de velocidad, selección de los conductores y vehículos. Además se describe el trabajo de campo realizado para la recolección de velocidades y las encuestas aplicadas a los conductores. Y finalmente se presenta el resumen del capítulo.

3.1 Tamaño de la Muestra

Toda investigación debe tener una muestra representativa que asegure resultados confiables. El cálculo del tamaño de la muestra sirve para estimar la cantidad mínima de observaciones, estimar el tiempo que se demora en desarrollar el experimento y poder verificar que la muestra de estudio sea representativa con respecto de la población existente. Para determinar el tamaño de la muestra, se utilizó la ecuación 3.1 que corresponde a Pignataro (1973) citado en Bennett (1994).

$$n = \frac{K^2 * \sigma^2 * (2 + U^2)}{eI^2} \quad \text{Ec. 3.1}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

K: Constantes para el nivel de confianza

σ : Desviación estándar, km/h

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

eI: Precisión o error máximo admisible

Bennett (1994) calculó algunas tablas para determinar los coeficientes K y U en función del nivel de confianza, mientras que las tablas para estimar el tamaño de la muestra son en función del error y desviación estándar. Para esta investigación se estimó un nivel de confianza del 95%, y se obtuvo valores de los coeficientes $k=1,96$ y $U=1,04$. Además se estimó una desviación estándar de 13 km/h y un error de 5 km/h dado que se utilizó un equipo GPS, al aplicar la fórmula de Pignataro (1973) citado en Bennett (1994) se obtuvo un tamaño de muestra de 40 conductores. Para desarrollar esta investigación se utilizaron 45 conductores que posean vehículo.

3.2 Tramos de estudio

Los tramos seleccionados se encuentran dentro del área urbana y están distribuidos a lo largo de la ciudad, están ubicados en avenidas de doble sentido de 2 a 3 carriles y con diferentes características geométricas. Se consideró que el pavimento de la calzada de circulación esté

en buenas condiciones e incluyan redondeles al final de su longitud. A partir de estas consideraciones se estableció un circuito con 9 tramos que finalizan en redondeles, 2 redondeles fueron recorridos en diferentes sentidos de circulación. En estos tramos se recolectó velocidades de operación de los vehículos. En las Tablas 3.1 y 3.2 se observan los nombres de las calles de los tramos y redondeles de estudio.

Tabla 3.1 Tramos de estudio

N° de tramos	NOMBRES DE LAS CALLES		
	NOMBRE	INICIA	TERMINA
1	Av. Alonso de Mercadillo	Calle José María Peña	Redondel
2	Av. Manuel Carrión Pinzano	Calle María de Leiva	Redondel
3	Av. Manuel Carrión Pinzano	Av. De las Paltas	Redondel
4	Av. Manuel Carrión Pinzano	Calle Rafael Riofrío	Redondel
5	Av. Isidro Ayora	Av. Manuel Carrión Pinzano	Redondel
6	Av. 8 de Diciembre	Av. Isidro Ayora	Redondel
7	Av. 8 de Diciembre	Calle El Tribuno	Redondel
8	Av. 8 de Diciembre	Av. Pablo Palacio	Redondel
9	Av. 8 de Diciembre	Av. Isidro Ayora	Redondel

Elaboración: El autor

Tabla 3.2 Redondeles de estudio

N° de tramos	UBICACIÓN	COORDENADAS	
		ESTE	NORTE
1	Av. Alonso de Mercadillo y Av. Pío Jaramillo Alvarado	699005,9	9557482,5
2	Av. Manuel Carrión Pinzano y Av. Las Paltas	698735,3	9558112,8
3	Av. Manuel Carrión Pinzano y calle Manuel Palacios	698708,2	9558200,6
4	Av. Manuel Carrión Pinzano y calle Piura	698975,9	9559955,8
5	Av. Panamericana y Av. 8 de Diciembre (Terminal Terrestre)	699329,8	9560206,2
6	Av. 8 de Diciembre y Av. Pablo Palacios (Las Pitas)	698939,2	9560989,4
7	Av. 8 de Diciembre y calle Fco. De Orellana (Zona Militar)	699337,8	9559686,4

Elaboración: El autor

Una vez determinados los redondeles y tramos de estudio, se obtuvieron las características geométricas y el número de objetos existentes en las zonas laterales, que se observan en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3 Características de los tramos de estudio

N° de tramos	L (m)	AC (m)	NC	ACA (m)	Número			
					P	Ar.	ST	Ac.
1	78,7	7	2	3,5	3	5	4	1
2	235,8	8	3	2,7	5	13	2	0
3	63,8	7	2	3,5	1	2	1	0

Tabla 3.3 Características de los tramos de estudio (continuación)

N° de tramos	L (m)	AC (m)	NC	ACA (m)	Número			
					P	Ar.	ST	Ac.
4	312	7	2	3,6	10	14	1	1
5	223,9	9	3	3,0	9	15	6	2
6	829,5	8	3	2,7	20	47	14	13
7	204,8	13	2	3,3	6	0	3	1
8	829,5	10	3	3,3	30	46	14	1
9	460,8	9	3	3,0	15	57	5	2
L= Longitud del tramo, m								
AC= Ancho de calzada, m								
NC= Número de carriles								
ACA= Ancho de carriles, m								
P= Número de postes								
Ar= Número de árboles								
ST= Número de señales de tránsito								
Ac= Número de accesos								

Elaboración: El autor

Además se realizó la medición de las características geométricas de los redondeles, tal como se observan en la Tabla 3.4. En ella se muestran las características que fueron influyentes sobre la velocidad de operación en redondeles según el estado del arte.

Tabla 3.4 Características geométricas de los redondeles de estudio

N° de redondeles	LRR (m)	DI (m)	DE (m)	AE (m)	AS (m)	ACC (m)
1	17,0	11,5	26,0	8,3	8,2	10,1
2	19,3	14,8	32,1	7,3	7,0	9,1
3	22,5	10,5	26,8	7,0	7,0	6,8
4	21,0	10,0	32,4	7,2	7,0	9,8
5	94,7	25,0	61,1	9,0	10,8	13,1
6	50,4	22,9	41,8	8,3	7,0	11,8
7	67,6	22,9	41,8	10,2	11,0	9,7
8	65,7	25,0	61,1	11,2	10,2	13,6
9	118,5	24,3	46,0	9,0	9,0	9,2
LRR= Longitud recorrida dentro del redondel, m						
DI= Diámetro interior, m						
DE, Diámetro exterior, m						
AE= Ancho de entrada, m						
AS= Ancho de salida, m						
ACC= Ancho de calzada de circulación, m						

Elaboración: El autor

3.3 Elección del circuito de medición

Para optimizar el recorrido por los tramos elegidos de la zona urbana de la ciudad de Loja y para tener un perfil de velocidad lo más cercano a la realidad, la recolección de datos se hizo mediante un circuito de medición. En ella se realizaron los recorridos previos, los mismos que sirvieron para verificar si existe circulación a flujo libre, buenas condiciones del pavimento, calles en las que los conductores se sientan cómodos y puedan circular a velocidades a las que ellos están acostumbrados a transitar. El circuito tuvo una longitud de 1077,6 m, el mismo que se puede circular entre 19 a 23 minutos. El recorrido inició en la zona céntrica recorriendo la parte occidental en dirección sur-norte hasta el barrio Las Pitas y continuó en dirección norte-sur atravesando la parte céntrica de la ciudad para finalmente regresar al punto de partida, tal como se muestra en la Figura 3-1.



Figura 3-1 Circuito de calibración

Fuente: Google maps

Elaboración: El autor

3.4 Equipo de medición de velocidad

El equipo utilizado en esta investigación es el Garmin Dash Cam 20, que posee una cámara HD con pantalla LCD de 2,3", tiene GPS incluido y permite grabar videos e imágenes. Este equipo proporciona la posición y datos de velocidad a cada segundo con una precisión de ± 2 km/h, e incluye los recorridos, los cuales servirán para obtener el perfil de velocidad continuo y desarrollar un modelo más preciso. En la Figura 3-2 se observa el equipo utilizado.



Figura 3-2 Equipo Garmin Dash Cam 20 para el estudio

Fuente: www.garmin.com

Elaboración: El autor

3.5 Conductores

Los conductores seleccionados fueron personas conocidas, quienes estuvieron dispuestas a realizar el recorrido. Ellos debían poseer: licencia de conducir, un vehículo liviano y conocer la ruta previamente. Se eligió un total de 45 conductores entre hombres y mujeres para el muestreo con el equipo propuesto, en la Tabla 3.5 se observa la información de los conductores.

Tabla 3.5 Información de los conductores en estudio

N°	Sexo	Edad	Años de experiencia en conducción (años)
1	F	24	3
2	M	60	37
3	M	27	5
4	F	24	2
5	F	25	5
6	M	25	6
7	M	33	15

Tabla 3.5 Información de los conductores en estudio (continuación)

N°	Sexo	Edad	Años de experiencia en conducción (años)
8	M	54	35
9	M	35	5
10	F	35	4
11	F	21	2
12	M	30	7
13	M	26	5
14	M	27	10
15	M	26	13
16	F	32	3
17	F	24	7
18	F	26	12
19	F	26	7
20	M	31	8
21	M	24	5
22	F	27	8
23	F	32	3
24	M	25	1
25	M	58	32
26	F	28	14
27	F	23	3
28	M	26	2
29	M	24	5
30	F	24	1
31	M	25	6
32	F	21	3
33	M	53	5
34	F	21	3
35	F	29	4
36	F	31	13
37	M	37	15
38	F	31	5
39	F	30	9
40	M	59	40
41	M	26	11
42	M	26	9
43	M	31	11
44	F	25	6
45	F	26	13

Elaboración: El autor

3.6 Vehículos

Se utilizaron 45 vehículos livianos para recolectar datos de velocidad, de cada vehículo se registró: la marca, el tipo de vehículo (auto o camioneta), año de fabricación, el cilindraje y el último mantenimiento realizado el cual sirvió para evaluar el estado del vehículo. Toda esta información se la observa en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6 Información de los vehículos en estudio

N°	Marca del vehículo	Tipo de vehículo		Cilindraje (cm ³)	Año de fabricación	Última revisión (días)
		Auto	Camioneta			
1	CHEVROLET	X		1000	1998	60
2	FORD		X	3700	2011	80
3	HYUNDAI	X		1600	2005	30
4	KIA	X		1100	2011	40
5	CHEVROLET	X		2000	2013	20
6	NISSAN		X	2400	2011	50
7	HYUNDAI	X		2000	2013	60
8	HYUNDAI	X		2000	2013	30
9	CHEVROLET	X		1000	2012	80
10	CHEVROLET	X		1000	2012	80
11	HYUNDAI	X		2000	2013	40
12	HYUNDAI	X		2400	2007	50
13	CHEVROLET	X		2000	2010	30
14	CHEVROLET	X		1800	2006	60
15	DAEWO	X		1600	1999	30
16	CHEVROLET	X		1300	2001	45
17	VITARA	X		1600	1994	45
18	VITARA	X		1600	1994	15
19	CHEVROLET	X		1600	2009	70
20	MAZDA	X		1600	2012	25
21	KIA	X		1500	2005	50
22	RENAULT	X		1600	2005	40
23	CHEVROLET	X		1300	2001	90
24	CHEVROLET	X		1000	2013	120
25	TOYOTA		X	2700	2008	90
26	CHEVROLET	X		1600	2007	45
27	HYUNDAI	X		1200	2006	50
28	MAZDA		X	2600	2015	30
29	HYUNDAI	X		1600	2005	30
30	MITSUBISHI	X		2400	1999	60
31	HYUNDAI	X		1600	2011	20
32	HYUNDAI	X		1400	2006	25
33	HYUNDAI	X		1600	2005	20

Tabla 3.6 Información de los vehículos en estudio (continuación)

N°	Marca del vehículo	Tipo de vehículo		Cilindraje (cm ³)	Año de fabricación	Última revisión (días)
		Auto	Camioneta			
34	CHEVROLET		X	2400	2008	20
35	KIA	X		1400	2012	40
36	CHEVROLET	X		2000	2014	50
37	CHEVROLET	X		2000	2014	50
38	CHEVROLET		X	2400	2008	20
39	KIA	X		2000	2009	90
40	TOYOTA		X	2700	2015	60
41	TOYOTA		X	2500	2009	80
42	TOYOTA		X	2700	2008	140
43	CHEVROLET	X		1400	2006	20
44	TOYOTA	X		1800	2010	70
45	TOYOTA		X	2500	2008	100

Elaboración: El autor

3.7 Trabajo de campo

Este consistió en recolectar las velocidades de operación en los tramos de estudio y evaluar las encuestas a cada conductor.

3.7.1 Experimento de campo

Para desarrollar el experimento de campo participaron 45 conductores en la recolección de velocidades con edades entre 21-60 años, género masculino y femenino, y con experiencia en conducción entre 1-40 años. Cada conductor recorrió en su vehículo por el circuito propuesto. Los vehículos que utilizaron los conductores tenían cilindrajes entre 1000-3700 cm³ y años de fabricación entre 1994-2015. A todos los conductores que participaron en la medición de velocidades se les recomendó que condujeran de acuerdo a como ellos lo hacen a diario y también se les informó el fin académico de la investigación.

Con el objetivo de obtener velocidades en circulación de flujo libre y que exista la colaboración de los conductores, se realizaron las mediciones los fines de semana en horario de 14:00-18:00 horas y con buenas condiciones climáticas.

Antes de iniciar el recorrido se dio algunas indicaciones acerca del circuito a recorrer, se instaló el equipo Garmin Dash Cam 20 en el parabrisas frontal teniendo precaución de no causar ningún tipo de distracción al conductor durante el recorrido y se verificó que funcione correctamente. Cada conductor fue acompañado por una persona que se sentó en el asiento del pasajero para manipular el equipo e indicar acerca de la ruta a recorrer.

Los principales datos recolectados por el equipo Garmin Dash Cam 20 fueron: las distancias a cada segundo las mismas que se utilizó para calcular la velocidad, y los videos que sirvieron para verificar si los vehículos se encontraban en flujo libre o existen vehículos, peatones, que pudieran influir sobre la velocidad de operación.

3.7.2 Encuestas aplicadas a los conductores

Cada conductor después del recorrido respondió algunas preguntas relacionadas con información del conductor y vehículo.

Además respondieron dos encuestas que fueron utilizadas por García (2014), estos test están enfocadas en medir los estilos de conducción (MDSI-S) (Poó, Taubman-Ben-Arib, Ledesma y Díaz-Lázaro, 2013) y los rasgos de personalidad (ZQPK-50-CC) (Aluja et al., 2006); con el fin de conocer las características de los conductores evaluados. Se eligieron estas encuestas tomando en cuenta que han sido traducidas al idioma castellano y aplicado en un contexto latinoamericano en Argentina.

El test MDSI-S evalúa una serie de situaciones y comportamientos que se producen durante la conducción e interacción con el tránsito. Cada conductor evaluado valora en una escala de 1 (=Nada) a 6 (=Mucho) cada situación o comportamiento. Los estilos de conducción estimados con esta encuesta son: de riesgo y alta velocidad, disociativo, agresivo, paciente y prudente, ansioso y de reducción de estrés.

El test ZQPK-50-CC sirve para medir los rasgos de personalidad del individuo, contiene 53 ítems y valora los cinco factores del individuo: Agresión/Hostilidad (Agg-Host), Impulsividad / Búsqueda de Sensaciones (ImpSS), Neurotismo / Ansiedad (N-Anx), Sociabilidad (Sy) y Actividad (Act). Este consiste en una mezcla de enunciados positivos y negativos, en donde el encuestado responde V o F. Los test estilos de conducción (MDSI-S) y rasgos de personalidad (ZQPK-50-CC) aplicados a los conductores se muestran en el Anexo A.

3.8 Resumen y conclusiones

En este capítulo se detalló el plan de trabajo que se utilizó para desarrollar la investigación, donde se incluye en detalle los tramos de estudio, elección del circuito, equipo de medición, tamaño de la muestra, información de los conductores y vehículos. Y también se describe el trabajo de campo que se realizó para obtener los datos de velocidad de operación.

También se detalló las características geométricas de los tramos de estudio y redondeles, el circuito que se utilizó, el número de conductores y vehículos que participaron para el desarrollo de la investigación. Y por último se describió el trabajo de campo que se utilizó para recolectar los datos de velocidad y las encuestas aplicadas a cada conductor.

CAPÍTULO 4
PROCESAMIENTO DE DATOS

En este capítulo se realiza el detalle del procesamiento de datos, para ello se analizó las variables dependientes e independientes. Las variables dependientes se las obtiene a partir del análisis y procesamiento de información recolectada por el equipo Garmin Dash Cam 20. A partir de esta información se realizó el cálculo de las aceleraciones y desaceleraciones. Mientras las variables independientes fueron recolectadas en los tramos de estudio, se incluye las características geométricas de las calles, redondeles y objetos que se encuentran en las zonas laterales. También se detalla los resultados obtenidos del análisis de las encuestas. Y finalmente se resumen las actividades realizadas en este capítulo.

4.1 Procesamiento de datos de las variables dependientes

Se procesó la información recolectada por el equipo Garmin Dash Cam 20 y se obtuvo las velocidades, aceleraciones y desaceleraciones, a través del siguiente procedimiento:

Terminado el recorrido por el circuito, se extrae los archivos que proporciona el equipo, se utilizó el programa GDC Player (programa gratuito de Garmin) que convierte los archivos extraídos por el equipo en formato GPX.

El archivo GPX fue transformado a CSV mediante la página www.GPSvizualizer.com o el programa GPSTools (programa gratuito de Garmin) para poder exportar los datos en Microsoft Office Excel 2010.

A continuación se obtuvo a cada segundo las coordenadas geográficas del recorrido, longitudes parciales y acumuladas en metros. A partir de las longitudes parciales se procedió a calcular la velocidad con la ecuación 4.1:

$$V = \frac{L}{T} * 3,6 \quad \text{Ec. 4.1}$$

Donde:

V= Velocidad de operación, Km/h

L= Longitud parcial, m

T= Tiempo, segundos

A partir del cálculo de las velocidades, se interpolaron los datos de velocidad a cada 5 metros si las distancias de los tramos fueron menores a 200 metros y a 10 metros si las distancias de los tramos son mayores 200 metros. Se seleccionó estas distancias debido a que las velocidades varían muy poco y obtener una muestra representativa de velocidades de operación.

Se utilizó el video que proporciona el equipo para eliminar los tramos en los cuales los vehículos no se encontraban en flujo libre, es decir había presencia de vehículos, peatones que influyeron en la velocidad de operación del vehículo en estudio. En la Tabla 4.1 se observa un resumen de los tramos en flujo libre.

Tabla 4.1 Resumen de los recorridos en estudio

N° de Tramos	N° de Recorridos	N° de recorridos en flujo libre	
		Antes del redondel	Dentro del redondel
1	45	12	12
2	45	13	15
3	45	12	22
4	45	12	23
5	45	3	3
6	45	7	9
7	45	19	9
8	45	5	7
9	45	7	25
Total	405	90	125

Elaboración: El autor

A partir de estas consideraciones, se elaboraron los perfiles de velocidad con la longitud de cada tramo. En las Figuras 4-1 y 4-2 se observan unos ejemplos de los perfiles de velocidad obtenidos sin considerar flujo libre y considerando flujo libre. En el Anexo B se observan los perfiles de velocidad de los tramos de estudio.

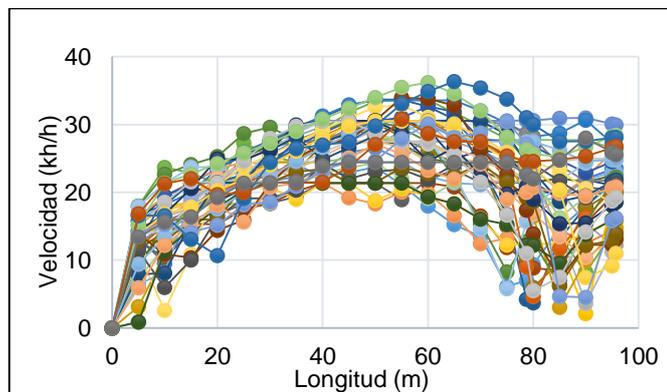


Figura 4-1 Perfiles de velocidad del tramo 1 sin considerar flujo libre

Elaboración: El autor

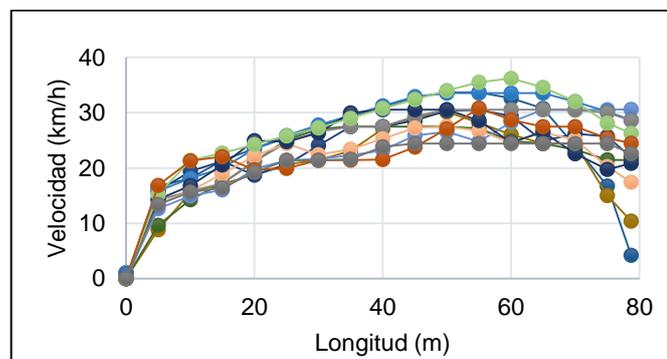


Figura 4-2 Perfiles de velocidad en flujo libre del tramo 1

Elaboración: El autor

De los tramos obtenidos en flujo libre se procedió a calcular el percentil 85 de la velocidad y velocidad media de cada tramo. En la Tabla 4.2 se observan el percentiles 85 de la velocidad y velocidad media de cada tramo de estudio.

Tabla 4.2 Valores del percentil 85 de la velocidad y velocidad media de los sitios de medición

N° Tramos	Percentil 85 de la velocidad (km/h)	Velocidad media (km/h)
1	33,6	22,9
2	50,2	39,3
3	35,6	29,5
4	56,6	46,5
5	47,6	37,2
6	50,2	41,3
7	47,8	37,2
8	46,7	36,1
9	53,2	41,6

Elaboración: El autor

4.1.1 Aceleración y desaceleración

Para calcular la aceleración y desaceleración se utilizaron los perfiles de velocidad de cada conductor que se encontraba en flujo libre. De cada perfil de velocidad se identificaron los puntos en donde se observan cambios de velocidades ascendentes o descendentes y se determinaron los puntos inicial y final; y la distancia recorrida entre estos puntos. A partir de estos datos se calculó la aceleración y desaceleración con la ecuación 4.2:

$$a = \frac{V_f^2 - V_i^2}{25.92 * d_{i,i-1}} \quad \text{Ec. 4.2}$$

Donde:

a= Aceleración en m/s²

V_f= Velocidad final en Km/h

V_i= Velocidad inicial en Km/h

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

Si el resultado tiene signo positivo significa que acelera y si tiene signo negativo desacelera.

A partir del cálculo de las aceleraciones y desaceleraciones, se obtuvo el percentil 85 y media de la aceleración con respecto a la velocidad inicial, en la Tabla 4.3 se observan estos resultados.

Tabla 4.3 Valores del percentil 85 y media de la aceleración a partir de las velocidades iniciales de los sitios de medición

Velocidad inicial (km/h)	Percentil 85 de la aceleración (m/s ²)	Aceleración media (m/s ²)
10	0,94	0,85
15	0,79	0,67
20	0,83	0,75
25	0,51	0,42
30	0,47	0,31
35	0,51	0,35
40	0,42	0,32
45	0,35	0,31
50	0,32	0,30

Elaboración: El autor

Y por último se obtuvo el percentil 85 y la media de las desaceleraciones de cada tramo. En la Tabla 4.4 se observan estos resultados para cada tramo.

Tabla 4.4 Valores del percentil 85 y media de la desaceleración de los sitios de medición

N° Tramos	Percentil 85 de la desaceleración (m/s ²)	Desaceleración media (m/s ²)
1	0,52	1,05
2	0,43	0,73
3	0,24	0,44
4	0,61	1,20
5	0,50	0,74
6	0,16	0,77
7	0,27	0,56
8	0,09	0,16
9	0,07	0,31

Elaboración: El autor

4.2 Procesamiento de las variables independientes

Se utilizaron las características de las calles y los objetos en zonas laterales de los tramos de estudio. Se incluyó la longitud del tramo, ancho de calzada, número de carriles, ancho de carril, características geométricas de los redondeles, densidad de accesos, árboles, postes y señales de tránsito.

Se utilizó un GPS Garmin para obtener la longitud del tramo, además una cinta de 15 m y un flexómetro laser para realizar la medición del ancho de la calzada, ancho de carriles; también se levantó la longitud del recorrido dentro del redondele, el ancho de entrada, ancho de salida, ancho de la calzada de circulación y los diámetros interior y exterior de los redondeles. En

las Tablas 4.5 y 4.6 se observan las características geométricas de los tramos antes de llegar a redondeles y características de los redondeles:

Tabla 4.5 Variables independientes de los tramos antes de llegar a redondeles

N° de Tramos	L (m)	AC (m)	NC	ACA (m)
1	78,7	7	2	3,5
2	235,8	8	3	2,7
3	63,8	7	2	3,5
4	312,0	7	2	3,6
5	223,9	9	3	3,0
6	831,2	8	3	2,7
7	204,8	13	2	3,3
8	829,5	10	3	3,3
9	460,8	9	3	3,0
L= Longitud del tramo, m				
AC= Ancho de calzada, m				
NC= Número de carriles				
ACA= Ancho del carril, m				

Elaboración: El autor

Tabla 4.6 Variables independientes de los redondeles

N° de Redondel	LRR (m)	DI (m)	DE (m)	AE (m)	AS (m)	ACC (m)
1	17,0	11,5	26,0	8,3	8,2	10,1
2	19,3	14,8	32,1	7,3	7,0	9,1
3	22,5	10,5	26,8	7,0	7,0	6,8
4	21,0	10,0	32,4	7,2	7,0	9,8
5	94,7	25,0	61,1	9,0	10,8	13,1
6	50,4	22,9	41,8	8,3	7,0	11,8
7	67,6	22,9	41,8	10,2	11,0	9,7
8	65,7	25,0	61,1	11,2	10,2	13,6
9	118,5	24,3	46,0	9,0	9,0	9,2
LRR= Longitud recorrida dentro del redondel, m						
DI= Diámetro interior, m						
DE= Diámetro exterior, m						
AE= Ancho de entrada, m						
AS= Ancho de salida, m						
ACC= Ancho de calzada de circulación, m						

Elaboración: El autor

Los videos que ofrece el equipo Garmin Dash Cam 20 se los utilizaron para realizar el conteo accesos, árboles, postes y señales de tránsito que existe en los tramos de estudio. Con estos datos se realizó el cálculo de la densidad objetos por cada 100 metros y se utilizó la ecuación 4.3:

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

Ec. 4.3

Donde

DO: Densidad de objetos

En la Tabla 4.7 se observa el número y densidad de objetos existentes en las zonas laterales de los tramos de estudio:

Tabla 4.7 Número y densidad de objetos en zonas laterales

N° de Tramos	Número				Densidad			
	P	Ar	ST	Ac	P	Ar	ST	Ac
1	3	5	4	1	3,8	6,4	5,1	1,3
2	5	13	2	0	2,1	5,5	0,9	0,0
3	1	2	1	0	1,6	3,1	1,6	0,0
4	10	14	1	1	3,2	4,5	0,3	0,3
5	9	15	6	2	4,0	6,7	2,7	0,9
6	20	47	14	13	2,4	5,7	1,7	1,6
7	6	0	3	1	2,9	0,0	1,5	0,5
8	30	46	14	1	3,6	5,6	1,7	0,1
9	15	57	5	2	3,3	12,4	1,1	0,4
P= Postes								
Ar= Árboles								
ST= Señales de tránsito								
Ac= Accesos								

Elaboración: El autor

4.3 Resultados de las encuestas

A los conductores que participaron en la recolección de velocidades se les aplicó dos encuestas. La primera encuesta sirvió para evaluar los rasgos de personalidad (ZKPQ-50-CC) y la otra evaluó los estilos de conducción (MDSI-S) de los conductores. Por último se realizó la tabulación de las encuestas y obtener resultados.

4.3.1 Rasgos de personalidad

La encuesta realizada a los 45 conductores acerca de los rasgos de personalidad (ZKPQ-50-CC), permitió evaluar en un rango de 0-10 los siguientes rasgos: Neurotismo/Ansiedad (N-Anx), Impulsividad/Búsqueda de Sensaciones (ImpSS), Actividad (Act), Sociabilidad (Sy) y Agresión/Hostilidad (Agg-Host). De acuerdo a los resultados obtenidos, los conductores cuentan con todos estos rasgos de personalidad pero el que predomina es el de mayor valor, en la Tabla 4.8 se observan los rasgos más frecuentes de los conductores.

Tabla 4.8 Rasgos de personalidad de los conductores en estudio

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

Elaboración: El autor

En la Figura 4-3 se observan los resultados obtenidos de la encuesta de los rasgos de personalidad (ZKPQ-50-CC) para cada conductor.

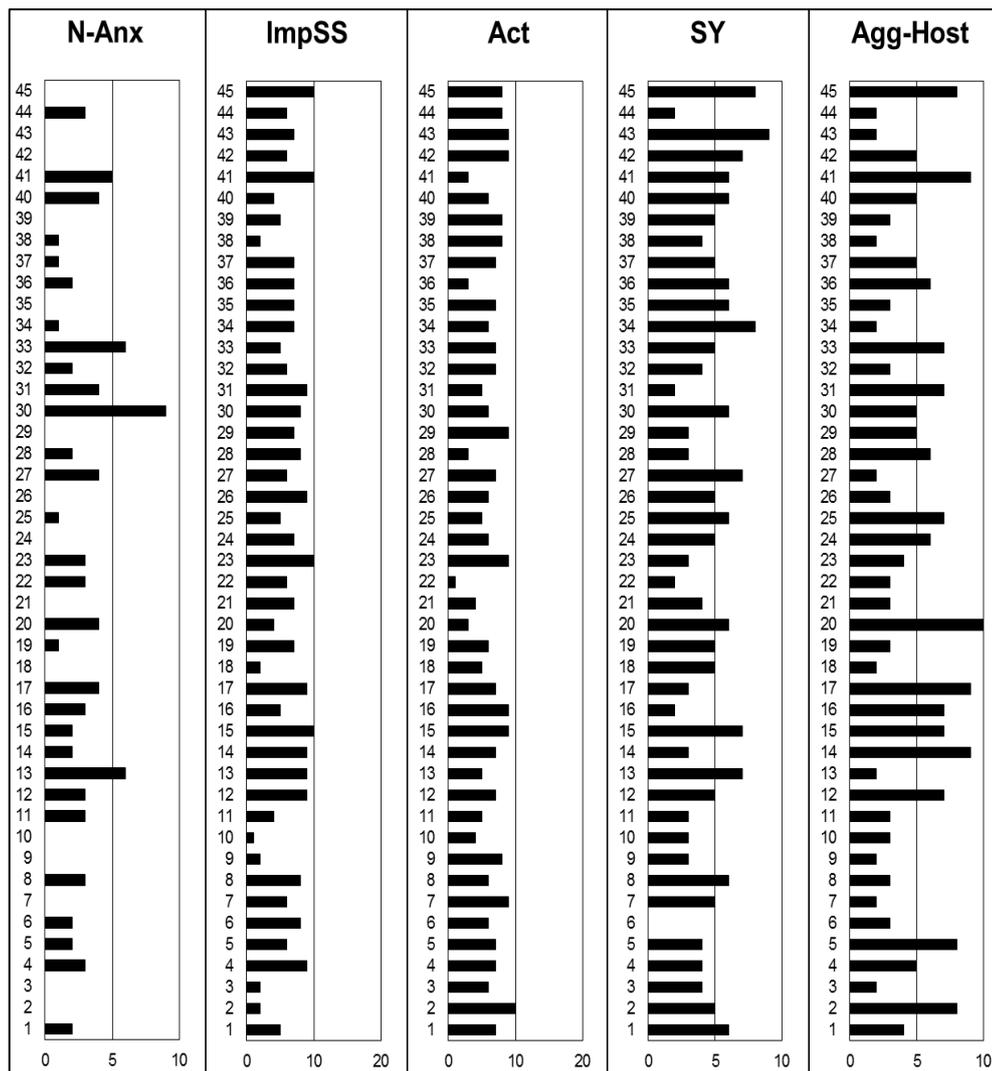


Figura 4-3 Resultados del test de rasgos de personalidad (ZKPQ-50-CC)

Elaboración: El autor

4.3.2 Estilos de conducción

El test relacionado con los estilos de conducción (MDSI-S) se evaluó a cada conductor que participó en la recolección de velocidades, esta encuesta valora en una escala de 1 (=Nada) a 6 (=Mucho) una serie de situaciones y comportamientos que se presentan en la conducción.

Los estilos de conducción son: de riesgo y alta velocidad, disociativo, agresivo, cordial y prudente, ansioso y de reducción de estrés. Al igual que el test de los rasgo de personalidad (ZKPQ-50-CC), los conductores cuentan con porcentajes de todos los estilos de conducción planteados pero el que predomina es el de mayor valor. Los estilos de conducción más frecuentes de los conductores fueron: Cordial y prudente, riesgo y alta velocidad y disociativo, y estos resultados se observan en la Tabla 4.9.

Tabla 4.9 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

Elaboración: El autor

En la Figura 4-4 se observan los resultados obtenidos de la encuesta de los estilos de conducción (MDSI-S) para cada conductor.

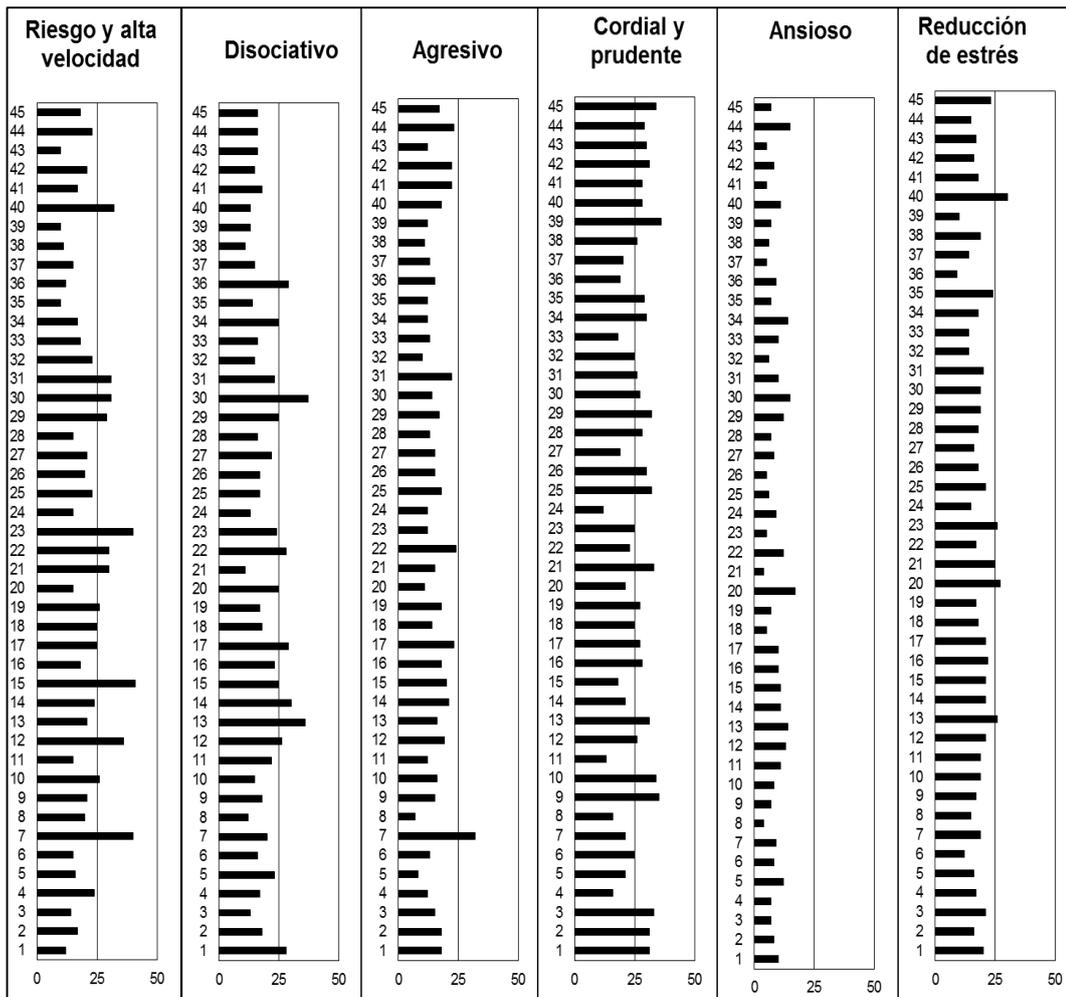


Figura 4-4 Resultados del test de estilos de conducción (MDSI-S)

Elaboración: El autor

4.4 Resumen y conclusiones

En este capítulo se realizó el detalle del procesamiento de datos de las variables dependientes y las variables independientes que se va utilizar para generar un modelo de velocidad. También se procesó las encuestas realizadas a los conductores y detallar los resultados obtenidos.

Se inició transformando los archivos que proporciona el equipo Garmin Dash Cam 20 y calcular la velocidad de operación. Se descartaron los datos de velocidad que no se encontraban en flujo libre, se dibujaron los perfiles de velocidad; y se calcularon las aceleraciones y desaceleraciones a partir de ellos.

Las variables independientes se las recolectó en los tramos de estudio, para ello se realizó el levantamiento de los elementos geométricos de las calles utilizando GPS Garmin, cinta métrica de 15 m y flexómetro láser. Se utilizaron estos equipos para obtener la longitud del tramo, ancho de calzada y ancho de carril, también se realizó la medición de los elementos geométricos de los redondeles. Además se utilizó los videos que proporciona el equipo Garmin Dash Cam 20 para realizar el conteo de los objetos que se encuentran en las zonas laterales de las calles y calcular la densidad de árboles, postes y señales de tránsito para su respectivo análisis.

Por último se realizó el análisis de las encuestas aplicadas a los 45 conductores y se mostraron los resultados obtenidos. Los test aplicados sirvieron para evaluar los rasgos de personalidad (ZKPQ-50-CC) y estilos de conducción (MDSI-S) de los conductores. De estas encuestas se puede decir que los rasgos de personalidad de los conductores son Impulsividad/Búsqueda de Sensaciones (ImpSS) y Actividad (Act). Mientras que los estilos de conducción que más se repiten son cordial y prudente; y riesgo y alta velocidad.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS DE PATRONES DE COMPORTAMIENTO

En este capítulo se realiza el análisis de las variables dependientes con las variables independientes que se consideraron del estado del arte: características del conductor, vehículos, características de las calles y del entorno. A partir de estas variables se analiza mediante regresión lineal por medio del programa estadístico MINITAB 14.2 (Minitab, 2005) con el objetivo de determinar las variables independientes que influyen sobre la velocidad, aceleración y desaceleración. Por ello, se dividió en dos partes los análisis de patrones: para los tramos antes de llegar al redondel y dentro del redondel. Finalmente se resumen las actividades realizadas en el capítulo.

5.1 Tramos antes de llegar al redondel

En los tramos antes de llegar al redondel se utilizaron las variables independientes como son: características del conductor, vehículo, características de las calles y del entorno, para analizarlas mediante regresión lineal con las variables dependientes.

5.1.1 Análisis de las características del conductor y del vehículo

Todos los conductores que participaron en la investigación respondieron unas encuestas relacionadas con los estilos de conducción (MDSI-S) y rasgos de personalidad (ZQPK-50-CC). También se realizaron varias preguntas para obtener información personal y de sus vehículos tales como: el sexo, edad, experiencia en conducción, marca del vehículo, año de fabricación, cilindraje, tipo de vehículo (auto o camioneta) y último mantenimiento realizado. Toda esta información obtenida y los resultados de las encuestas sirvieron para relacionarla con la velocidad máxima, velocidad media, aceleraciones y desaceleraciones de cada conductor que se encontraba en flujo libre. En las Figuras 5-1 hasta 5-11, se observan algunos ejemplos de las relaciones que se realizó, en este caso se muestran los estilos de conducción y rasgos de personalidad versus la velocidad máxima de cada conductor que se encontraban en flujo libre.

Estilos de conducción (MDSI-S)

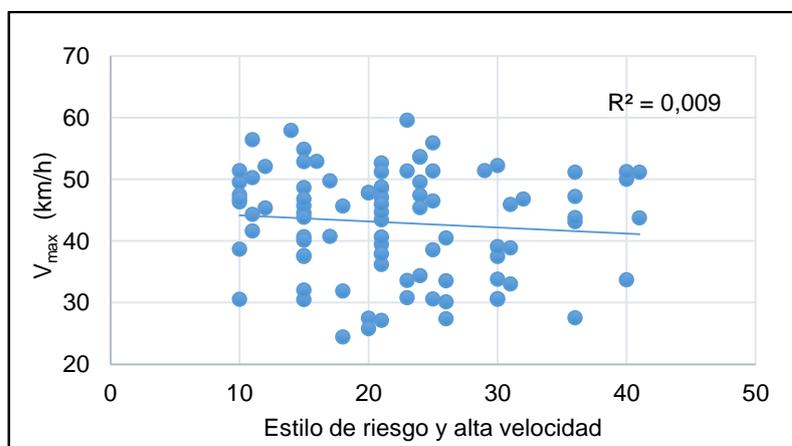


Figura 5-1 Relación entre estilo de riesgo y alta velocidad versus velocidad máxima (V_{max})

Elaboración: El autor

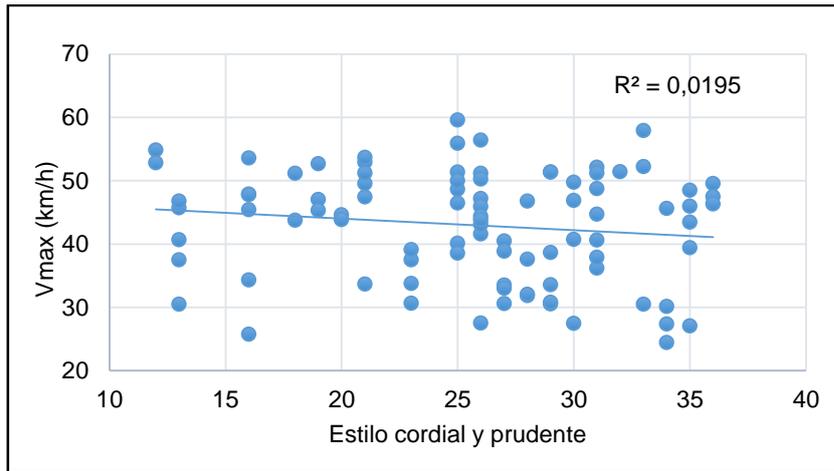


Figura 5-2 Relación entre estilo cordial y prudente versus velocidad máxima (V_{max})

Elaboración: El autor

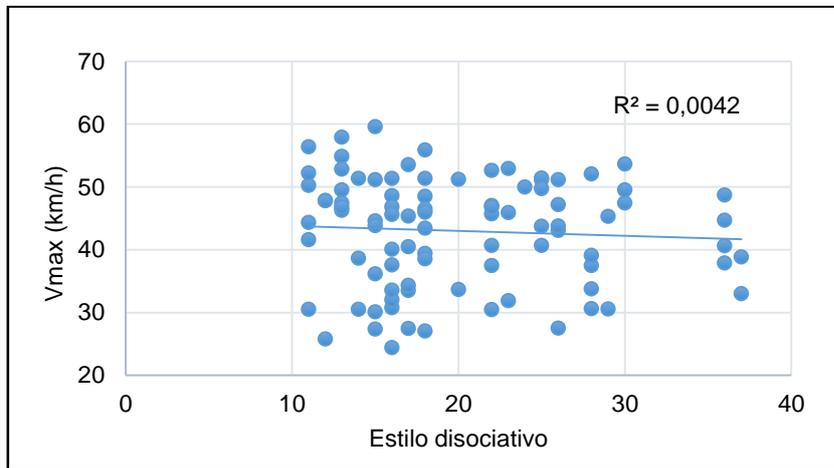


Figura 5-3 Relación entre estilo disociativo versus velocidad máxima (V_{max})

Elaboración: El autor

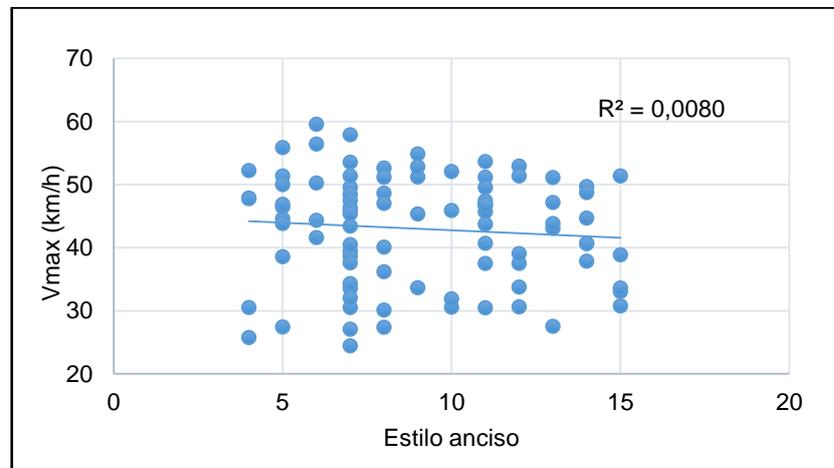


Figura 5-4 Relación entre estilo anciso versus velocidad máxima (V_{max})

Elaboración: El autor

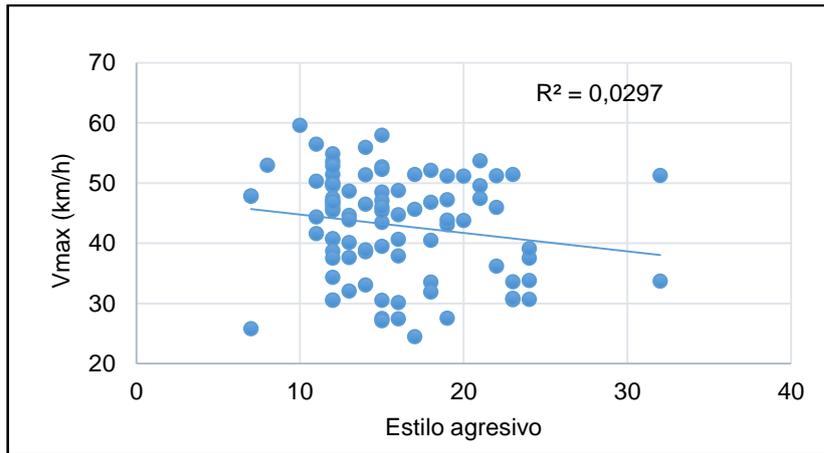


Figura 5-5 Relación entre estilo agresivo versus velocidad máxima (V_{max})

Elaboración: El autor

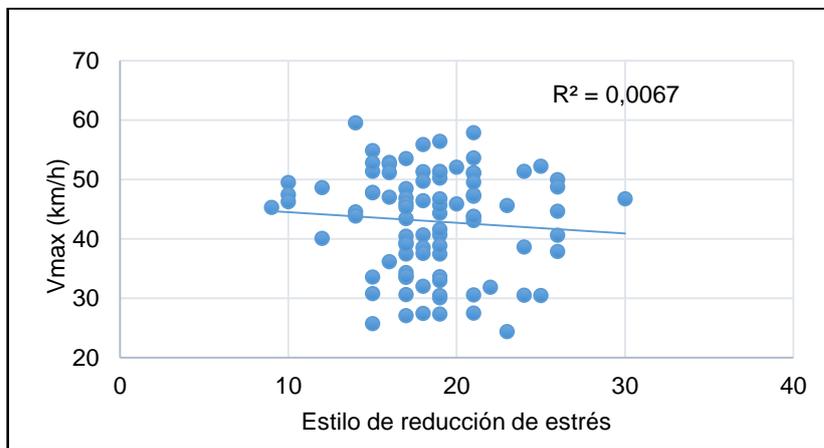


Figura 5-6 Relación entre estilo de reducción de estrés versus velocidad máxima (V_{max})

Elaboración: El autor

Rasgos de personalidad (ZQPK-50-CC)

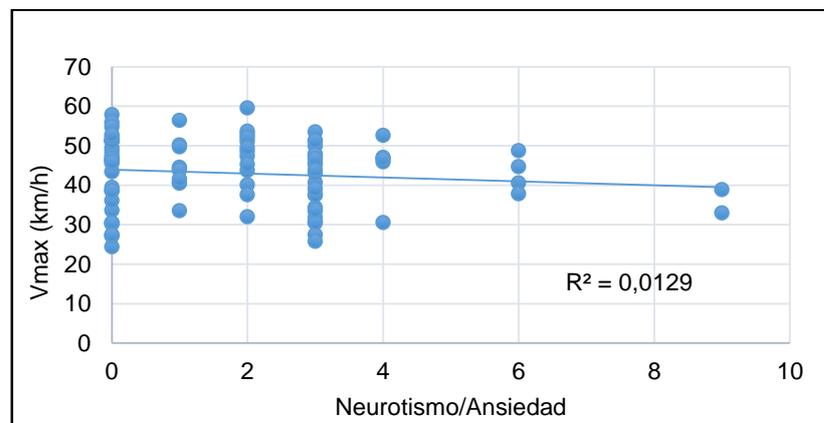


Figura 5-7 Relación entre neurotismo/ansiedad versus velocidad máxima (V_{max})

Elaboración: El autor

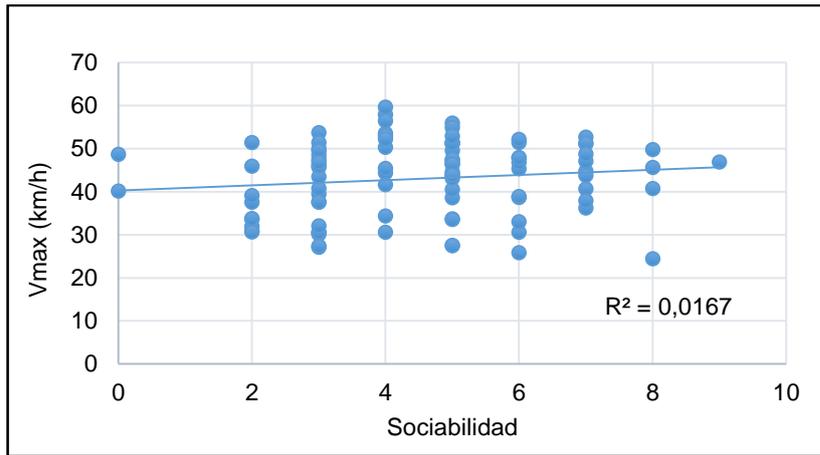


Figura 5-8 Relación entre sociabilidad versus velocidad máxima (V_{max})

Elaboración: El autor

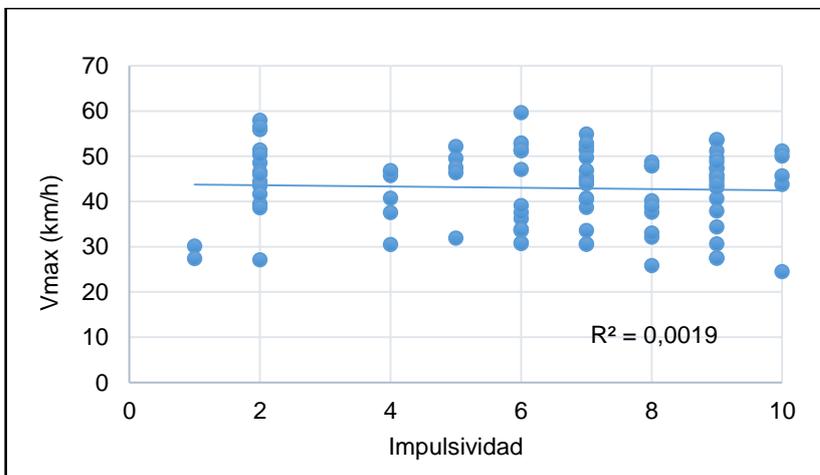


Figura 5-9 Relación entre impulsividad versus velocidad máxima (V_{max})

Elaboración: El autor

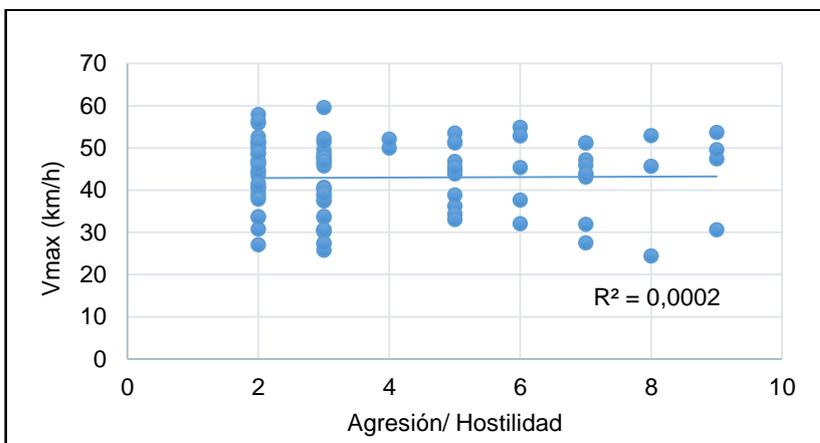


Figura 5-10 Relación entre agresión/hostilidad versus velocidad máxima (V_{max})

Elaboración: El autor

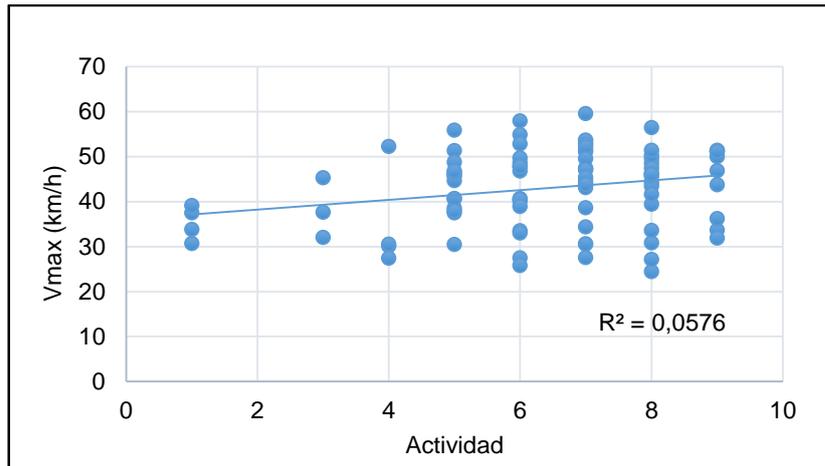


Figura 5-11 Relación entre actividad versus velocidad máxima (V_{max})

Elaboración: El autor

En las figuras 5-1 hasta 5-11 se observan los estilos de conducción y rasgos de personalidad versus la velocidad máxima, gráficamente no se observa una relación lineal entre estas variables. Se obtuvo resultados similares al combinar las características del conductor y de los vehículos con la velocidad media, aceleración y desaceleración. Por ello se descartaron como variables independientes a las características del conductor y del vehículo, debido a que no se encontró ninguna relación estadísticamente significativa con la velocidad máxima, velocidad media, aceleración y desaceleración. Mientras que las características de las calles y del entorno si fueron significativas con la variables dependientes.

5.1.2 Velocidad

Se realizaron los análisis del percentil 85 de la velocidad y velocidad media con las características de las calles. A continuación se describe las variables estadísticamente significativas para el percentil 85 de la velocidad y la velocidad media.

5.1.2.1 Percentil 85 de la velocidad

Se analizaron las características de las calles con el percentil 85 de la velocidad, la longitud del tramo fue la variable estadísticamente significativa con el percentil 85 de la velocidad, en la Figura 5-12 se observa este análisis.

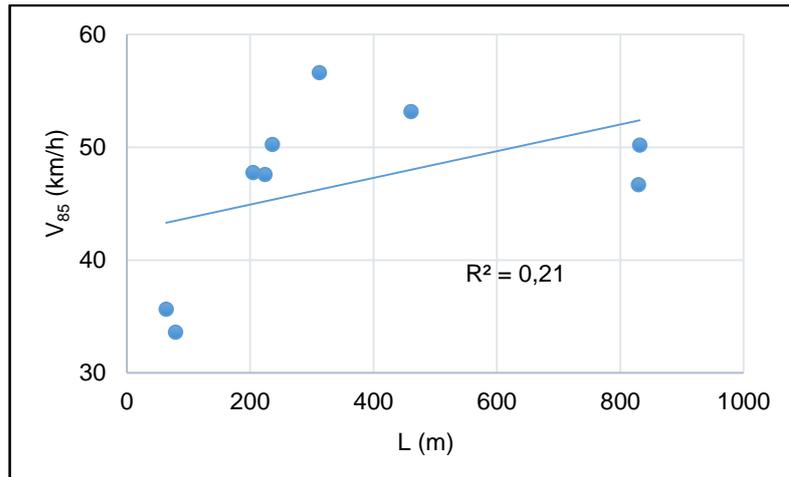


Figura 5-12 Relación entre longitud de los tramos (L) versus percentil 85 de la velocidad (V_{85})

Elaboración: El autor

En la Figura 5-12 se observa que no hay una relación significativa entre la longitud y el percentil 85 de velocidad. Por ello se procedió a separar los valores del percentil 85 de velocidad que son mayores a 312 m y tomarlas como velocidad deseada. En la Figura 5-13 se observan los resultados de este análisis.

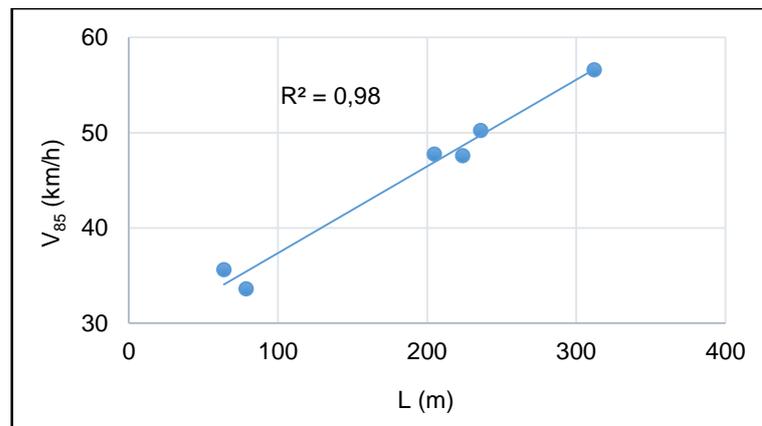


Figura 5-13 Relación entre longitud (L) versus percentil 85 de la velocidad (V_{85})

Elaboración: El autor

En la Figura 5-13 se observa gráficamente que existe relación lineal entre la longitud y el V_{85} de cada tramo, los puntos se encuentran distribuidos alrededor de la línea de tendencia. Por ello se utilizó la longitud como variable independiente del modelo del percentil 85 de velocidad. Además se utilizó un programa estadístico MINITAB 14.2 (Minitab, 2005) para evaluar si las características de las calles y del entorno son significativas con el percentil 85 de la velocidad, los valores obtenidos de p de las variables analizadas deberían ser menores o iguales a 0,05 para considerarlos como significativas, en la Tabla 5.1 se observan estas relaciones.

Tabla 5.1 Valores de p obtenidos del programa estadístico MINITAB 14.2 entre las variables independientes y V_{85}

Variables	Valores de p
Longitud (m)	0
Ancho de calzada (m)	0,62
Número de carriles	0,54
Ancho de carril (m)	0,56
Densidad de postes	0,84
Densidad de árboles	0,87
Densidad de señales de tránsito	0,091

Elaboración: El autor

Los valores de p obtenidos del programa estadístico MINITAB 14.2 (Minitab, 2005) que se observan en la Tabla 5.1, la longitud es la variable estadísticamente significativa con el percentil 85 de la velocidad dado que su valor de p es menor a 0,05 y se garantiza un nivel de confianza del 95%.

5.1.2.2 Velocidad media

Se analizaron las características de las calles con la velocidad media, la longitud del tramo fue la variable estadísticamente significativa con la velocidad media, en la Figura 5-14 se analiza esta relación.

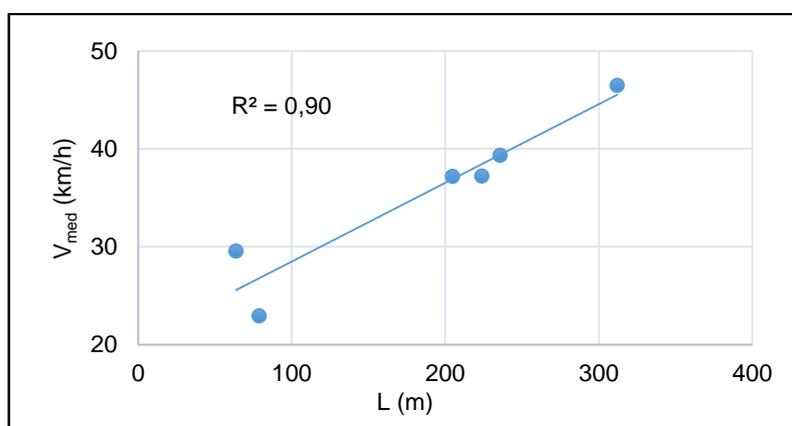


Figura 5-14 Relación entre longitud (L) versus velocidad media (V_{med})

Elaboración: El autor

En la Figura 5-14 se observa gráficamente que existe relación lineal entre la longitud y la velocidad media de cada tramo. Los puntos se encuentran distribuidos a lo largo de la línea de tendencia. Por ello se utilizó la longitud como variable independiente del modelo de velocidad media.

También se utilizó el programa estadístico MINITAB 14.2 (Minitab, 2005) para evaluar si las características de las calles y del entorno son significativas con la velocidad media, los valores obtenidos de p de las variables analizadas deberían ser menores o iguales a 0,05 para considerarlos como significativas, en la Tabla 5.2 se observa estas relaciones.

Tabla 5.2 Valores de p obtenidas del programa estadístico MINITAB 14.2 entre las variables independientes y V_{med}

Variables	Valores de p
Longitud (m)	0,004
Ancho de calzada (m)	0,69
Número de carriles	0,61
Ancho de carril (m)	0,66
Densidad de postes	0,96
Densidad de árboles	0,78
Densidad de señales de tránsito	0,06

Elaboración: El autor

Los resultados obtenidos de p del programa estadístico MINITAB 14.2 (Minitab, 2005) que se observan en la Tabla 5.2, la longitud es la variable estadísticamente significativa con la velocidad media debido a que su valor de p es menor que 0,05 y se garantiza un nivel de confianza del 95%.

5.1.3 Aceleración

Las características de las calles y el entorno no fueron estadísticamente significativas con el percentil 85 de la aceleración y aceleración media. Por ello se utilizó las velocidades iniciales como variables independientes.

5.1.3.1 Percentil 85 de la aceleración

Se realizó la distribución de las aceleraciones con respecto a la velocidad inicial utilizada para calcular la aceleración, para ello se utilizó velocidades iniciales desde 10 km/h hasta 50 km/h en intervalos de 10 km/h. En la Figura 5-15 se analiza la velocidad inicial versus las aceleraciones obtenidas.

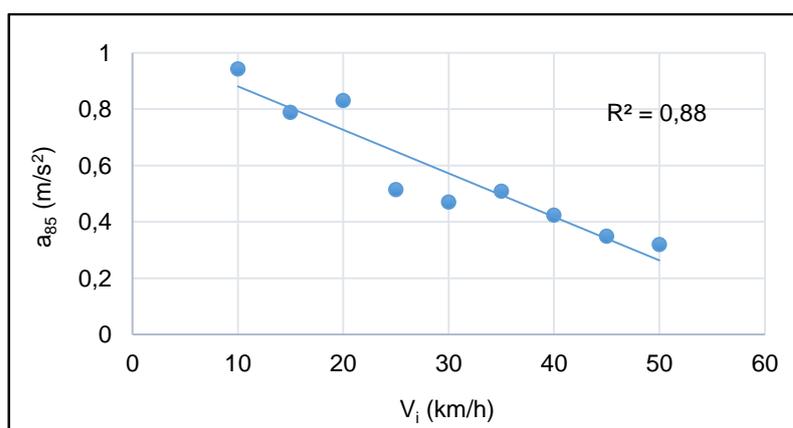


Figura 5-15 Relación entre velocidad inicial (V_i) versus percentil 85 de la aceleración (a_{85})

Elaboración: El autor

En la Figura 5-15 gráficamente existe relación lineal entre la velocidad inicial y el percentil 85 de la aceleración, con el uso del programa estadístico MINITAB 14.2 (Minitab, 2005) se obtuvo

un valor de $p=0$. Por ello la velocidad inicial fue estadísticamente significativa para el percentil 85 de la aceleración.

5.1.3.2 Aceleración media

Al igual que el percentil 85 de la aceleración, se utilizó la velocidad inicial como variable independiente. En la Figura 5-16 se analiza la velocidad inicial versus las aceleraciones obtenidas.

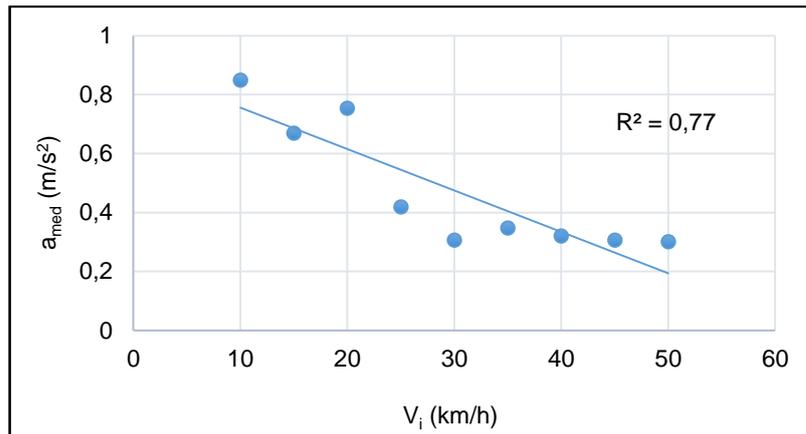


Figura 5-16 Relación entre velocidad inicial (V_i) versus aceleración media (a_{med})

Elaboración: El autor

En la Figura 5-16 se observa gráficamente que los puntos se encuentran distribuidos a lo largo de la línea de tendencia, utilizando el programa MINITAB 14,2 (Minitab, 2005), se obtuvo un valor de $p=0,002$. Por ello la velocidad inicial fue estadísticamente significativa para la aceleración media.

5.1.4 Desaceleración

Se realizaron los análisis del percentil 85 de la desaceleración y desaceleración media con las características de las calles y del entorno. A continuación se describe las variables independientes que fueron significativas para cada variable dependiente.

5.1.4.1 Percentil 85 de la desaceleración

Las variables significativas con el percentil 85 de la desaceleración fueron la longitud del tramo y la densidad de señales de tránsito, las demás variables no fueron significativas. En las Figura 5-17 y 5-18 se observan la relación entre de la longitud y densidad de señales de tránsito con el percentil 85 de la desaceleración.

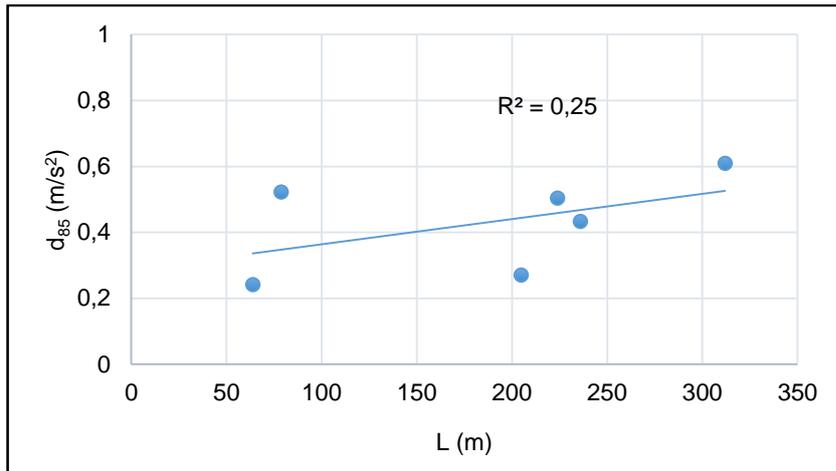


Figura 5-17 Relación entre longitud (L) versus percentil 85 de la desaceleración (d₈₅)

Elaboración: El autor

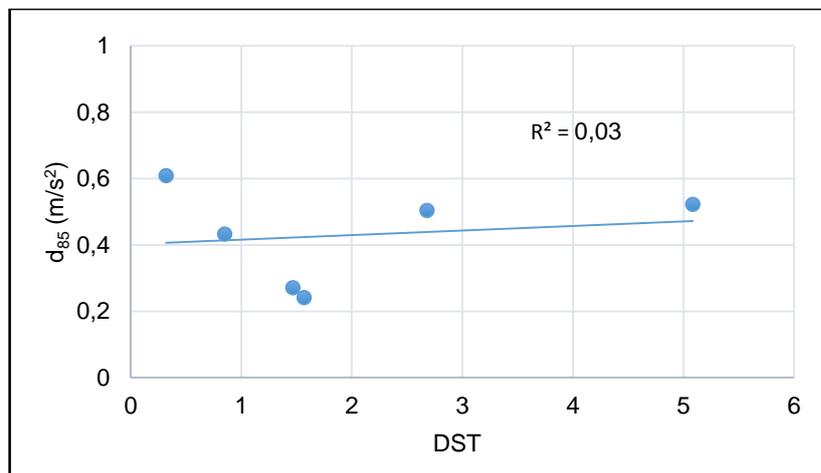


Figura 5-18 Relación entre densidad de señales de tránsito (DST) versus el percentil 85 de la desaceleración (d₈₅)

Elaboración: El autor

En las Figuras 5-17 y 5-18 no se observa gráficamente una relación lineal entre la longitud y la densidad de señales de tránsito versus el percentil 85 de la desaceleración. Al combinar estas variables se obtuvo con el programa MINITAB 14.2 (Minitab, 2005) valores de p inferiores a 0,05, para la longitud ($p=0,02$) y la densidad de señales de tránsito ($p=0,019$). Por lo tanto estas variables fueron estadísticamente significativas con el percentil 85 de la desaceleración.

5.1.4.2 Desaceleración media

No se encontraron variables que fueran estadísticamente significativas con la desaceleración media, por ello no se obtuvo ecuaciones de predicción, en el capítulo 6 se observa la media de la desaceleración obtenida.

5.1.5 Desviación estándar

No se encontraron variables independientes que fueran estadísticamente significativas con la desviación estándar para la velocidad, aceleración y desaceleración, por ello no se calibraron ecuaciones de predicción. En el capítulo 6 se observa la desviación estándar obtenida para la velocidad, aceleración y desaceleración.

5.1.6 Variables independientes significativas para calibrar modelos

En la Tabla 5.3 se presentan las variables que fueron estadísticamente significativas con la velocidad, aceleración y desaceleración.

Tabla 5.3 Variables independientes estadísticamente significativas para la calibración de ecuaciones de predicción

Variables	V ₈₅ (km/h)	a ₈₅ (m/s ²)	d ₈₅ (m/s ²)	V _{med} (km/h)	a _{med} (m/s ²)	d _{med} (m/s ²)
L	X	-	X	X	-	-
AC	-	-	-	-	-	-
ACA	-	-	-	-	-	-
DA	-	-	-	-	-	-
DP	-	-	-	-	-	-
DST	-	-	X	-	-	-
Vi	-	X	-	-	X	-
L= Longitud del tramo, m						
AC= Ancho de calzada, m						
ACA= Ancho de carril, m						
DA= Densidad de árboles						
DP= Densidad de postes						
DST= Densidad de señales de tránsito						
V ₈₅ = Modelo del percentil 85 de la velocidad, km/h						
a ₈₅ = Modelo del percentil 85 de la aceleración, m/s ²						
d ₈₅ = Modelo del percentil 85 de la desaceleración, m/s ²						
V _{med} = Modelo de velocidad media, km/h						
a _{med} = Modelo de aceleración media, m/s ²						
d _{med} = Modelo de desaceleración media, m/s ²						
Se marca con una (X) a las variables utilizadas en los modelos						
Se marca con una (-) a las variables que se utilizaron en los modelos						

Elaboración: El autor

5.2 Redondel

Para analizar la velocidad de operación dentro de los redondeles se utilizaron tres tipos de variables independientes como son: el conductor, tipo de vehículo y las características geométricas del redondel. Al igual que los tramos antes de llegar las características del conductor y de los vehículos no fueron significativas con la velocidad de operación. Por ello se realizaron los análisis con las características de los redondeles.

5.2.1 Características de los redondeles

Se utilizaron las características geométricas de los redondeles para analizarlas con el percentil 85 de velocidad y la velocidad media dentro de los redondeles. Las características

geométricas de los redondeles fueron: ancho de entrada, ancho de calzada de circulación, ancho de salida, diámetro interior y exterior; y la longitud del recorrido dentro del redondele. A partir de esta información se realizó el análisis de los redondeles. En la Figura 5-19 se observan las características geométricas recolectadas de los redondeles:

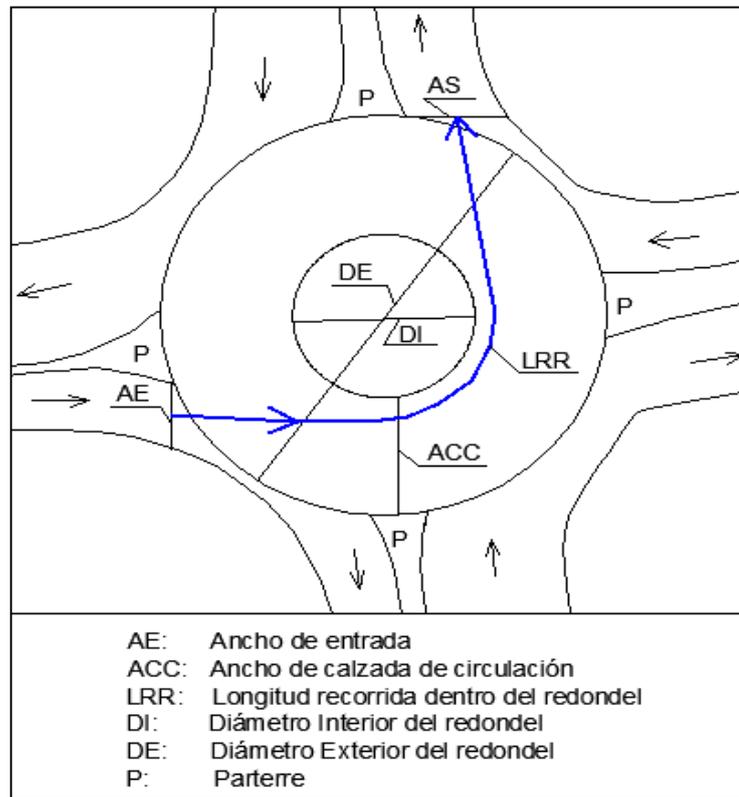


Figura 5-19 Características geométricas del redondele

Elaboración: El autor

Estas características geométricas de los redondeles se analizaron con el percentil 85 de velocidad y velocidad media. Los resultados no fueron estadísticamente significativos, por ello no se calibraron modelos de velocidad dentro de los redondeles.

A partir de estos resultados, se utilizaron los cinco casos de circulación dentro de redondele que existieron en el circuito para analizarlos y ver si existe alguna relación. En la Figura 5-20 se observa los casos de circulación dentro del redondele que se presentaron:

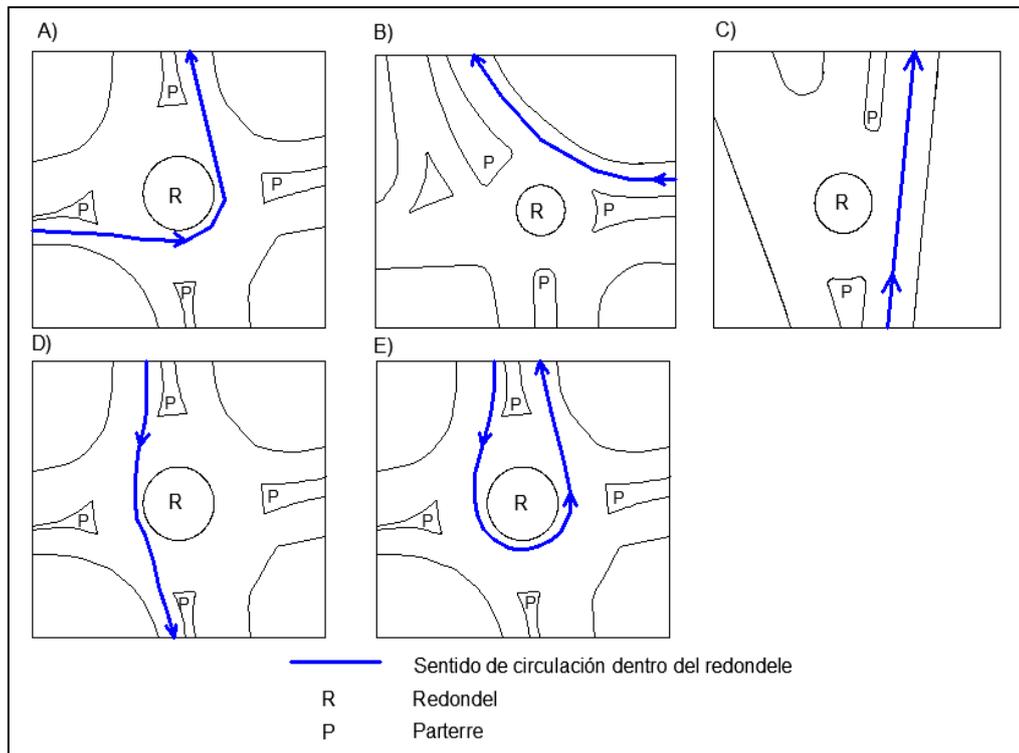


Figura 5-20 Casos de circulación dentro de los redondeles en estudio

Elaboración: El autor

En la Figura 5-20 se observan los cinco casos de circulación dentro de los redondeles que existieron en el circuito planteado, a continuación se analiza cada caso:

Caso A) En el primer caso, los conductores realizan un giro hacia la izquierda dentro de los redondeles. Se obtuvo un sitio de estudio que fue en el Tramo 5, dado que se presentó un caso de este tipo no se encontraron variables significativas.

Caso B) En el segundo caso, los conductores realizan un leve giro hacia la derecha dentro de los redondeles. Se obtuvo dos casos que fueron en los Tramos 1 y 4, a pesar de los sitios que existieron no se encontraron variables influyentes.

Caso C) En el tercer caso, los conductores pasan prácticamente recto en los redondeles y no realizan ningún tipo de giro. Esto se debe a la alineación del redondele con respecto a las calles o los diámetros son bajos. En el circuito existieron tres redondeles de este tipo y se presentaron en los Tramos 2, 3 y 6. Sin embargo no se determinaron variables independientes significativas.

Caso D) En el cuarto caso, los conductores realizan un leve giro, esto se debe a los grandes diámetros que tienen estos redondeles, se presentaron dos casos dentro del circuito que fueron en los tramos 7 y 8, dado que se presentaron varios casos, no fue posible determinar variables influyentes sobre la velocidad.

Caso E) En el quinto caso los conductores giran en U, en el circuito existió un solo caso que fue en el Tramo 9; debido a que se presentó un solo caso, no se fue posible determinar variables significativas.

No se encontraron variables independientes estadísticamente significativas con la velocidad de operación dentro de los redondeles en estudio, por ello no se calibraron ecuaciones de predicción y se obtuvo la velocidad media a la que los conductores transitan en los mismos.

5.3 Resumen y conclusiones

En este capítulo se detallaron los análisis de patrones de comportamiento de la velocidad, aceleración y desaceleración con las variables independientes. A partir de los análisis realizados mediante regresión lineal, se obtuvo las variables independientes que influyen en la velocidad, aceleración y desaceleración, y que posteriormente se utilizaran para generar ecuaciones de predicción en calles urbanas antes de llegar a redondeles. Por último se analizó la velocidad de operación dentro de los redondeles.

En los tramos antes de llegar al redondel, las variables independientes que influyen en la velocidad, aceleración y desaceleración son las características geométricas de las calles y el entorno. El conductor y el vehículo no fueron estadísticamente significativas con las variables dependientes.

A continuación se resume las variables independientes que se relacionan con las variables dependientes:

La longitud es estadísticamente significativa con el percentil 85 de la velocidad y la velocidad media, mientras que la velocidad inicial fue influyente con el percentil 85 de la aceleración y aceleración media. Por otro lado, la longitud del tramo y la densidad de objetos están relacionadas con el percentil 85 de la desaceleración. No fue posible determinar variables independientes para la desaceleración media y desviación estándar de la velocidad, aceleración y desaceleración.

No se determinaron variables estadísticamente significativas con la velocidad de operación dentro de los redondeles, por lo que se calculó la velocidad media a la que circulan los conductores en los redondeles.

CAPÍTULO 6

CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS MODELOS

En este capítulo se presenta la calibración y validación de los modelos. La calibración de los modelos se realiza en función de las variables que influyen sobre la velocidad, aceleración y desaceleración, mediante un análisis de regresión lineal. Para validar los modelos se ha seleccionado un nuevo circuito que tenga similares características al que se utilizó en la calibración de los modelos. En este circuito se recolectaron datos de velocidad, luego se procesaron y se comprobaron que los modelos de predicción calibrados proporcionen valores aproximados a los observados en el circuito de validación. También se realizaron los cálculos de los errores de predicción, la prueba del Chi-cuadrado y Chi-cuadrado crítico. Y finalmente se presenta un resumen de las actividades realizadas en el capítulo.

6.1 Calibración de modelos

La calibración de los modelos se la realizó en función de las variables que influyeron en la velocidad, aceleración y desaceleración. Se realizaron análisis de regresión lineal utilizando hojas electrónicas en (Microsoft Office Excel, 2010) y el programa estadístico MINITAB 14.2 (Minitab, 2005), para obtener modelos de velocidad, aceleración y desaceleración para calles urbanas antes de llegar a redondeles. Y también la velocidad dentro de los redondeles.

6.1.1 Modelos de velocidad

Los modelos de velocidad calibrados fueron: el percentil 85 de la velocidad y velocidad media. Estos modelos son estadísticamente significativos con las variables mostradas en las ecuaciones 6.1 y 6.2, tienen como variable la longitud del tramo y fueron calibrados para longitudes de 63 hasta 312 metros. Para longitudes mayores a 312 metros se determinó la velocidad deseada. En la Tabla 6.1 se observan los modelos de velocidad calibrados y la velocidad deseada.

Tabla 6.1 Modelos de velocidad calibrados

Nº de Ecuación	Tipo de magnitud	Ecuación de predicción	R ²	Unidades
6.1	V ₈₅	$V_{85} = 28,3+0,0910*L$	0,98	km/h
6.2	V _{med}	$V_{med} = 20,5+0,0804*L$	0,90	Km/h
6.3	V _{DEVO}	5,38	N/D	Km/h
6.4	Velocidad deseada	40,06	N/D	Km/h
6.5	V _{DEVD}	4,30	N/D	Km/h

Elaboración: El autor

Donde:

V₈₅= Percentil 85 de la velocidad, km/h

V_{med}= Velocidad media, km/h

V_{DEVO}= Desviación estándar de la velocidad de operación, km/h

$V_{DEV D}$ = Desviación estándar de la velocidad deseada para longitudes mayores a 312 m

L= Longitud del tramo, m

R^2 = Coeficiente de determinación

6.1.2 Modelos de aceleración

Los modelos de aceleración calibrados fueron: percentil 85 de la aceleración y aceleración media. Estas ecuaciones de predicción fueron estadísticamente significativos con las variables mostradas en las ecuaciones 6.6 y 6.7, tienen como variable la velocidad inicial y fueron calibrados para velocidades iniciales entre 10 hasta 50 km/h. En la Tabla 6.2 se observan las ecuaciones calibradas y la desviación estándar obtenida de la aceleración.

Tabla 6.2 Modelos de aceleración calibrados

N° de Ecuación	Tipo de magnitud	Ecuación de predicción	R^2	Unidades
6.6	a_{85}	$a_{85} = 1,04 - 0,0154 V_i$	0,88	m/s ²
6.7	a_{med}	$a_{med} = 0,897 - 0,0141 V_i$	0,77	m/s ²
6.8	a_{DV}	0,23	N/D	m/s ²

Elaboración: El autor

Donde:

a_{85} = Percentil 85 de la aceleración, m/s²

a_{med} = Aceleración media, m/s²

a_{DV} = Desviación estándar de la aceleración, m/s²

V_i = Velocidad inicial a la que los conductores comienzan acelerar, km/h

R^2 = Coeficiente de determinación

6.1.3 Modelos de desaceleración

Se calibró el modelo del percentil 85 de la desaceleración, esta ecuación de predicción es estadísticamente significativa con las variables mostradas en la ecuación 6.9, tiene como variables independientes la longitud del tramo y la densidad de señales de tránsito. Fueron calibradas para longitudes entre 63 hasta 312 metros. No se encontraron variables independientes significativas con la desaceleración media, por ello se determinó la media de desaceleración y su desviación estándar. En la Tabla 6.3 se observan la ecuación de predicción y la desaceleración media.

Tabla 6.3 Modelos de desaceleración calibrados

N° de Ecuación	Tipo de magnitud	Ecuación de predicción	R ²	Unidades
6.9	d ₈₅	d ₈₅ = 0,00156*L + 0,0701*DST	0,66	m/s ²
6.10	d _{med}	0,70	N/D	m/s ²
6.11	d _{DV}	0,55	N/D	m/s ²

Elaboración: El autor

Donde:

d₈₅= Percentil 85 de desaceleración, m/s²

d_{med}= Desaceleración media, m/s²

d_{DV}= Desviación estándar de la desaceleración, m/s²

L= Longitud del tramo, m

DST= Densidad de señales de tránsito

R²= Coeficiente de determinación

6.1.4 Velocidad dentro del redondeo

No se encontraron variables predictores que tengan una relación estadísticamente significativas con la velocidad de operación dentro de los redondeos, por lo que se determinó la velocidad media y la desviación estándar que se observa en la Tabla 6.4.

Tabla 6.4 Velocidad media calibrada dentro de los redondeos

V _{med} ,(km/h)	28,60
V _{DE} ,(km/h)	4,66
V _{med} = Velocidad media	
V _{DE} = Desviación estándar	

Elaboración: El autor

6.2 Validación de los modelos calibrados

Para validar los modelos calibrados de velocidad, aceleración y desaceleración, se seleccionó un nuevo circuito con características similares al utilizado para la calibración de los modelos, para ello se utilizaron 6 tramos a lo largo de la ciudad. El circuito tuvo una longitud de 6,77 km y se tardó entre 15 a 19 minutos en recorrer el circuito que se observa en la Figura 18.

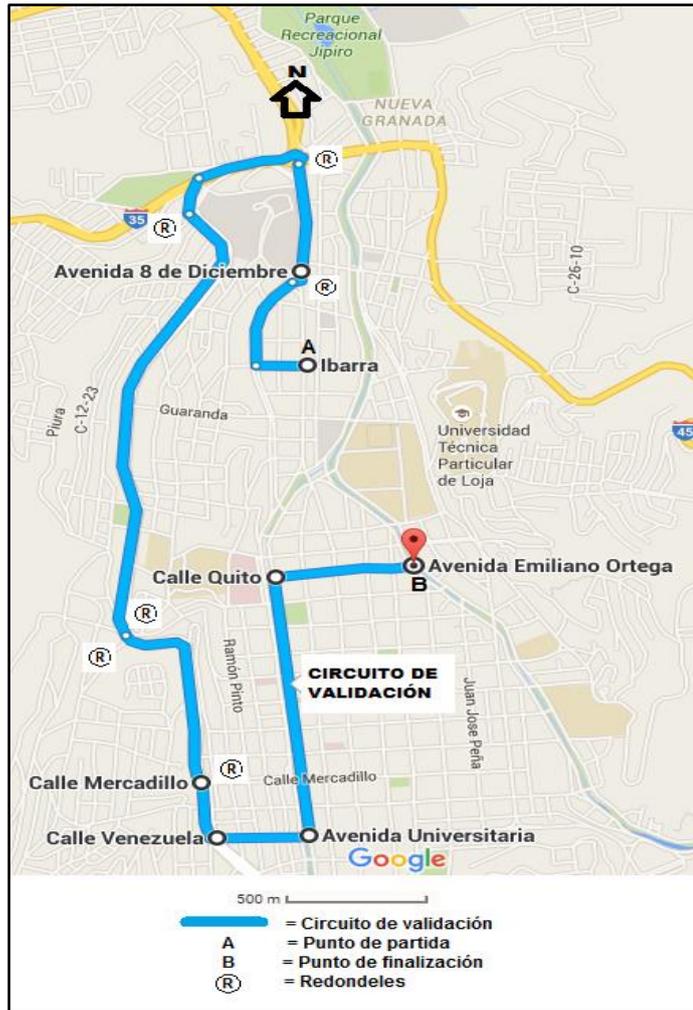


Figura 6-1 Circuito para la validación de los modelos calibrados

Fuente: Google maps

Elaboración: El auto

Las características de los tramos del circuito de la Figura 6-1 se observan en la Tabla 6.5.

Tabla 6.5 Características de los tramos utilizados para la validación de los modelos calibrados

N° de Tramos	L (m)	DST
1	285,6	1,4
2	166,3	3,0
3	124,7	2,4
4	263,7	0,8
5	66,4	4,5
6	287,5	1,7
L= Longitud, m		
DST= Densidad de señales de tránsito		

Elaboración: El autor

Se recolectaron las velocidades en los tramos de validación, se seleccionaron 6 conductores que posean vehículos livianos con edades comprendidas entre 25 y 28 años. Estos conductores fueron diferentes a los que participaron en la recolección de velocidades para la calibración de los modelos.

Luego de la recolección de datos, se realizó el procesamiento de estos de manera similar a la realizada en la calibración de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Calcular la velocidad de operación.
- Se identificaron los tramos que se encontraban en flujo libre antes del redondel y dentro del redondel, y se elaboraron los perfiles de velocidad. En la Tabla 6.6 se observa un resumen de los recorridos de validación de los modelos calibrados.

Tabla 6.6 Resumen de los recorridos utilizados para validar los modelos calibrados

N° de Tramos	N° de Recorridos	N° de recorridos en flujo libre	
		Antes del redondel	Dentro del redondel
1	6	5	3
2	6	3	2
3	6	5	3
4	6	4	5
5	6	4	4
6	6	4	2
Total	36	25	19

Elaboración: El autor

- En los tramos antes de llegar al redondel se determinaron: el percentil 85 de la velocidad y desaceleración, la velocidad media, el percentil 85 y la media de la aceleración para ciertas velocidades iniciales obtenidas, en la Tabla 6.7 se observan todas estas variables dependientes.

Tabla 6.7 Velocidad, aceleración y desaceleración observadas en el circuito de validación

N° de tramos	V ₈₅ (km/h)	d ₈₅ (m/s ²)	V _{med} (km/h)	V _i (km/h)	a ₈₅ (m/s ²)	a _{med} (m/s ²)
1	61,93	-	49,12	20	0,80	0,67
2	45,21	0,56	39,01	25	0,95	0,64
3	46,42	0,69	34,39	30	0,32	0,32
4	55,61	0,33	46,51	35	0,61	0,46
5	38,03	0,48	31,07	40	0,18	0,13
6	63,88	0,40	49,58	45	0,13	0,13
-	-	-	-	50	0,27	0,23

Tabla 6.7 Velocidad, aceleración y desaceleración observadas en el circuito de validación (continuación)

V_{85} = Percentil 85 de la velocidad observada, km/h
d_{85} = Percentil 85 de la desaceleración observada, m/s ²
V_{med} = Velocidad media observada, km/h
V_i = Velocidad inicial, km/h
a_{85} = Percentil 85 de la aceleración observada, m/s ²
a_{med} = Aceleración media observada, m/s ²

Elaboración: El autor

- Además se calculó la media de la desaceleración que fue de 0,85 m/s² y se obtuvo la desviación estándar de los datos de validación para la velocidad, aceleración y desaceleración, los mismos que se observan en la Tabla 6.8.

Tabla 6.8 Desviación estándar de las variables dependientes obtenidas en el circuito de validación

Tipo de magnitud	Desviación estándar
Velocidad, km/h	5,10
Aceleración, m/s ²	0,30
Desaceleración, m/s ²	0,49

Elaboración: El autor

- Por último se determinó la velocidad media dentro de los redondeles y su desviación estándar, las cuales se muestran en la Tabla 6.9.

Tabla 6.9 Velocidad media y desviación estándar dentro de los redondeles de los sitios de validación

V_{med} , km/h	27,68
V_{DE} , km/h	4,71
V_{med} = Velocidad media	
V_{DE} = Desviación estándar	

Elaboración: El autor

6.3 Resultados de la calibración y validación

A continuación se analiza la validez de los modelos calibrados de velocidad, aceleración y desaceleración, con los datos observados en la recolección de datos de la validación.

6.3.1 Validación de los modelos calibrados de velocidad

Se analizaron los datos observados en la validación y los datos obtenidos con las ecuaciones de predicción calibradas para el percentil 85 de la velocidad, velocidad media y la velocidad deseada.

6.3.1.1 Percentil 85 de la velocidad

En la Figura 6-2 se observan el percentil 85 de las velocidades observadas y los resultados del percentil 85 de las velocidades estimadas con la ecuación 6.1.

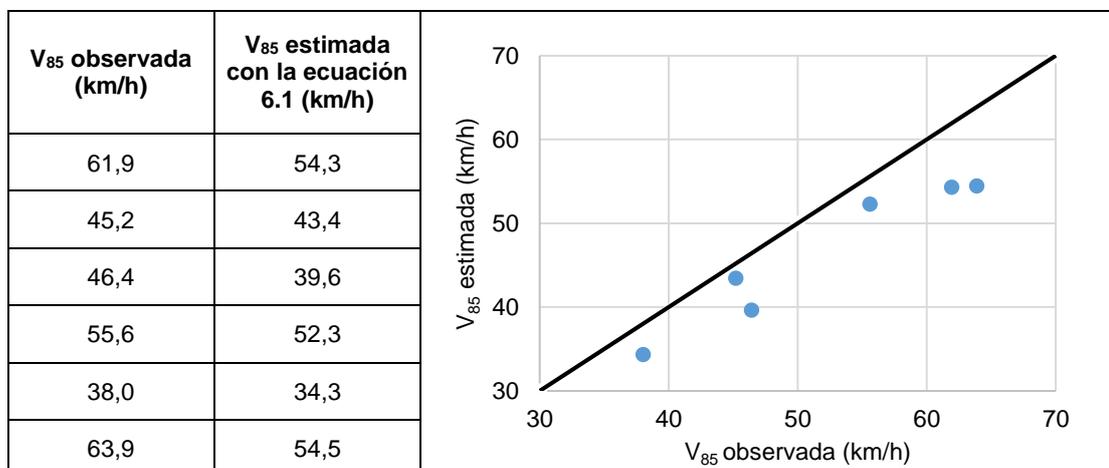


Figura 6-2 Relación entre el percentil 85 de la velocidad observada versus resultados estimados con la ecuación 6.1

Elaboración: El autor

En la Figura 6-2 gráficamente la estimación con la ecuación 6.1 es aceptable con respecto a los valores del percentil 85 de la velocidad observados. La dispersión de los puntos se encuentra cercanos a la línea de referencia.

6.3.1.2 Velocidad media

En la Figura 6-3 se observan las velocidades medias observadas y los resultados de las velocidades medias estimadas con la ecuación 6.2.

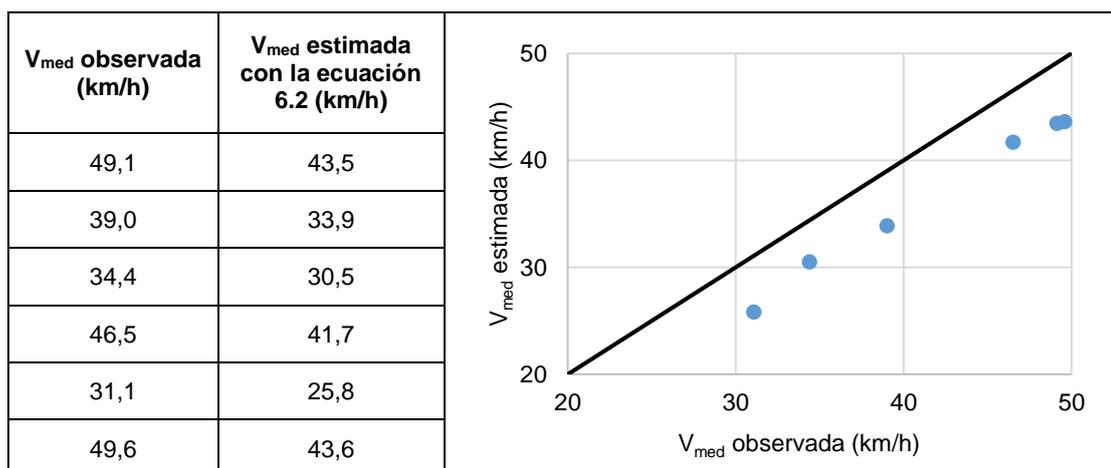


Figura 6-3 Relación entre la velocidad media observada versus resultados estimados con la ecuación 6.2

Elaboración: El autor

En la Figura 6-3 se observa que la ecuación 6.2 subestima los valores de velocidad media observados, sin embargo los puntos se encuentran cercanos a la línea de referencia.

6.3.1.3 Velocidad deseada para tramos mayores a 312 metros

Los modelos se calibraron para longitudes de 63 hasta 312 m, mientras que la velocidad deseada se obtuvo para tramos superiores a 312 metros. En la Tabla 6.10 se observan las velocidades deseadas obtenidas en la calibración y validación.

Tabla 6.10 Velocidad deseada para longitudes mayores a 312 metros

Tipo de magnitud	Calibración	Validación
Velocidad deseada, km/h	40,1	44,8
Desviación estándar, km/h	4,3	5,9

Elaboración: El autor

En la Tabla 6.10 se observan las velocidades deseadas y la desviación estándar obtenida en la calibración y validación. La media de velocidad obtenida en la calibración fue estadísticamente diferente a la media obtenida en la validación. Posiblemente se debe al bajo número de tramos que se utilizó en la calibración, la presencia de radares de velocidad en estos tramos, por lo que los conductores se restringían a aumentar la velocidad. Mientras que en los tramos utilizados en la validación no existían radares de velocidad, por ello las velocidades en la validación superan a las de calibración. Dado que la calibración y validación de la velocidad deseada se realizó en calles urbanas antes de llegar a redondeles, con similares condiciones en el procesamiento de datos y cálculos, se obtuvo una velocidad deseada para tramos superiores a 312 metros que fue de 41,8 km/h con una desviación estándar de 5,8 km/h.

6.3.2 Validación de los modelos calibrados de la aceleración

Se analizaron las aceleraciones observadas en la validación y los datos obtenidos de las ecuaciones de predicción para el percentil 85 de la aceleración y aceleración media.

6.3.2.1 Percentil 85 de la aceleración

En la Figura 6-4 se observan el percentil 85 de las aceleraciones observadas y los resultados del percentil 85 de las aceleraciones estimadas con la ecuación 6.6.

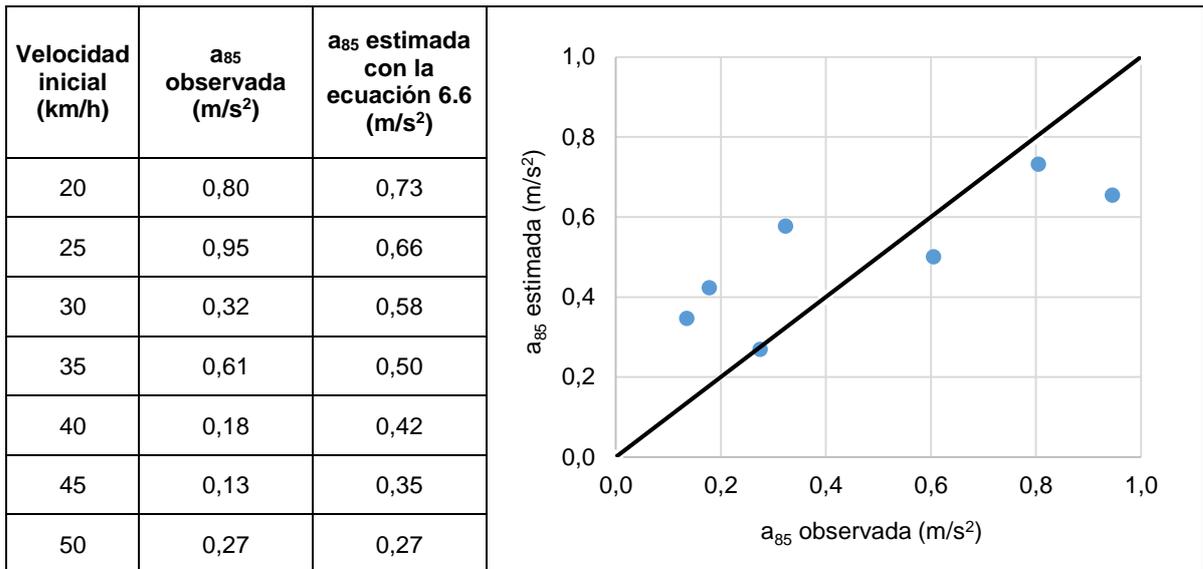


Figura 6-4 Relación entre el percentil 85 de la aceleración observada versus resultados estimados con la ecuación 6.6

Elaboración: El autor

En la Figura 6-4 se observa gráficamente que la ecuación 6.6, es aceptable con respecto a los valores observados, debido a que los puntos se encuentran distribuidos a lo largo de la línea de referencia.

6.3.2.2 Aceleración media

En la Figura 6-5 se observan las aceleraciones medias observadas y los resultados de las aceleraciones medias estimadas con la ecuación 6.7.

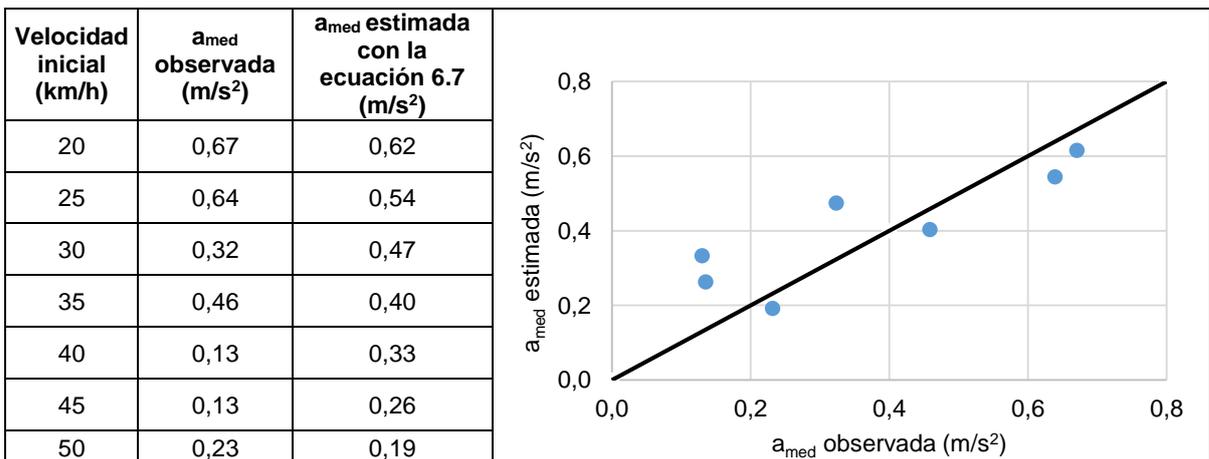


Figura 6-5 Relación entre la aceleración media observada versus resultados estimados con la ecuación 6.7

Elaboración: El autor

En la Figura 6-5 gráficamente se observa que la ecuación 6.7, es aceptable con respecto a los valores observados, dado que los puntos se encuentran a lo largo de la línea de referencia.

6.3.3 Validación de los modelos calibrados de la desaceleración

Se analizaron las desaceleraciones observadas en la validación con los datos obtenidos de las ecuaciones de predicción para el percentil 85 de la desaceleración. También se realiza la comparación de la desaceleración media obtenida en la calibración y validación.

6.3.3.1 Percentil 85 de la desaceleración

En la Figura 6-6 se observan el percentil 85 de las desaceleraciones y los resultados del percentil 85 de las desaceleraciones estimadas con la ecuación 6.9.

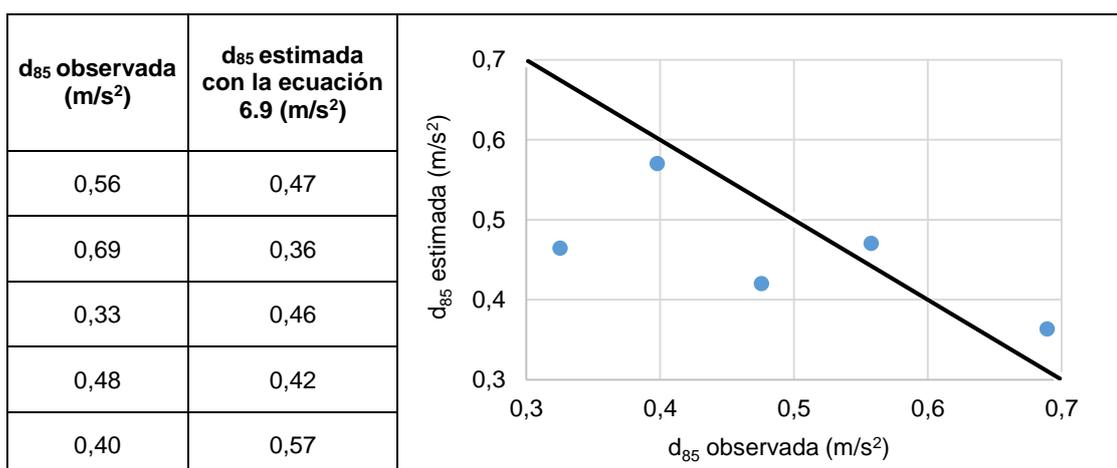


Figura 6-6 Relación entre el percentil 85 de la desaceleración observada versus resultados estimados con la ecuación 6.9

Elaboración: El autor

En la Figura 6-6 se observan gráficamente que los resultados obtenidos con la ecuación 6.9, son aceptables con respecto a los valores observados, debido a que los puntos se encuentran alrededor de la línea de referencia.

6.3.3.2 Desaceleración media

No se encontraron variables que sean estadísticamente significativas en la calibración, por lo que se calculó la desaceleración media de los datos de validación. En la Tabla 6.11 se observan la desaceleración media y la desviación estándar obtenida en la calibración y validación.

Tabla 6.11 Desaceleración media y desviación estándar obtenidas en el circuito de calibración y validación

Magnitud	Calibración	Validación
Desaceleración media, m/s ²	0,70	0,85
Desviación estándar, m/s ²	0,55	0,49

Elaboración: El autor

Para determinar si la desaceleración media de la calibración y validación de la Tabla 6.11 están estadísticamente diferentes, se realizó un análisis estadístico llamado prueba t de student con el programa estadístico MINITAB 14.2 (Minitab, 2005). El análisis de la prueba t

de student dio un valor $p=0,15$; lo que significa que la media de los datos de desaceleración de calibración no son estadísticamente diferentes a la media de los datos de desaceleración de validación al 95% de confiabilidad.

6.3.4 Validación de la desviación estándar

Se analizaron las desviaciones estándar obtenidas en la calibración y validación de la velocidad, aceleración y desaceleración que se observan en la Tabla 6.12.

Tabla 6.12 Comparación de la desviación estándar obtenida en el circuito de calibración y validación

Magnitud	Desviación Estándar		p
	Calibración	Validación	
Velocidad, km/h	5,38	5,10	0,56
Aceleración, m/s ²	0,23	0,30	0,84
Desaceleración, m/s ²	0,55	0,49	0,15

Elaboración: El autor

Para conocer si las desviaciones estándar de la velocidad, aceleración y desaceleración obtenidas en la calibración y validación que se observan de la Tabla 6.12 están estadísticamente diferentes, se utilizó un análisis estadístico conocido como prueba t de student con el programa estadístico MINITAB 14.2 (Minitab, 2005). Estos análisis dieron valores de p superiores a 0,05, lo que significa que las medias de los datos de calibración no son estadísticamente diferentes con las medias de los datos de validación.

6.3.5 Validación de la velocidad dentro del redondeo

En la Tabla 6.13 se observan la velocidad media y desviación estándar que se determinaron dentro de los redondeos de estudio para calibración y validación.

Tabla 6.13 Velocidad media dentro de los redondeos obtenida en la calibración y validación

Magnitud	Calibración	Validación
Velocidad media, km/h	28,61	27,68
Desviación estándar, km/h	4,66	4,71

Elaboración: El autor

Para comprobar si la velocidad media dentro de los redondeos de calibración es significativa con la de validación que se observan en la Tabla 6.13, se realizó la prueba estadística t de student con el programa estadístico MINITAB 14.2 (Minitab, 2005), se obtuvo un valor de $p=0,40$; lo que significa que la media de las velocidades de calibración son estadísticamente significativas con la media de las velocidades de validación al 95% de confiabilidad.

6.4 Prueba del Chi-cuadrado y cálculo de errores de pronóstico

La prueba del Chi-cuadrado sirve para evaluar el ajuste entre las ecuaciones calibradas y los datos observados, si el estadístico Chi-cuadrado calculado es menor que el valor crítico Chi-cuadrado obtenido de una tabla estandarizada de Galbiati (2012), se dice que no hay una diferencia significativa entre los valores estimados con las ecuaciones de predicción y los valores observados en la validación. El Chi-cuadrado se calcula con la ecuación 6.12:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(\text{observado} - \text{estimado})^2}{\text{estimado}} \quad \text{Ec. 6.12}$$

El Chi-crítico se lo obtiene a partir del nivel de confianza, grados de libertad y tablas estandarizadas en donde utilizan estas variables para determinar el chi-crítico. A continuación se muestra las fórmulas utilizadas para determinar el Chi-crítico.

$$p = 1 - \alpha \quad \text{Ec. 6.13}$$

$$v = (k - 1) * (r - 1) \quad \text{Ec. 6.14}$$

Donde

p= Nivel de confianza

α = Nivel de significancia

v= Grados de libertad

k= Número de columnas

r= Número de filas

Para esta investigación se utilizó un nivel de significancia de 0,05 con el fin de garantizar un nivel de confianza del 95%. A partir del nivel de confianza y grados de libertad se obtiene el Chi-crítico de tablas estandarizadas que se observa en el Anexo C.

Los errores de pronóstico son la diferencia que hay entre los valores observados y los valores estimados. Se calcularon los siguientes errores: el error cuadrático medio (MSE), error absoluto de la media (MAE) y el error absoluto porcentual de la media (MAPE). Estos errores se calculan con las siguientes ecuaciones:

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\text{observado} - \text{estimado})^2 \quad \text{Ec. 6.15}$$

$$\text{MAE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\text{observado} - \text{estimado}| \quad \text{Ec. 6.16}$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{observado} - \text{estimado}}{\text{estimado}} \right) * 100 \quad \text{Ec. 6.17}$$

En la Tabla 6.14 se observan los errores de pronóstico, el Chi-cuadrado calculado y el Chi-cuadrado crítico para los datos observados y estimados con los modelos calibrados.

Tabla 6.14 Prueba del Chi-cuadrado y cálculo de errores de pronóstico

Tipo de predicción	Cálculo de errores			X ²	X ² _{crítico}
	MSE	MAE	MAPE		
Percentil 85 de la velocidad, km/h	36,79	5,44	11,60	4,54	11,07
Velocidad media, km/h	26,60	5,11	14,39	4,44	11,07
Percentil 85 de la aceleración, m/s ²	0,04	0,17	34,29	0,54	12,59
Aceleración media, m/s ²	0,01	0,10	28,84	0,27	12,59
Percentil 85 de la desaceleración, m/s ²	0,03	0,16	36,39	0,41	9,49
MSE= Error cuadrático medio					
MAE= Error absoluto de la media					
MAPE= Error absoluto porcentual de la media					
X ² = Chi-cuadrado calculado					
X ² _{crítico} = Chi-cuadrado crítico					

Elaboración: El autor

En la Tabla 6.14 se observan los resultados de los errores de pronóstico, Chi-cuadrado y Chi-cuadrado crítico. Los errores más altos se observan en las ecuaciones de predicción de velocidades, sin embargo los resultados de los errores absolutos de la media (MAE) de las velocidades son aceptables, dado que para calcular el tamaño de la muestra se partió con un error de 5 y el obtenido fue aproximado a este valor. Además se utilizó la prueba estadística Chi-cuadrado, en donde se observa que ninguna de las ecuaciones de predicción excede el valor de Chi-cuadrado crítico. Se puede decir que las ecuaciones son válidas debido a que no hay diferencia significativa entre los valores observados y los valores estimados con las ecuaciones de predicción.

6.5 Discusión de las velocidades de operación

Las velocidades medias de los conductores que participaron en la investigación no excedieron el límite de velocidad para zonas urbanas que es de 50 km/h según el Reglamento General para la Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (2012). Sin embargo el 40% de los conductores que participaron en esta investigación circularon con velocidades de operación superiores a 50 km/h en zonas urbanas antes de llegar a redondeles, por lo tanto superaron los límites de velocidad y la velocidad de diseño establecidos para zonas urbanas según la Norma Ecuatoriana Vial (2012).

6.6 Resumen y conclusiones

En este capítulo se detalló el proceso de calibración y validación de los modelos obtenidos. La calibración consistió en obtener modelos de velocidad, aceleración y desaceleración en función de las variables estadísticamente significativas las cuales se identificaron en el capítulo anterior, y la validación sirvió para verificar la validez de los modelos calibrados.

Para validar los modelos se partió con el mismo procedimiento que se utilizó para calibrar los modelos, se seleccionó un circuito que tenga características similares y el procesamiento de datos y cálculos de las variables dependientes fue similar al utilizado en la calibración.

Los valores observados en la validación y los resultados obtenidos con las ecuaciones de predicción no son estadísticamente diferentes, por lo tanto las ecuaciones calibradas son válidas según la prueba estadística Chi-cuadrado.

La velocidad media calibrada dentro de los redondeles es de 28,61 km/h con una desviación estándar de 4,66 km/h. Este resultado es válido, dado que los resultados obtenidos en la calibración y validación fueron estadísticamente significativos al 95% de confiabilidad.

CONCLUSIONES

- En la presente investigación los factores planteados en la hipótesis como características del vehículo, características del conductor y el entorno no fueron significativos, simplemente la longitud fue un factor estadísticamente significativo con la velocidad de operación en calles urbanas antes de llegar a redondeles.
- Los modelos de velocidad calibrados para el percentil 85 de la velocidad y velocidad media tiene como variable independiente la longitud del tramo y se los debe utilizar para longitudes entre 63 a 312 metros.
- No se calibraron ecuaciones de predicción de velocidad para calles urbanas con longitudes superiores a 312 metros antes de llegar a redondeles, por lo que se obtuvo la velocidad deseada que fue de 41,8 km/h con una desviación estándar de 5,8 km/h.
- Los modelos de aceleración calibrados para el percentil 85 de la aceleración y aceleración media, fueron estadísticamente significativos con la velocidad inicial. Los modelos fueron calibrados para velocidades iniciales desde 10 a 50 km/h.
- El modelo del percentil 85 de la desaceleración fue estadísticamente significativo con la longitud del tramo y la densidad de señales de tránsito. Se debe utilizar esta ecuación de predicción para longitudes entre 63 a 312 metros.
- No se determinaron variables estadísticamente significativas con la desaceleración media, por lo que se calibró la desaceleración media que fue de 0,70 m/s² con una desviación estándar de 0,55 m/s². Estos valores obtenidos en la calibración no fueron estadísticamente diferentes con los obtenidos en la validación.
- Los modelos calibrados para la velocidad, aceleración y desaceleración fueron validados con el fin de comprobar que no exista diferencia significativa entre los valores observados y los valores estimados con las ecuaciones de predicción. Por lo tanto las pruebas del Chi-cuadrado calculado para los modelos calibrados no exceden el Chi-cuadrado crítico, lo que significa que las ecuaciones son válidas.
- Las encuestas respondidas por los conductores sirvieron para caracterizar los rasgos de personalidad (ZKPQ-50-CC) y estilos de conducción (MDSI-S). Además, se incluyeron otras preguntas en los cuestionarios para obtener información personal de los conductores y de sus vehículos.
- La velocidad de operación del 40% de los conductores que participaron en esta investigación superaron los límites de velocidad establecidos para zonas urbanas según el Reglamento General para la Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (2012) y la velocidad de diseño establecida en la Norma Ecuatoriana Vial (2012).

- No se encontraron variables que fueran estadísticamente significativas con la velocidad de operación dentro de los redondeles por la gran diferencia que existió entre las características de los redondeles de estudio y diferentes sentidos de circulación, por lo que se llevó a calcular la velocidad media dentro de los redondeles que fue de 28,61 km/h con una desviación estándar de 4,66 km/h.

RECOMENDACIONES

- Calibrar modelos de velocidad en calles que se encuentran en los alrededores de la ciudad con el objetivo de analizar la velocidad de operación y los factores influyentes en las mismas, dado que en este tipo de calles existe menor flujo vehicular y los conductores circulan a mayores velocidades en relación a la zona céntrica de la ciudad.
- Para generar modelos de velocidad dentro de redondeles, se recomienda escoger redondeles que tengan características geométricas parecidas y que sean similares los sentidos de circulación dentro de los redondeles.
- En este trabajo se encontraron objetos en zonas laterales tales como postes, árboles y señales de tránsito, que fueron estadísticamente significativos con la velocidad de operación. Para futuras investigaciones pueden ser analizadas a profundidad y evaluar su influencia.
- Para esta investigación se desarrollaron modelos de predicción utilizando vehículos livianos, se debería realizar un estudio utilizando vehículos pesados (camiones y buses), con el objetivo de establecer en zonas urbanas la diferencia de la velocidad de operación que existe entre vehículos livianos y pesados; además determinar los factores que podrían influir sobre la velocidad considerando estos tipos de vehículos, dado que los vehículos pesados se verían afectados en la velocidad y aceleración debido a su gran peso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Omari, B., Ghuzlan, K., y Al-Helo, L. (2014). Modeling through traffic speed at roundabouts along urban and suburban street arterials, *Transportation Research Forum*, 53(12), 7-19.
- Bassani, M., y Sacchi, E. (2012). Calibration to local conditions of geometry-based operating speed models for urban arterials and collectors. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 53(12), 822-833.
- Bennett, C. R. (1994). *A speed prediction model for rural two-lane highways*. (Tesis Doctoral). The University of Auckland, Auckland.
- Dinh, D., y Kubota, H. (2013). Profile-speed data-based models to estimate operating speeds for urban residential streets with a 30 km/h speed limit. *IATSS Research*, 36(8), 115-122.
- Galbiati, J. (2012). Material de apoyo virtual para el aprendizaje de la estadística. Recuperado Abril 11, 2016, de <https://www.citethisforme.com/es>
- Galleli, V., Vaiana, R., y Luele, T. (2014). Comparison between simulated and experimental crossing speed profiles on roundabout with different geometric features. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 111(10), 117–126.
- García, Y. (2014). *Aceleraciones y desaceleraciones de vehículos livianos en caminos de montaña*. (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de San Juan, San Juan.
- Norma Ecuatoriana Vial. (2012). Recuperado Febrero 3, 2016, de <http://www.obraspublicas.gob.ec/norma-ecuatoriana-vial-nevi-12/>
- 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., y Mason, J. (2000), Analyzing influence of geometric design on operating speeds along low-speed urban streets mixed-model approach. *Transportation Research Record*, 1737(8), 18-25.
- Ramachandra, R., y Mohan, A. (2014). Free speed modeling for urban arterials - A case study on Delhi. *Transportation Engineering*, 7599(9), 1-9.
- Reglamento General para la Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, Registro Oficial N° 731 § Artículo 191 (2012).
- Tarris, J., Poe, C., Mason, J., y Goulias, G. (1996). Predicting operating speeds on low-speed urban streets: Regression and panel analysis approaches. *Transportation Research Record*, 1523, 46–54.
- Wang, J. (2006). *Operating speed models for low speed urban environments based on in-vehicle gps data*. (Tesis Doctoral). Georgia Institute of Technology, Georgia.

ANEXOS

Anexo A. Encuestas aplicadas a los conductores

DATOS GENERALES							
Años de experiencia en la conducción: Edad: Sexo:							
Marca del vehículo: Tipo del vehículo: Camioneta () Auto ()							
Cilindraje: cm ³ 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. Léalas y decida si es adecuada o no en su caso. Si está de acuerdo con el contenido de la frase responda VERDADERO (V) y si no está de acuerdo (es decir, en su caso es lo contrario, o no le define bien la frase) responda FALSO (F), marcando con una cruz la casilla correspondiente en el margen derecho de la página.			
N°	Enunciados	Respuestas	
		V	F
1	No me gusta perder el tiempo sentándome simplemente y relajándome.		
2	Cuando me irrito digo "malas palabras".		
3	Es natural para mí decir malas palabras cuando estoy enfadado.		
4	No me importa salir solo/a; de hecho normalmente prefiero salir con un grupo amplio.		
5	Llevo una vida más ocupada que la mayoría de la gente.		
6	A menudo hago cosas de forma impulsiva.		
7	Casi nunca siento ganas de abofetear a alguien.		
8	Paso tanto tiempo como puedo con mis amigos.		
9	Mi cuerpo se siente a menudo rígido sin razón aparente.		
10	Frecuentemente me siento desconcertado.		
11	Si alguien me ofende, intento simplemente no pensar en ello.		
12	Me gusta estar haciendo cosas en todo tiempo.		
13	Me gustaría emprender un viaje no programado, sin rutas fijas ni 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.		

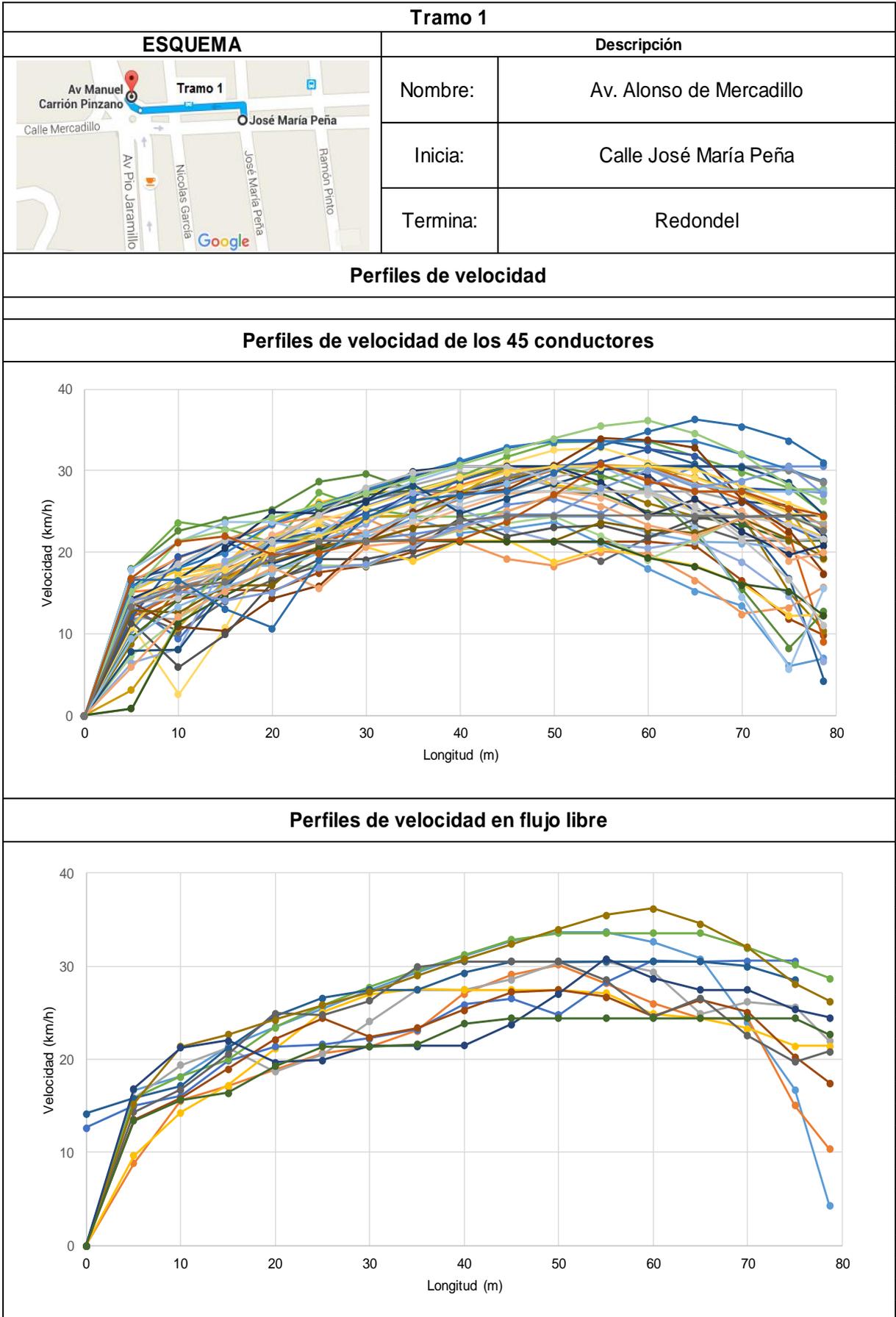
Fuente: Aluja et al. (2006)

Elaboración: El autor

Anexo B. Tramos de estudio y perfiles de velocidad

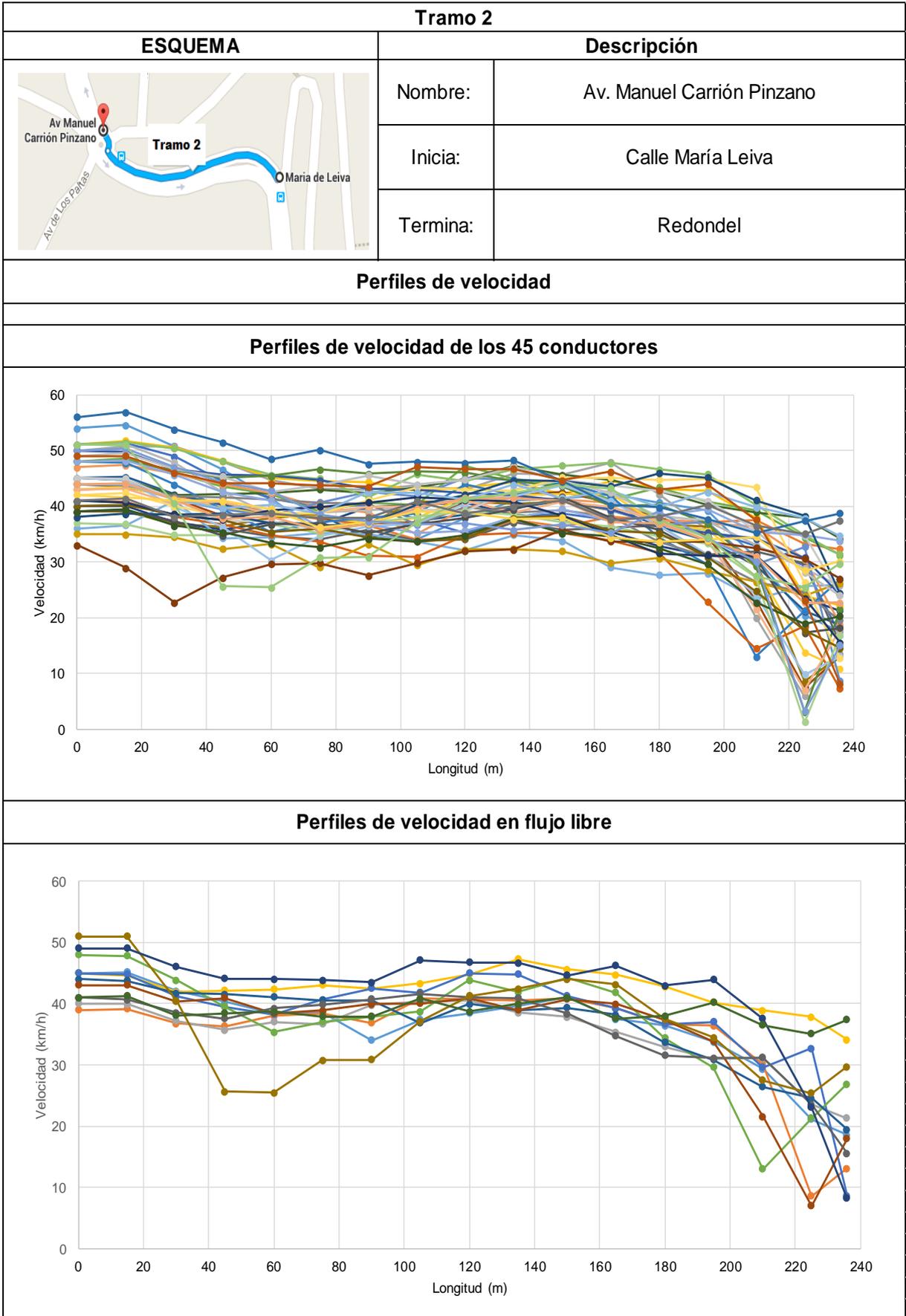
		Tramo 1																	
ESQUEMA		Descripción																	
		Nombre:																	Av. Alonso de Mercadillo
		Inicia:																	Calle José María Peña
		Termina:																	Redondel
N° conductores	V/L	Longitud (m)															FL		
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70		75	78,7
1	Velocidad (km/h)	0	10,5	17,3	18,5	21,8	23,4	21,8	24,1	22,3	22,9	23,7	21,1	18,0	15,3	13,5	6,1	7,0	
2		0	15,1	15,7	17,0	19,6	21,8	24,1	26,3	28,3	30,0	30,7	30,7	28,9	27,5	27,5	25,6	23,2	
3		0	11,9	11,8	18,8	21,0	25,0	27,7	28,3	29,7	29,8	28,0	27,5	27,5	27,5	26,1	24,3	23,6	
4		0	15,2	17,8	18,6	23,8	26,2	27,5	27,5	28,9	30,3	28,3	27,5	27,3	25,1	24,4	23,6	21,8	
5		0	13,5	9,5	16,0	21,4	21,7	25,7	27,5	27,5	29,3	30,5	30,5	30,6	30,6	26,6	23,2	21,3	
6		0	18,0	23,7	22,9	21,2	27,3	25,4	24,4	29,3	31,8	33,4	33,6	33,6	31,7	29,8	27,9	24,7	
7		0	16,7	18,1	21,4	23,5	25,5	27,5	29,3	31,1	32,7	33,7	33,7	32,6	30,8	24,0	16,8	4,2	X
8		0	11,6	14,2	15,4	15,3	17,6	18,3	20,1	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	20,8	16,5	11,9	9,8	
9		0	12,8	10,3	14,1	16,7	18,4	18,4	19,4	21,4	21,3	21,3	18,9	21,9	23,3	21,4	21,5	21,5	
10		0	8,8	15,6	17,1	18,8	20,7	21,4	23,1	27,1	29,1	30,2	28,2	26,0	24,4	24,4	15,0	10,4	X
11		0	15,9	19,4	21,2	18,7	20,5	24,1	27,5	27,5	28,6	30,4	30,5	29,4	24,9	26,2	25,7	22,0	X
12		0	9,6	14,3	17,2	21,2	25,1	27,0	27,5	27,5	27,5	27,5	27,1	24,9	24,4	23,3	21,4	21,4	X
13		0	11,3	16,2	18,4	18,4	18,3	18,4	21,1	23,4	24,4	24,4	24,4	22,3	21,3	21,1	20,3	19,2	
14		0	16,5	19,3	21,6	23,4	24,4	24,2	21,6	21,4	19,2	18,3	20,1	19,8	16,6	12,4	13,2	15,8	
15		0	13,0	16,3	17,7	20,9	23,8	21,5	25,5	27,5	27,5	29,2	30,5	30,5	26,5	21,9	21,4	21,7	
16		0	10,8	17,3	18,4	22,0	23,4	20,7	19,0	21,4	21,4	18,8	20,5	19,4	18,3	16,1	12,2	12,3	
17		0	12,6	15,0	16,0	19,9	21,4	21,6	22,3	23,2	25,9	26,6	24,8	28,3	30,6	30,5	30,6	30,6	X
18		0	0,9	11,8	18,6	21,4	22,2	24,4	24,4	24,4	25,1	27,0	28,9	30,3	28,3	27,6	27,7	27,7	
19		0	15,8	18,1	20,0	23,4	25,9	27,7	29,5	31,3	32,9	33,6	33,6	33,6	33,6	32,0	30,2	28,7	X
20		0	12,0	15,1	17,9	20,2	21,5	22,5	24,6	26,5	28,4	30,2	30,6	30,5	28,5	26,4	21,9	9,0	
21		0	14,2	15,8	17,2	21,2	24,6	26,6	27,5	27,5	29,3	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30,0	28,6	X
22		0	3,1	10,8	16,7	20,1	22,4	24,4	24,5	27,2	30,6	30,6	30,6	30,5	29,2	27,2	25,0	19,2	
23		0	12,1	19,5	21,3	21,5	22,7	24,9	26,9	28,7	30,5	30,5	31,0	32,7	31,9	27,8	27,6	27,4	
24		0	18,0	22,7	24,1	25,3	28,7	29,6	27,6	29,1	30,5	30,5	29,4	27,4	22,2	15,4	8,3	12,8	
25		0	17,9	21,3	23,7	23,8	22,2	26,2	28,7	30,5	30,5	30,5	30,5	27,8	23,0	14,5	5,8	15,7	
26		0	13,5	15,8	19,0	22,1	24,4	22,4	23,4	25,3	27,2	27,5	26,7	24,6	26,4	25,1	20,3	17,4	X
27		0	13,8	14,4	18,2	21,4	21,4	21,7	23,8	25,9	27,5	27,5	27,5	27,2	24,9	24,4	23,4	21,6	
28		0	11,0	2,6	10,9	21,1	23,8	25,5	27,4	29,2	31,0	32,6	32,8	31,1	29,1	27,1	24,8	24,4	
29		0	6,5	8,2	19,0	21,2	21,5	23,5	27,4	25,3	22,8	21,4	21,2	20,5	21,4	18,8	14,6	6,6	
30		0	7,4	11,9	15,5	18,0	18,4	18,4	21,0	22,8	23,6	24,4	22,0	19,1	21,6	24,4	24,5	22,7	
31		0	7,9	8,1	15,7	21,4	21,3	26,2	28,2	24,8	26,6	28,4	30,1	30,5	30,5	30,5	28,5	24,4	
32		0	13,8	10,9	10,3	14,4	15,9	21,3	24,9	27,2	27,7	30,6	33,9	33,8	32,8	26,3	22,6	17,4	
33		0	11,4	6,0	10,0	16,3	19,1	19,1	20,3	24,2	22,0	23,1	23,4	21,9	24,1	24,4	24,4	24,5	
34		0	12,9	12,7	16,0	16,0	21,0	21,3	23,0	23,4	21,4	21,4	23,7	22,8	22,4	24,1	21,6	19,4	
35		0	14,3	16,8	20,6	24,9	24,8	26,3	29,9	30,5	30,5	30,5	28,6	24,6	26,6	22,6	19,7	20,8	X
36		0	0,9	11,4	14,7	17,7	20,4	21,5	21,4	21,3	21,3	21,3	21,3	19,4	18,3	16,0	15,3	12,2	
37		0	9,4	13,4	15,8	17,5	19,9	22,3	24,6	26,6	28,5	30,3	30,5	30,2	28,2	27,5	27,5	27,5	
38		0	5,9	12,2	15,3	18,1	15,6	20,8	21,4	22,9	25,1	27,1	25,7	23,3	21,9	24,2	19,0	20,0	
39		0	15,2	18,5	21,5	21,4	24,6	28,0	29,7	30,5	30,5	28,7	27,5	27,5	25,6	21,5	16,7	11,0	
40		0	13,8	16,9	17,9	20,3	21,9	24,0	26,1	28,0	29,8	30,5	30,5	30,5	30,1	28,1	25,9	24,3	
41		0	14,1	15,2	14,1	15,1	18,1	18,6	20,9	23,2	24,7	24,6	27,9	30,1	28,0	28,7	30,4	27,1	
42		0	15,2	21,4	22,7	24,3	25,8	27,3	29,0	30,8	32,4	34,0	35,5	36,2	34,6	32,0	28,1	26,2	X
43		0	16,6	16,6	13,1	10,7	19,1	24,4	26,4	27,0	27,5	29,8	33,0	34,9	36,3	35,4	33,7	31,0	
44		0	16,8	21,3	22,0	19,7	19,9	21,4	21,4	21,5	23,8	27,1	30,8	28,7	27,5	27,5	25,4	24,5	X
45		0	13,4	15,6	16,4	19,2	21,4	21,4	21,6	23,8	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4	22,7	X

FL= Se marca con una X los tramos que se encontraban en flujo libre.



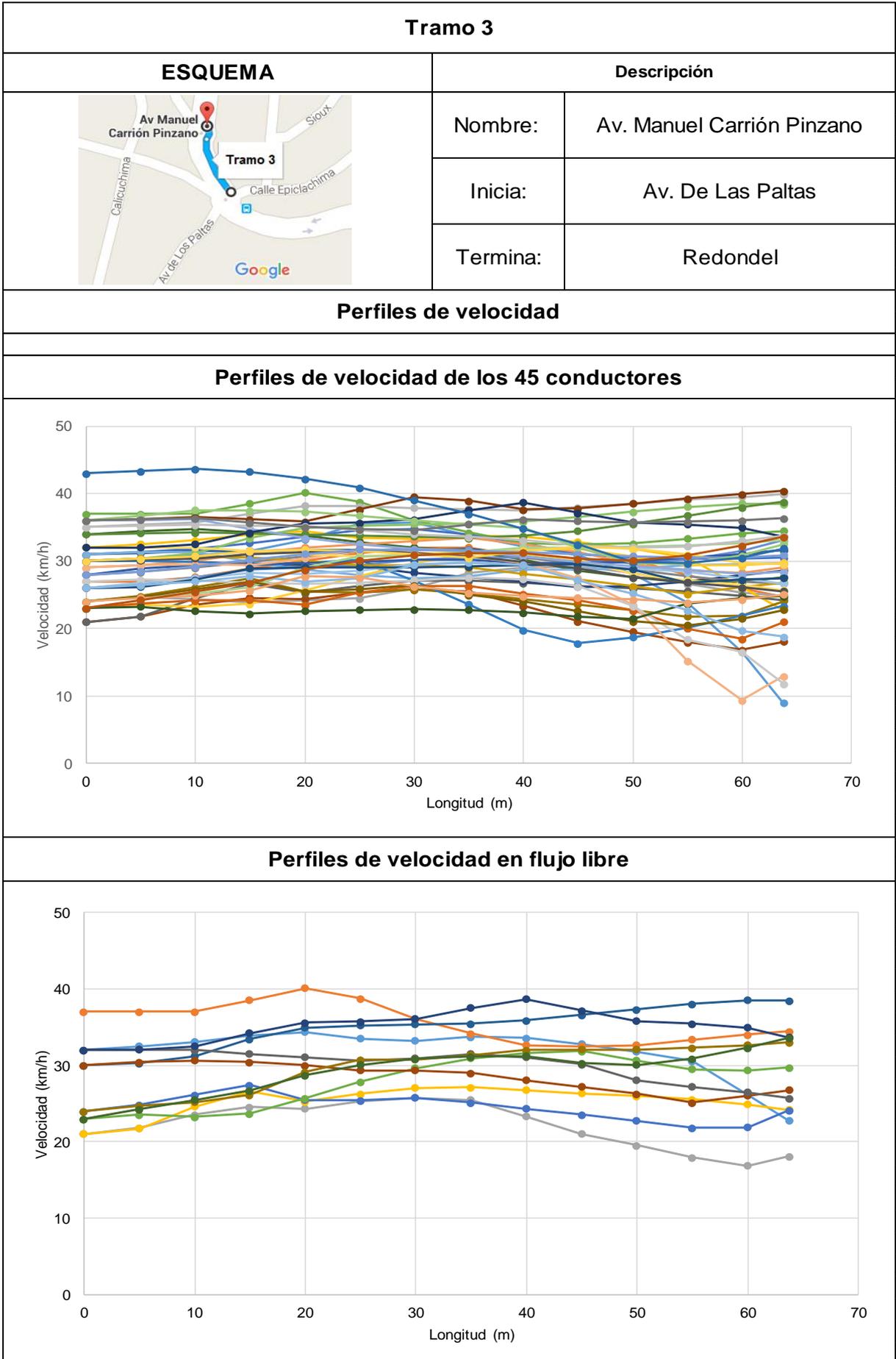
Tramo 2																			
ESQUEMA										Descripción									
										Nombre:					Av. Manuel Carrión Pinzano				
										Inicia:					Calle María Leiva				
										Termina:					Redondel				
N° conductores	V/L	Longitud (m)																FL	
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225		235,8
1	Velocidad (km/h)	54	54,5	50,8	46,6	41,4	35,3	34,9	34,0	37,8	41,0	41,3	42,3	40,7	39,2	30,8	20,4	17,5	
2		43	43,3	41,8	40,6	39,0	37,8	36,6	33,9	34,2	37,6	36,4	38,1	37,4	37,1	37,6	33,2	32,4	
3		50	50,8	50,8	48,0	44,6	43,2	42,9	43,8	42,9	45,9	45,6	47,9	42,1	35,8	20,0	6,0	13,6	
4		51	51,8	50,4	48,1	45,0	44,5	44,4	42,8	43,3	44,3	42,2	44,5	43,2	42,8	37,9	24,0	22,2	
5		51	51,2	48,9	44,5	41,4	39,9	40,2	37,8	35,2	38,2	38,7	37,6	36,6	35,8	32,8	29,4	16,9	
6		48	48,6	46,1	43,5	42,2	39,1	40,6	40,2	47,2	44,8	43,9	41,2	43,4	40,8	39,3	34,4	31,2	
7		45	45,2	42,1	40,3	38,5	38,6	34,1	37,4	38,4	39,6	41,0	37,5	36,4	33,7	29,3	21,2	18,6	X
8		44	43,5	41,3	38,2	38,7	37,9	36,9	37,0	40,7	42,0	42,5	40,7	38,1	34,6	23,1	7,5	13,1	
9		39	39,1	37,0	35,9	34,6	34,1	35,7	33,8	34,1	37,0	35,9	36,1	36,6	31,3	31,9	29,8	15,4	
10		39	39,1	36,7	36,3	38,0	38,4	36,9	40,8	40,7	40,5	40,9	39,2	36,7	36,4	30,1	8,6	13,1	X
11		40	40,0	37,2	35,7	37,1	36,7	39,8	40,3	40,5	38,5	37,8	35,3	32,9	31,0	31,1	23,6	21,3	X
12		45	44,6	41,9	42,1	42,3	43,0	42,5	43,3	44,8	47,3	45,6	44,7	42,8	40,2	38,9	37,8	34,1	X
13		36	36,6	41,0	34,3	34,5	35,1	34,9	33,7	32,0	34,9	33,8	29,0	27,6	28,0	23,4	25,6	25,9	
14		47	47,4	45,9	43,9	42,3	39,8	38,8	35,1	39,6	41,5	41,3	40,6	37,5	37,0	36,4	30,5	18,8	
15		51	51,1	47,9	42,5	38,4	38,8	39,3	39,7	41,5	41,9	44,1	40,7	38,2	37,3	33,0	28,8	25,7	
16		43	43,5	41,4	39,8	38,2	38,1	36,8	37,8	41,6	42,1	42,1	42,2	36,8	35,7	29,3	13,8	10,9	
17		45	44,8	41,1	39,5	38,2	40,6	42,5	41,8	45,0	44,8	41,3	39,2	36,7	37,0	29,6	32,7	8,7	X
18		51	51,5	50,4	48,0	45,7	44,9	41,6	45,7	44,5	46,6	47,2	47,7	46,5	45,7	40,2	34,8	31,3	
19		48	47,8	43,8	39,5	35,3	37,0	37,8	38,7	43,8	41,9	44,3	41,8	34,3	29,6	13,0	21,3	26,9	X
20		41	40,9	38,1	36,8	34,9	33,5	31,1	30,9	34,8	35,1	35,2	33,9	31,7	22,8	14,4	18,4	7,3	
21		44	43,7	41,7	41,5	41,1	40,6	40,5	36,8	39,9	38,9	39,3	38,1	33,6	30,8	26,5	24,6	19,5	X
22		35	35,0	34,4	32,3	33,2	29,0	33,2	29,5	32,2	32,3	31,9	29,8	30,7	28,4	26,4	23,8	26,2	
23		50	49,7	46,6	45,6	45,4	44,6	43,1	42,9	42,3	41,9	41,0	39,4	36,7	35,2	34,1	30,8	24,1	
24		48	48,1	46,4	45,0	45,5	46,6	45,8	46,2	46,0	44,4	43,5	40,1	40,2	36,9	29,2	3,1	21,5	
25		45	44,7	39,8	36,3	30,3	34,6	36,4	37,0	40,4	41,8	43,7	40,9	36,6	31,3	24,1	9,8	13,1	
26		43	43,1	40,4	40,9	38,4	38,9	39,9	40,1	40,9	38,9	40,8	39,9	37,4	33,8	21,5	7,0	18,0	X
27		45	45,0	41,3	37,4	37,4	35,9	36,7	39,4	39,1	43,0	44,6	43,8	42,8	41,0	35,8	34,7	24,1	
28		42	42,4	40,0	38,4	38,9	38,7	41,1	43,3	42,9	42,7	45,2	45,1	44,7	44,9	43,4	26,3	12,7	
29		48	48,2	45,6	42,6	41,1	36,4	36,7	35,2	35,6	37,9	39,5	37,2	38,3	39,5	35,4	34,9	33,7	
30		37	36,7	34,8	34,9	36,8	35,2	37,0	38,1	39,1	38,4	37,1	36,4	34,5	33,3	27,3	1,2	16,8	
31		38	38,6	38,6	38,6	36,8	36,5	36,8	40,2	42,0	44,6	44,4	43,6	45,9	45,1	41,1	38,2	24,3	
32		33	28,9	22,7	27,2	29,6	29,8	27,6	29,8	32,0	32,2	35,7	33,7	33,7	33,7	32,5	30,5	27,0	
33		39	39,3	37,2	34,7	36,7	36,9	35,1	36,8	38,0	39,4	41,7	37,9	35,7	31,1	30,7	17,3	18,2	
34		40	40,2	38,5	37,6	35,3	35,9	34,4	33,7	34,2	37,9	38,2	35,5	35,1	30,9	24,7	17,7	14,5	
35		41	40,7	38,5	37,6	39,2	39,9	40,7	41,6	41,1	40,9	38,3	34,8	31,6	31,1	31,2	23,5	15,5	X
36		39	39,4	36,5	35,3	33,4	32,6	34,1	33,7	34,8	37,7	35,1	34,6	32,4	29,6	22,8	19,0	20,3	
37		44	43,9	41,2	39,6	40,1	38,6	42,5	42,4	41,3	43,8	41,5	42,8	39,9	42,5	39,8	37,9	34,7	
38		44	44,1	41,2	37,8	38,1	35,7	36,8	39,6	41,4	41,5	41,0	37,2	36,9	33,8	31,1	22,6	22,7	
39		49	49,5	46,7	45,3	42,6	43,8	45,5	43,9	44,8	47,1	44,5	42,4	38,1	37,6	35,5	28,2	23,9	
40		42	41,7	41,0	41,0	39,5	36,2	37,1	39,2	38,8	37,6	38,0	34,3	33,6	34,0	34,4	28,4	30,1	
41		50	50,2	47,0	44,2	42,8	38,5	37,3	36,7	36,8	35,7	36,7	35,2	39,1	34,3	30,1	3,3	15,0	
42		51	51,0	40,5	25,7	25,4	30,8	30,8	37,1	41,3	42,4	44,0	43,1	37,5	34,5	27,4	25,4	29,7	X
43		56	56,9	53,7	51,4	48,4	50,1	47,6	48,0	47,7	48,2	44,4	40,2	39,8	37,6	35,2	37,4	38,7	
44		49	49,0	46,0	44,1	44,0	43,8	43,4	47,1	46,7	46,7	44,7	46,2	42,9	43,9	37,5	23,1	8,2	X
45		41	41,3	38,1	38,4	38,7	37,9	37,9	40,8	38,7	40,0	41,0	37,6	38,0	40,2	36,5	35,1	37,4	X

FL= Se marca con una X los tramos que se encontraban en flujo libre.



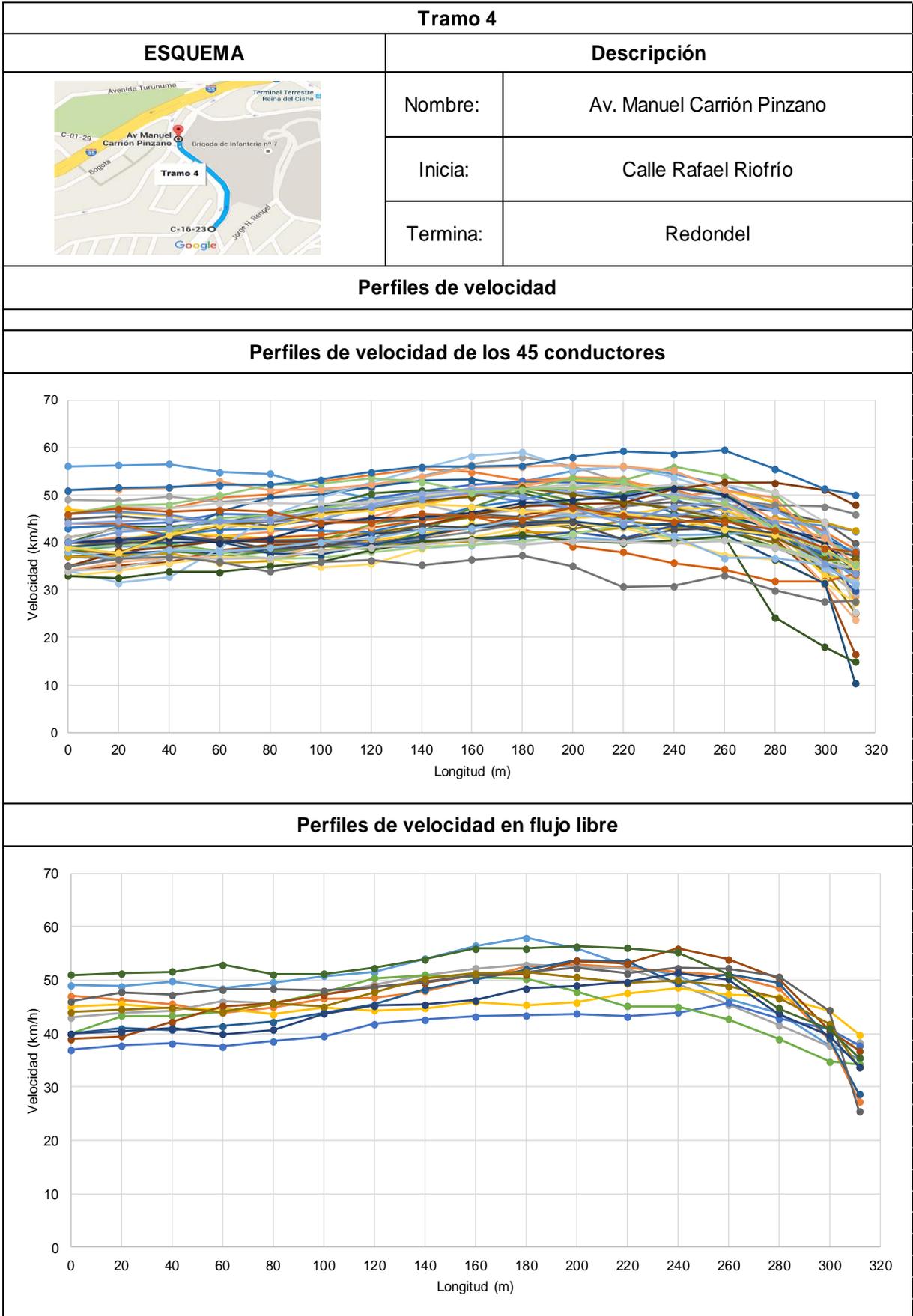
Tramo 3																
ESQUEMA					Descripción											
					Nombre:		Av. Manuel Carrión Pinzano									
					Inicia:		Av. De Las Paltas									
					Termina:		Redondel									
N° conductores	V/L	Longitud (m)														FL
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	63,8	
1	Velocidad (km/h)	30	30,4	30,9	31,6	33,1	35,5	35,8	33,7	32,1	30,8	28,0	23,8	16,6	9,0	
2		27	27,0	27,6	28,9	30,0	31,1	32,0	32,0	30,7	30,2	30,3	28,0	25,9	24,6	
3		24	24,6	24,4	23,9	24,2	24,5	26,0	28,3	29,1	29,2	28,2	26,6	25,3	24,8	
4		32	32,5	33,1	33,9	34,4	33,5	33,2	33,7	33,6	32,8	31,8	30,5	26,1	22,8	X
5		31	31,3	31,8	32,7	33,6	34,6	34,8	33,9	32,6	31,0	30,5	30,3	30,4	30,4	
6		37	37,0	37,0	38,5	40,1	38,7	36,0	34,2	32,7	32,5	32,6	33,4	34,0	34,4	X
7		31	31,2	31,5	31,6	31,6	31,7	31,7	31,8	30,9	30,2	30,0	30,3	30,9	31,6	
8		21	21,8	23,5	24,6	24,4	25,4	25,8	25,4	23,3	21,0	19,5	18,0	16,9	18,1	X
9		21	21,8	24,6	26,6	25,3	26,2	27,1	27,1	26,7	26,3	26,0	25,5	24,9	24,2	X
10		24	24,8	26,1	27,4	25,5	25,4	25,8	25,1	24,3	23,5	22,7	21,8	21,9	24,1	X
11		30	30,0	29,9	29,5	29,3	29,2	28,3	27,5	27,0	26,2	26,3	27,0	28,0	28,6	
12		34	34,4	34,8	34,3	33,7	32,8	32,1	31,4	30,2	28,6	27,7	27,1	26,9	27,7	
13		31	31,4	31,3	29,8	28,7	27,9	27,4	27,7	28,7	28,8	29,0	29,4	29,6	29,7	
14		29	29,4	30,0	31,2	32,0	32,5	33,0	33,4	32,5	31,3	29,6	28,6	28,3	29,0	
15		35	35,4	35,8	37,0	38,2	38,1	37,9	37,7	37,6	37,9	38,5	39,1	39,5	39,9	
16		23	23,5	23,2	23,7	25,7	27,8	29,7	30,9	31,6	31,9	30,7	29,5	29,4	29,7	X
17		26	26,6	27,6	28,8	29,1	29,4	30,2	30,5	30,5	30,0	29,7	30,1	31,5	33,1	
18		30	30,3	31,2	33,4	34,9	35,2	35,4	35,5	35,9	36,6	37,3	38,0	38,6	38,4	X
19		30	30,1	29,9	29,3	29,6	30,2	27,1	23,6	19,8	17,8	18,7	20,1	21,9	23,3	
20		23	23,7	24,2	24,2	23,5	25,4	26,2	26,3	25,1	24,2	22,7	20,0	18,5	20,9	
21		28	28,4	29,0	29,9	30,7	31,5	31,7	31,7	30,5	29,5	28,7	27,7	27,0	26,7	
22		30	30,4	30,7	30,5	30,0	29,4	29,3	29,0	28,1	27,2	26,3	25,1	26,1	26,8	X
23		28	28,9	29,5	29,6	29,7	29,9	30,1	30,1	29,8	29,8	30,0	30,5	31,1	31,7	
24		34	34,1	34,2	34,1	34,0	33,8	33,7	33,4	33,7	34,5	35,5	36,8	38,0	38,8	
25		26	26,8	27,5	28,2	28,2	28,5	29,5	29,7	29,4	29,3	29,0	28,4	27,5	26,7	
26		29	29,4	29,5	29,4	30,4	31,8	31,3	30,7	29,7	27,5	23,5	15,2	9,4	12,9	
27		27	27,2	27,2	26,9	26,6	26,7	27,2	27,6	27,3	26,2	23,3	18,4	16,5	11,8	
28		32	32,1	32,0	31,5	31,1	30,6	31,0	31,5	31,1	30,2	28,1	27,2	26,5	25,7	X
29		36	36,1	36,2	34,8	33,4	32,5	31,8	31,4	30,7	29,9	29,3	28,7	28,0	28,4	
30		24	24,7	25,2	26,1	29,1	30,7	30,8	31,4	32,0	32,1	32,1	32,3	32,6	33,0	X
31		26	26,2	27,2	29,0	29,1	29,1	29,1	29,2	29,4	29,5	28,8	26,9	27,2	27,5	
32		36	36,2	36,5	36,2	35,9	37,6	39,5	38,9	37,6	37,8	38,5	39,2	39,9	40,4	
33		30	30,1	30,4	31,0	31,4	31,7	31,2	30,6	29,8	28,8	27,5	26,8	26,1	25,5	
34		24	24,6	25,8	27,0	25,4	25,8	26,4	24,9	24,0	22,6	21,0	20,5	21,4	22,8	
35		32	32,1	32,5	34,3	35,6	35,7	36,1	37,5	38,7	37,2	35,8	35,5	34,9	33,6	X
36		23	23,3	22,6	22,2	22,6	22,8	22,9	22,7	22,4	21,8	21,4	23,7	24,6	24,8	
37		26	26,4	27,0	27,7	26,9	27,5	29,4	29,8	29,5	27,1	25,2	22,7	19,7	18,8	
38		24	24,6	24,9	25,6	27,7	27,6	26,3	25,3	24,8	24,5	24,3	23,8	24,3	25,0	
39		35	35,2	35,4	35,3	35,2	34,5	33,9	33,6	33,1	32,3	32,1	32,2	33,0	33,8	
40		30	30,3	30,7	31,5	31,7	31,6	31,0	30,5	31,6	32,2	31,8	31,0	29,8	29,5	
41		28	28,5	29,2	30,2	31,0	31,7	31,7	31,5	31,3	31,0	30,7	30,6	30,5	30,9	
42		36	36,8	37,6	37,5	37,3	36,7	36,0	35,4	34,9	32,0	29,7	29,6	30,8	32,5	
43		43,3	43,7	43,2	42,1	40,9	39,0	37,0	34,8	32,4	29,8	29,7	30,5	31,9		
44		23	24,3	25,5	26,7	28,7	30,1	30,9	31,1	31,2	30,3	30,1	30,8	32,3	33,6	X
45		36	36,2	36,4	35,7	35,1	34,7	34,5	35,4	36,2	36,0	35,8	35,8	36,0	36,3	

FL= Se marca con una X los tramos que se encontraban en flujo libre.



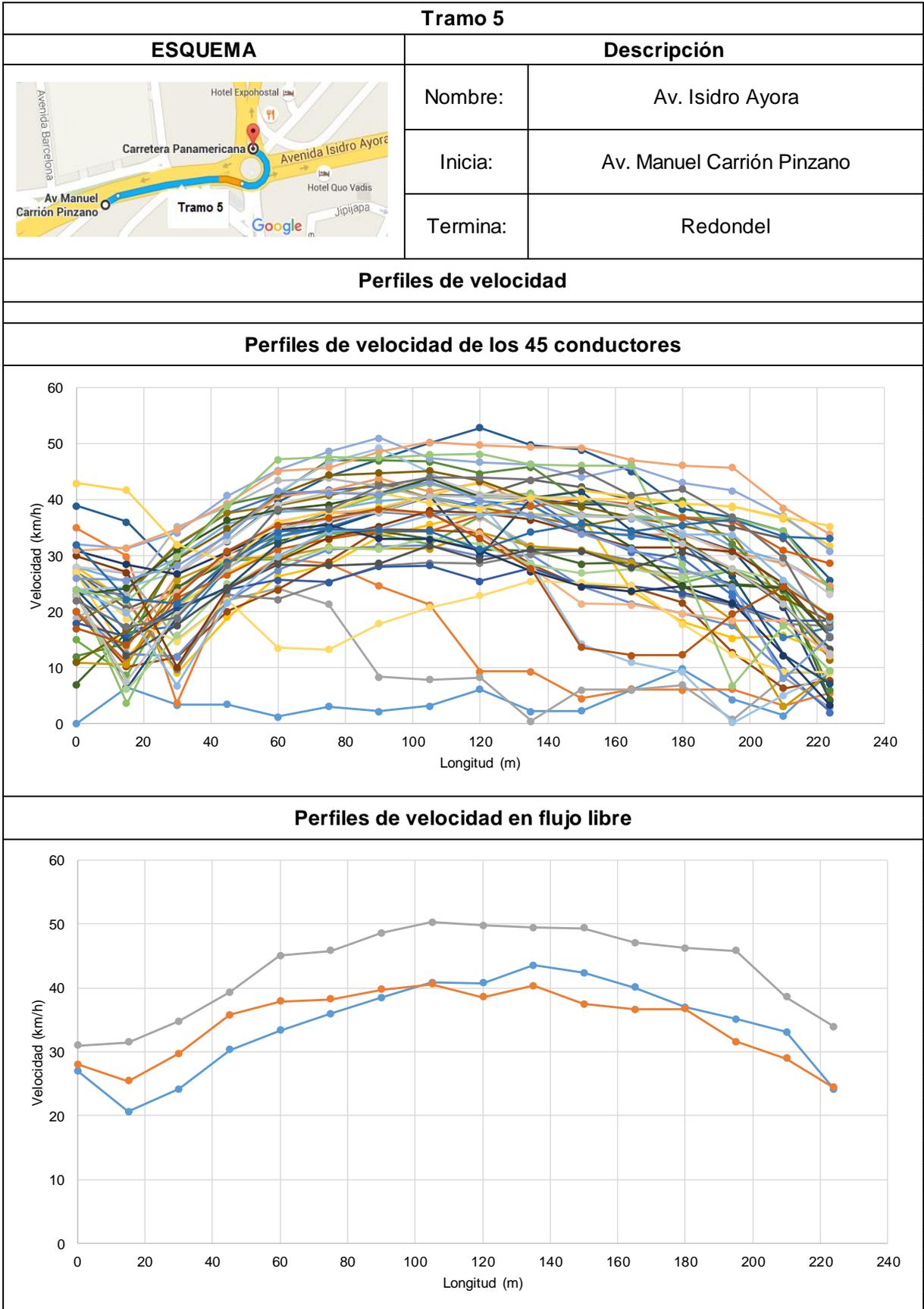
Tramo 4																								
ESQUEMA					Descripción																			
					Nombre:					Av. Manuel Carrión Pinzano														
					Inicia:					Calle Rafael Riofrío														
					Termina:					Redondel														
N° conductores	V/L	Longitud (m)																FL						
		0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300		312,0					
1		56	56,2	56,5	54,8	54,5	51,5	49,3	49,6	50,4	52,9	55,1	55,9	54,5	52,1	48,4	37,5	32,5						
2		46	47,3	47,2	49,5	50,1	52,9	54,1	55,6	54,8	53,0	53,6	52,8	51,2	47,8	47,6	42,2	38,5						
3		49	48,9	49,8	48,4	49,5	50,8	51,4	53,9	56,4	57,9	56,0	52,7	51,0	46,5	43,8	37,9	35,3	X					
4		47	46,2	45,5	43,9	44,9	46,5	46,7	47,9	50,0	52,4	53,0	52,4	51,5	50,9	48,6	38,9	27,3	X					
5		43	43,9	44,3	46,0	45,7	47,4	49,1	50,9	52,2	52,9	52,5	52,2	49,3	45,4	41,6	37,6	38,2	X					
6		38	39,2	39,7	38,1	39,1	40,5	43,8	45,6	46,1	47,6	48,7	45,0	46,0	44,9	43,6	33,6	31,3						
7		35	36,7	41,0	46,5	49,5	50,1	51,7	53,1	53,2	51,9	50,5	49,8	46,2	43,6	41,3	37,2	35,8						
8		34	35,1	35,8	38,3	39,4	39,7	39,9	41,2	43,1	45,9	47,3	44,8	45,5	44,9	40,8	31,1	16,5						
9		45	45,5	44,8	44,6	43,6	44,9	44,3	44,7	46,0	45,3	45,9	47,5	48,5	47,4	46,8	44,3	39,8	X					
10		41	42,9	42,6	41,1	40,2	40,7	42,0	43,6	45,3	45,1	42,9	44,4	43,4	42,5	39,9	33,9	25,2						
11		37	37,8	38,2	37,6	38,6	39,4	41,8	42,6	43,2	43,4	43,7	43,2	43,9	45,7	42,8	40,9	37,7	X					
12		40	43,3	43,3	44,1	45,8	47,7	50,3	51,0	50,6	50,3	47,8	45,1	45,1	42,7	39,0	34,8	34,3	X					
13		39	39,3	38,5	40,6	39,9	40,1	39,2	38,8	39,4	40,4	41,1	40,3	41,4	41,7	42,2	40,0	38,4						
14		40	41,0	40,6	41,3	42,2	43,9	45,4	48,2	50,1	52,0	53,7	53,4	49,4	51,0	49,4	39,1	28,6	X					
15		41	42,8	42,9	42,6	45,0	46,4	48,3	48,0	45,9	46,8	46,1	48,4	47,4	45,5	44,7	34,4	29,3						
16		39	40,5	42,2	41,5	40,8	40,6	40,4	41,6	43,8	43,9	45,1	45,9	47,3	47,0	42,9	32,9	32,4						
17		46	46,5	45,8	44,2	44,4	44,8	47,8	50,3	50,4	48,5	47,3	46,4	45,7	47,5	44,4	43,5	42,4						
18		39	39,5	42,2	45,1	45,7	47,3	48,7	49,4	50,9	51,1	53,5	53,1	55,9	53,9	50,3	40,6	36,8	X					
19		43	43,5	41,4	42,6	42,9	42,4	42,3	44,6	47,5	48,9	51,5	50,1	52,3	49,9	47,0	41,7	37,4						
20		44	44,0	41,0	40,4	41,0	41,6	43,0	44,7	45,6	42,8	39,2	38,0	35,7	34,3	31,8	31,8	33,3						
21		37	36,5	37,9	38,3	37,8	39,3	39,8	40,9	42,2	44,1	45,5	47,7	49,5	49,2	47,9	47,6	46,0						
22		37	37,1	37,6	35,6	36,1	38,3	39,1	40,0	40,1	42,1	41,9	43,2	42,9	45,1	45,2	44,2	42,5						
23	Velocidad (km/h)	40	40,5	41,5	40,4	40,3	40,5	39,4	40,4	40,6	41,0	42,1	40,9	43,5	42,9	41,0	36,1	29,7						
24		38	36,5	38,3	36,9	38,1	39,2	38,5	42,2	47,3	51,0	48,8	50,6	51,8	50,4	42,6	36,6	34,5						
25		34	31,4	32,7	38,9	45,6	49,3	52,5	55,6	58,2	59,0	55,3	56,0	53,7	50,4	42,1	34,6	31,7						
26		34	35,9	36,8	37,0	36,5	39,4	43,4	49,6	51,5	51,8	51,2	51,8	49,6	48,1	41,9	31,2	23,8						
27		46	47,8	47,2	48,2	48,4	48,1	48,6	49,8	50,9	51,6	52,2	51,3	52,2	52,2	50,7	44,3	25,4	X					
28		33	34,0	35,6	37,1	36,4	34,8	35,5	38,6	40,9	43,0	44,0	43,1	40,4	37,4	36,3	31,5	27,5						
29		44	44,5	44,9	44,0	45,6	45,0	47,8	50,3	51,3	51,4	50,6	49,4	50,0	48,9	46,7	41,8	33,7	X					
30		39	39,4	39,3	37,8	36,5	36,7	37,9	38,9	39,5	40,0	41,7	43,8	40,7	40,5	39,1	36,1	36,1						
31		39	39,8	39,9	40,3	37,6	37,4	39,5	41,4	43,5	44,1	44,5	43,3	43,9	41,8	36,5	31,3	10,5						
32		35	38,2	39,0	40,4	40,1	40,1	40,5	43,5	45,7	47,7	48,0	48,2	51,3	52,7	52,5	51,0	47,9						
33		40	39,7	40,7	40,7	38,6	39,0	40,8	43,4	43,1	43,9	44,3	40,5	42,6	43,1	41,9	38,4	37,1						
34		38	37,8	41,2	43,4	44,4	46,1	47,2	48,7	49,5	51,5	50,0	48,5	47,2	44,8	41,0	36,4	36,4						
35		40	40,4	41,0	39,8	40,7	43,7	45,2	45,4	46,2	48,4	48,9	49,6	51,4	50,2	43,7	39,7	33,7	X					
36		33	32,5	33,8	33,8	35,0	35,9	38,4	40,1	40,8	41,5	40,4	39,9	40,4	41,2	24,3	18,0	14,8						
37		38	36,5	38,4	38,0	38,8	40,1	40,7	42,5	42,9	45,2	45,9	44,8	41,3	36,7	36,7	35,2	31,1						
38		51	51,2	51,6	52,9	51,0	51,2	52,2	53,8	55,8	55,9	56,3	56,0	55,2	51,1	44,7	40,9	35,5	X					
39		34	34,6	36,6	36,5	36,7	38,2	38,9	39,4	40,6	39,5	40,3	40,1	39,8	40,5	38,9	35,5	34,8						
40		39	37,7	41,6	43,7	43,0	45,9	46,7	48,1	47,5	46,6	46,8	46,1	44,9	42,8	41,5	38,9	34,5						
41		40	42,1	42,9	44,6	44,5	47,0	47,5	49,2	50,6	49,8	47,2	43,9	47,6	48,5	44,1	35,6	33,5						
42		46	47,9	48,0	50,0	52,2	52,4	53,6	52,7	50,5	51,2	51,5	52,7	49,4	48,4	43,1	38,0	35,4						
43		51	51,5	51,7	52,0	52,2	53,2	54,8	55,9	56,1	56,2	58,0	59,2	58,7	59,5	55,5	51,3	50,0						
44		46	47,1	46,4	46,8	46,4	44,1	44,1	46,0	45,6	44,8	47,3	45,6	44,3	44,4	42,6	38,7	37,9						
45		35	36,5	36,9	35,9	33,9	35,9	36,2	35,2	36,3	37,3	35,0	30,7	30,8	33,0	29,8	27,5	27,6						

FL= Se marca con una X los tramos que se encontraban en flujo libre.



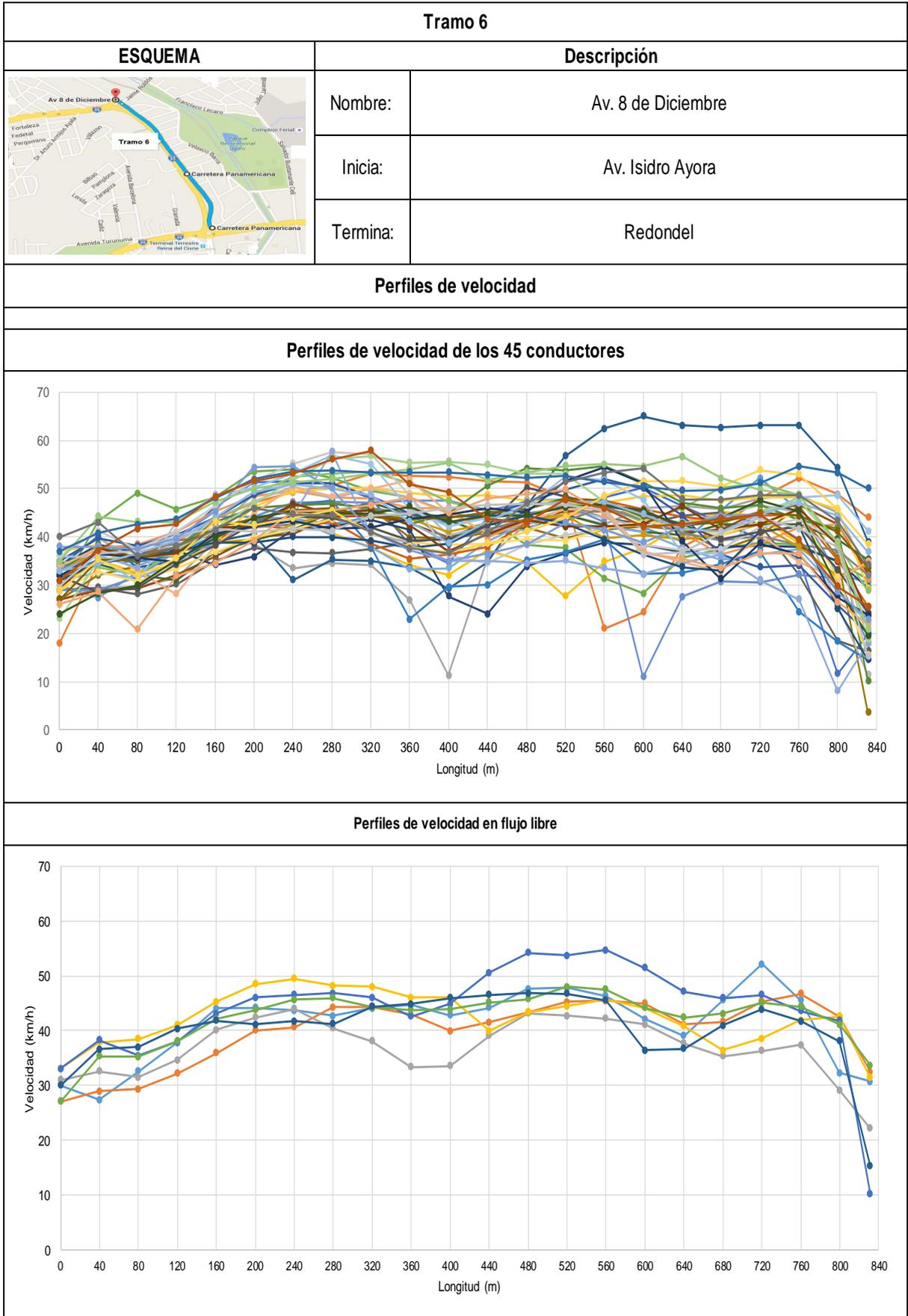
Tramo 5																		
ESQUEMA										Descripción								
										Nombre:		Av. Isidro Ayora						
										Inicia:		Av. Manuel Carrion Pinzano						
										Termina:		Redondel						
N° conductores	V/L	Longitud (m)															FL	
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210		223,9
1	Velocidad (km/h)	0	6,6	3,4	3,5	1,3	3,1	2,3	3,2	6,2	2,2	2,3	6,2	9,8	4,4	1,5	9,4	
2		35	29,9	3,7	24,3	29,5	28,7	24,6	21,3	9,3	9,3	4,5	6,2	6,1	6,2	3,2	5,5	
3		28	27,0	15,0	22,2	24,2	21,4	8,3	7,9	8,3	0,5	6,1	6,1	7,0	0,8	8,3	2,9	
4		28	21,8	9,1	19,1	26,4	28,4	33,4	35,6	37,8	37,4	37,2	23,6	18,2	15,3	15,7	12,5	
5		24	23,1	31,9	37,7	41,0	41,7	42,5	43,1	40,5	40,2	34,6	30,7	29,6	22,8	9,4	2,0	
6		15	8,7	24,3	29,2	29,5	34,0	33,8	32,2	37,1	31,1	30,9	28,5	25,2	27,5	23,8	12,2	
7		39	36,1	27,0	32,6	39,7	44,2	47,3	50,2	52,9	49,8	48,9	45,0	38,4	36,9	34,5	25,7	
8		20	10,2	11,9	20,1	23,9	29,0	34,8	34,7	34,2	28,5	24,6	24,5	21,7	12,8	6,4	7,8	
9		27	20,6	24,2	30,3	33,4	35,9	38,4	40,8	40,7	43,6	42,3	40,1	36,9	35,1	33,1	24,2	X
10		18	23,0	32,1	37,7	39,0	40,8	43,1	40,4	38,6	37,1	35,4	36,9	35,4	33,6	21,4	11,4	
11		23	6,4	19,0	29,0	34,7	37,7	37,9	40,6	38,8	40,2	39,2	39,3	34,0	30,9	20,8	4,0	
12		7	16,4	24,4	28,9	32,7	34,5	34,4	33,1	31,1	30,9	28,6	28,9	27,6	25,0	24,5	4,2	
13		28	25,4	29,7	35,8	37,9	38,2	39,7	40,5	38,6	40,3	37,5	36,6	36,7	31,6	29,0	24,4	X
14		20	13,7	26,6	34,1	40,6	41,7	43,9	41,6	43,1	39,0	34,3	33,9	33,8	30,8	28,6	24,7	
15		19	23,2	35,2	38,9	43,4	43,9	42,5	40,4	36,8	31,7	30,9	27,7	26,7	27,6	21,4	13,3	
16		27	12,2	21,0	27,1	31,5	37,4	38,7	40,7	43,3	40,4	41,8	40,5	39,3	38,8	36,7	31,8	
17		20	12,5	12,1	22,0	27,4	31,1	31,8	31,8	30,0	30,2	24,6	21,5	19,8	17,5	9,2	9,2	
18		24	3,7	20,9	29,2	33,9	38,1	40,7	42,9	40,7	41,2	37,2	37,1	36,9	36,8	34,5	23,8	
19		27	16,3	17,5	27,8	33,5	35,2	37,8	37,4	39,7	38,9	34,5	33,6	32,4	23,6	15,4	17,2	
20		20	10,9	22,5	26,6	31,1	33,0	34,4	34,3	37,2	38,9	40,1	39,1	36,9	36,2	31,0	28,7	
21		27	22,2	9,6	23,1	22,2	25,3	28,3	28,8	28,7	30,4	31,0	29,1	23,0	21,2	17,9	17,5	
22		11	10,6	25,7	29,5	29,8	31,5	31,3	31,3	34,1	31,7	31,0	28,6	24,8	18,4	3,1	9,3	
23		18	15,5	21,0	24,0	25,7	25,3	28,1	28,3	25,5	27,9	24,7	24,7	23,4	21,5	18,4	18,4	
24		12	14,3	29,9	39,2	41,2	47,1	47,0	46,8	44,7	45,8	39,7	38,7	40,0	32,1	24,0	6,0	
25		24	24,4	27,0	33,9	41,3	46,6	49,2	45,0	39,5	28,7	14,3	10,9	9,2	0,2	5,1	9,3	
26		24	20,1	23,5	30,1	36,1	37,8	38,0	37,5	33,9	27,9	21,4	21,3	19,8	18,4	18,4	12,2	
27		28	27,1	27,1	32,7	39,2	41,4	41,4	44,1	41,1	40,7	40,3	38,9	34,1	29,9	29,1	23,1	
28		27	18,8	14,7	22,1	13,6	13,3	17,9	20,8	22,9	25,5	25,2	24,7	17,8	12,3	9,3	9,2	
29		32	31,3	34,1	40,8	45,3	48,6	51,0	47,4	46,7	46,3	44,0	46,0	43,1	41,6	37,1	30,8	
30		23	6,2	15,7	25,0	28,5	31,4	31,2	33,3	32,2	28,5	27,0	27,7	26,0	27,6	25,3	19,3	
31		24	14,8	20,3	24,3	32,1	34,7	37,9	40,7	29,9	40,4	41,4	34,4	32,5	26,4	12,2	7,1	
32		30	27,1	10,1	24,3	29,1	33,1	35,3	38,1	37,6	36,5	34,0	31,5	31,5	30,8	25,0	15,6	
33		23	12,1	17,6	24,3	28,5	28,3	28,7	31,9	29,2	31,2	30,9	27,9	30,7	27,6	21,2	13,4	
34		11	16,7	29,3	34,8	41,0	44,4	44,8	45,2	43,4	40,2	38,8	36,9	32,9	27,2	22,4	18,3	
35		31	28,5	26,7	30,7	34,6	35,5	33,1	33,0	30,9	27,2	24,6	23,7	24,7	21,6	12,3	3,3	
36		23	24,3	30,9	36,4	38,2	39,2	41,0	43,8	40,6	40,4	37,0	31,5	24,4	24,8	24,1	15,5	
37		24	19,9	6,9	21,7	29,9	34,4	34,7	37,3	37,4	37,2	37,1	36,9	33,7	33,7	25,7	18,5	
38		31	31,5	34,7	39,3	45,1	45,8	48,5	50,3	49,8	49,5	49,3	47,0	46,2	45,8	38,5	33,9	X
39		23	7,6	19,6	27,7	34,9	36,4	37,8	40,7	40,6	40,3	37,1	37,0	32,2	27,7	21,5	12,6	
40		43	41,7	32,1	28,8	36,0	38,0	41,3	39,5	38,4	40,5	40,2	40,1	39,3	38,8	37,0	35,3	
41		26	25,7	28,3	33,7	41,5	41,3	41,0	43,2	39,9	37,2	34,0	31,2	27,6	24,5	8,1	15,7	
42		24	21,9	29,8	38,9	47,2	47,6	47,5	48,1	48,2	46,4	46,2	46,2	28,5	6,9	17,6	9,4	
43		32	22,3	21,6	28,9	34,3	34,8	34,6	34,5	31,2	34,3	35,8	34,4	35,5	36,6	33,5	33,1	
44		17	14,2	22,8	30,9	35,5	36,7	38,4	37,6	33,1	27,7	13,6	12,2	12,3	19,6	24,5	19,1	
45		22	17,3	18,9	28,3	38,4	38,3	42,6	44,1	43,9	43,6	45,3	40,8	41,9	37,0	29,6	15,4	

FL= Se marca con una X los tramos que se encontraban en flujo libre.



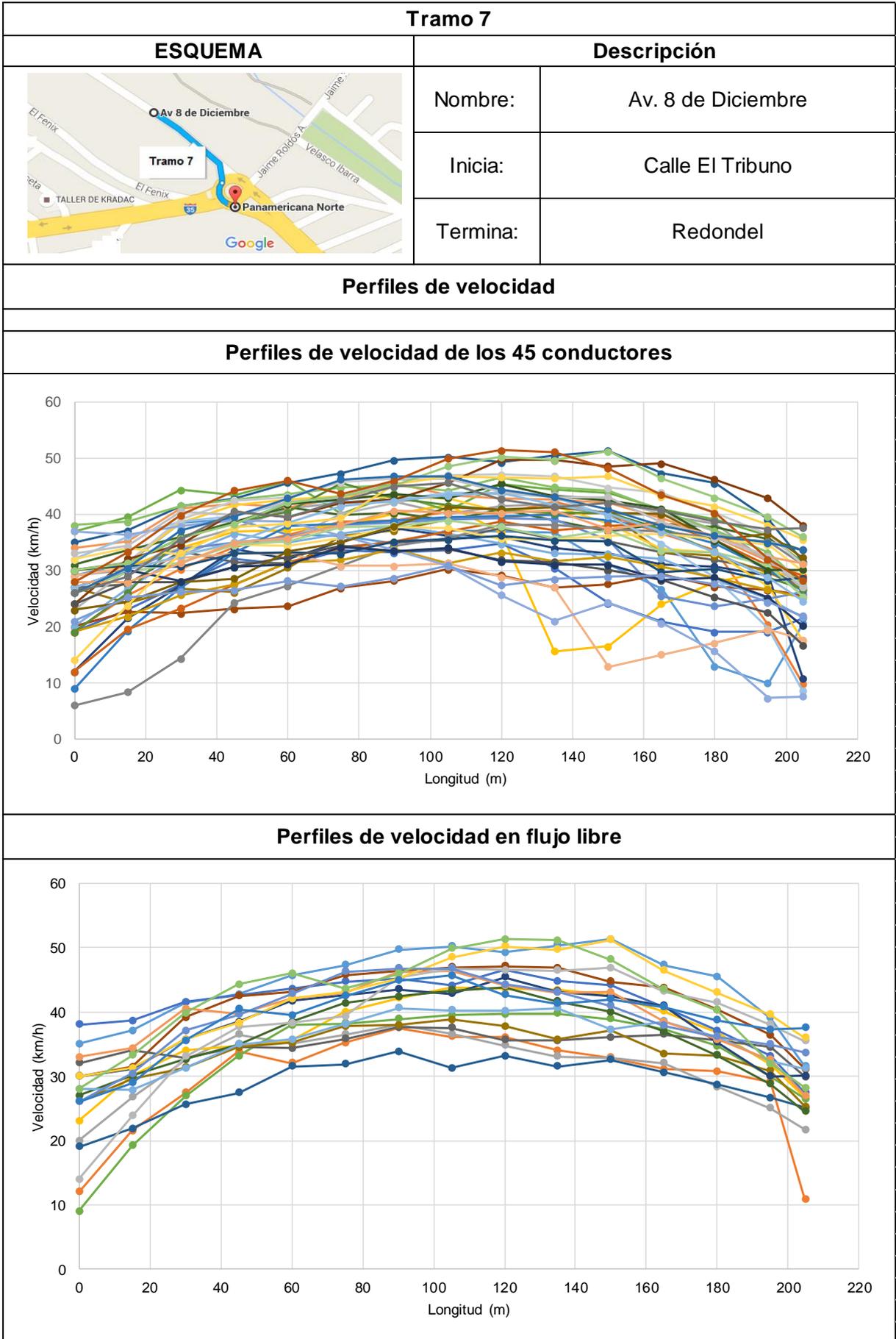
Tramo 6																									
ESQUEMA		Descripción																							
		Nombre:		Av. 8 de Diciembre																					
		Inicia:		Av. Isidro Ayora																					
		Termina:		Redondel																					
N° conductores	V/L	Longitud (m)																							FL
		0	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640	680	720	760	800	831,2		
1		30	27,3	32,5	37,8	44,1	44,2	43,6	42,7	44,1	44,7	42,8	44,2	47,6	47,8	46,4	42,0	39,0	45,6	52,1	45,6	32,3	30,7	X	
2		18	34,6	35,9	36,0	43,6	47,0	49,2	50,6	53,2	52,6	52,4	51,6	51,3	48,3	21,0	24,4	37,8	42,2	48,0	52,1	48,8	44,0		
3		27	29,4	29,6	31,4	39,1	38,6	33,6	34,5	34,2	26,9	11,3	35,6	42,6	44,5	42,6	46,0	46,5	45,8	47,9	48,6	45,0	32,7		
4		30	35,2	32,5	34,2	39,1	43,3	45,6	40,8	37,6	34,2	32,1	37,4	34,8	27,7	34,9	37,8	42,4	45,2	44,1	38,5	31,1	35,1		
5		34	36,4	35,9	38,8	46,2	51,3	51,6	51,1	48,0	38,3	34,7	44,0	44,9	45,9	48,1	50,1	46,3	42,9	39,6	35,6	11,7	19,8		
6		29	43,3	49,1	45,7	48,2	53,5	53,9	52,3	49,5	48,1	45,0	43,6	38,4	37,8	31,4	28,3	35,8	37,5	38,8	38,3	34,8	31,2		
7		34	40,2	33,8	34,9	39,1	40,6	31,0	35,3	34,9	33,6	29,3	34,7	46,3	56,7	62,4	65,0	63,1	62,7	63,1	63,1	54,3	39,0		
8		27	28,9	29,3	32,1	35,9	40,0	40,6	44,2	44,4	42,9	40,0	41,5	43,3	45,2	45,4	44,9	41,2	41,6	45,4	46,7	42,5	32,4	X	
9		29	29,5	28,2	30,2	35,0	37,7	36,8	36,6	37,5	38,7	40,0	42,8	44,5	46,5	43,9	42,5	44,5	45,1	42,7	32,2	18,4	16,3		
10		27	32,0	33,9	37,2	39,6	42,7	46,5	47,0	45,8	39,9	39,6	40,8	41,9	39,8	41,4	42,2	41,5	37,2	40,1	46,4	35,7	3,6		
11		34	38,5	36,9	37,2	34,2	35,9	41,5	42,1	43,6	41,4	27,8	24,1	33,9	36,6	38,7	38,3	36,8	38,0	38,1	37,9	34,9	29,5		
12		32	34,3	32,1	31,1	36,8	39,2	41,6	45,2	47,1	44,7	43,4	40,5	41,6	44,6	42,4	41,1	40,5	42,6	42,5	42,7	39,5	35,4		
13		31	32,5	31,5	34,6	40,1	42,4	44,0	40,4	38,0	33,4	33,5	39,0	43,1	42,7	42,2	41,1	37,7	35,3	36,3	37,4	29,1	22,1	X	
14		33	37,8	38,5	41,0	45,3	48,5	49,5	48,2	48,0	46,0	46,0	39,9	43,4	44,5	45,6	44,1	40,8	36,4	38,6	41,9	42,6	31,4	X	
15		35	39,8	35,4	38,9	43,9	47,2	50,4	48,0	49,9	48,3	40,4	41,9	41,3	46,1	44,0	42,0	43,4	44,4	46,7	45,2	25,9	11,4		
16		37	38,3	33,0	33,9	39,1	46,2	49,4	50,1	50,1	49,0	48,3	48,7	47,4	47,6	47,1	48,4	48,6	47,5	48,3	48,1	45,7	29,4		
17		29	29,0	31,8	37,0	38,1	44,2	47,1	47,3	47,2	47,5	47,4	45,5	47,2	46,6	43,0	10,9	27,6	30,8	30,6	32,2	31,6	18,0		
18		35	33,7	32,2	37,2	41,3	48,9	52,4	53,1	53,5	51,2	47,4	45,3	44,5	46,8	46,4	43,0	45,9	50,2	51,0	48,7	38,3	28,9		
19		32	35,2	34,9	36,4	40,3	43,2	46,6	47,6	38,0	22,9	29,6	30,1	35,2	36,7	39,6	32,3	32,5	34,5	37,1	24,5	18,4	14,5		
20		32	34,7	36,0	39,4	40,2	42,6	41,5	43,2	38,7	35,4	36,4	37,9	42,8	47,7	47,4	45,7	44,3	43,3	44,5	44,5	35,2	25,5		
21		32	36,6	38,4	38,4	40,9	42,0	42,7	44,5	46,1	44,9	39,3	41,4	43,8	43,2	46,2	43,5	40,8	39,2	40,1	38,5	37,2	32,1		
22	Velocidad (km/h)	33	36,8	36,1	36,9	38,8	39,5	42,7	44,6	44,8	43,7	41,1	42,8	43,5	44,6	39,6	40,4	39,6	40,3	42,6	38,0	32,0	34,1		
23		35	39,8	38,1	40,3	43,9	48,7	51,0	51,1	48,5	44,8	44,1	44,3	47,1	49,7	52,1	50,0	44,4	36,3	33,7	34,1	25,8	20,0		
24		33	38,2	35,4	37,9	43,0	46,0	46,6	46,8	46,1	42,6	44,8	50,6	54,2	53,7	54,7	51,4	47,1	45,9	46,6	43,6	41,8	10,1	X	
25		36	36,0	30,5	43,0	48,7	50,1	53,1	56,9	55,0	45,9	42,1	44,1	46,3	52,4	51,8	47,7	36,7	36,5	44,6	48,3	48,6	41,2		
26		34	37,6	32,9	28,2	38,1	44,8	50,4	48,4	49,9	51,9	45,0	40,8	43,4	45,8	45,9	37,1	34,8	32,7	40,6	34,7	31,2	34,9		
27		36	41,3	37,4	41,0	46,4	51,6	55,2	57,6	57,0	48,7	36,2	34,6	38,4	40,3	41,7	38,3	37,2	37,4	41,9	43,6	39,0	22,3		
28		29	32,7	30,8	33,4	36,8	40,0	41,5	43,7	42,2	38,8	38,5	38,7	39,4	39,2	41,7	43,3	41,9	40,5	43,1	44,8	31,7	15,4		
29		33	36,2	33,6	38,1	41,2	42,7	44,4	57,6	40,7	38,8	35,0	35,0	34,5	35,1	33,5	32,2	34,5	36,3	31,1	27,1	8,1	18,0		
30		23	35,3	36,1	36,2	41,6	46,9	51,9	56,4	56,8	55,4	55,6	55,0	53,1	53,1	47,4	43,8	43,0	42,8	45,3	47,5	38,4	18,9		
31		31	34,5	35,7	36,9	38,8	38,8	40,0	39,9	39,2	37,7	38,6	42,5	44,3	42,9	39,5	36,4	33,8	33,1	41,0	42,2	25,1	14,5		
32		29	37,7	35,6	36,7	41,9	42,2	46,9	44,9	45,5	42,4	37,0	40,7	43,6	42,1	42,3	42,5	46,3	41,4	42,6	45,8	38,4	23,8		
33		32	28,7	29,4	34,3	38,2	42,8	44,1	44,0	42,0	39,3	39,5	42,5	50,2	48,3	46,4	45,1	42,6	39,5	41,0	42,2	33,2	24,2		
34		27	35,3	35,2	38,0	42,0	43,8	45,6	45,9	44,2	43,8	43,9	45,2	45,7	48,0	47,5	44,2	42,4	43,0	45,0	44,3	41,1	33,6	X	
35		32	36,6	35,7	34,8	40,6	42,3	43,2	41,7	42,0	43,6	44,7	46,0	45,1	51,6	54,4	51,1	39,1	31,2	38,7	36,3	27,5	23,8		
36		24	28,2	30,0	35,1	39,7	43,9	45,3	44,8	44,8	46,3	43,2	44,4	44,5	46,2	46,7	45,4	42,2	43,9	47,6	45,4	29,5	19,6		
37		33	34,4	36,5	39,2	44,0	49,4	50,8	50,0	48,7	43,2	38,8	43,4	46,6	47,3	47,3	44,7	41,8	41,1	44,5	47,0	44,4	36,8		
38		26	28,6	20,8	31,9	34,5	39,2	45,2	45,4	46,6	48,3	44,9	48,0	48,9	49,9	44,8	36,6	35,4	33,5	36,6	36,5	26,5	21,9		
39		30	36,6	37,0	40,4	41,8	41,1	41,7	41,2	44,3	44,9	45,9	46,5	46,9	46,7	45,5	36,3	36,7	40,9	43,9	41,7	38,0	15,2	X	
40		29	35,3	32,0	35,6	43,3	42,5	43,9	45,4	40,8	38,0	36,7	38,6	41,1	44,0	48,5	51,5	51,7	50,5	53,9	53,0	45,8	38,4		
41		38	38,0	37,6	39,6	45,3	54,4	54,6	50,0	41,0	37,3	35,0	36,6	38,5	42,9	41,5	38,9	42,2	44,3	44,6	39,4	28,6	22,9		
42		35	44,2	43,1	43,0	47,2	50,0	51,2	52,0	53,2	54,0	55,3	51,7	53,4	54,8	55,1	54,6	56,7	52,1	49,9	48,7	38,7	20,8		
43		37	40,7	42,6	43,7	48,1	52,0	53,5	53,7	53,3	53,4	53,3	52,8	52,3	52,6	51,4	50,5	49,6	49,7	51,2	54,6	53,3	50,0		
44		31	37,2	41,7	42,7	48,4	51,6	53,1	56,0	57,8	51,0	49,2	43,7	43,1	47,7	45,9	42,2	42,5	43,8	44,7	39,3	29,8	25,7		
45		40	43,0	36,1	38,0	41,4	45,9	44,6	44,5	41,0	37,6	36,7	40,8	47,0	51,4	53,3	54,2	47,8	47,7	48,7	48,6	43,3	34,2		

FL= Se marca con una X los tramos que se encontraban en flujo libre.



Tramo 7																	
ESQUEMA										Descripción							
										Nombre:		Av. 8 de Diciembre					
										Inicia:		Calle El Tribuno					
										Termina:		Redondel					
N° conductores	V/L	Longitud (m)															FL
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	204,8	
1	Velocidad (km/h)	29	31,2	38,5	39,1	36,2	36,2	34,7	37,2	37,0	36,8	31,1	26,7	13,0	10,0	20,5	
2		19	25,6	30,2	34,1	36,3	38,6	38,9	40,4	40,0	42,1	39,9	36,6	33,5	20,4	9,8	
3		29	30,0	34,8	37,6	41,0	42,0	42,1	40,1	41,5	41,8	40,1	39,8	38,2	31,4	25,3	
4		30	30,6	34,0	36,8	37,2	38,0	39,9	41,5	36,8	15,6	16,5	24,0	27,8	29,8	28,4	
5		19	22,9	27,5	32,0	31,0	33,5	33,2	33,7	34,8	30,4	24,1	20,9	19,0	19,1	21,5	
6		37	39,5	44,3	43,3	46,0	40,0	43,6	40,5	45,4	44,3	43,8	40,9	39,1	36,1	31,5	
7		35	37,1	41,4	42,7	45,6	47,3	49,6	50,2	49,2	50,4	51,2	47,2	45,5	39,0	31,5	X
8		20	22,6	22,4	23,2	23,6	26,8	28,2	30,2	29,1	27,0	27,5	29,3	27,1	26,4	25,6	
9		27	27,5	33,5	31,5	31,3	34,3	34,9	35,4	37,6	35,5	35,1	33,1	31,9	30,1	27,1	
10		27	24,1	26,8	26,1	30,5	36,1	37,0	39,0	39,6	40,0	40,2	33,2	32,6	29,7	26,7	
11		12	21,5	27,4	33,9	32,0	35,2	37,5	36,1	36,0	34,0	32,9	31,1	30,7	29,1	10,8	X
12		31	33,6	35,9	38,6	41,2	39,9	40,2	38,9	40,8	38,9	37,0	38,3	37,7	35,5	33,7	
13		20	26,7	32,6	36,4	35,0	36,4	37,9	36,5	34,7	33,0	32,8	32,1	28,3	25,0	21,7	X
14		34	35,2	40,9	41,9	41,3	42,9	45,6	43,3	42,8	42,5	42,1	39,3	36,0	31,7	29,1	
15		23	30,1	34,0	34,7	35,6	40,0	42,1	43,7	43,6	43,4	42,5	40,1	36,8	31,9	26,7	X
16		30	31,5	38,5	41,6	42,5	43,1	43,1	42,8	40,4	41,5	38,3	33,8	33,1	27,2	17,5	
17		26	30,0	33,9	34,9	36,0	38,0	38,6	39,1	39,2	39,0	35,4	25,4	23,7	25,0	26,1	
18		38	38,6	41,5	42,6	43,6	44,7	45,1	44,1	46,5	44,8	44,2	40,7	37,0	33,2	27,4	X
19		9	19,2	26,9	33,2	37,9	38,2	38,9	39,5	39,7	39,8	38,9	37,3	34,7	30,0	26,4	X
20		12	19,5	23,3	27,6	31,4	34,0	35,1	36,8	38,7	37,2	38,0	38,4	35,3	30,9	29,1	
21		6	8,4	14,3	24,3	27,3	30,8	34,5	35,8	38,0	38,0	37,3	36,9	35,8	35,1	31,1	
22		19	21,8	25,6	27,4	31,5	31,9	33,8	31,2	33,2	31,5	32,5	30,5	28,7	26,6	25,1	X
23		0	17,4	19,6	29,3	25,1	27,2	30,5	47,6	35,6	38,7	41,8	38,4	36,0	33,0	28,3	
24		19	26,0	36,0	38,5	40,3	45,5	42,7	41,6	40,6	40,2	40,2	37,3	33,3	28,8	26,7	
25		32	36,0	38,8	39,7	42,0	42,2	42,6	43,8	43,7	43,0	39,7	34,7	28,7	19,6	8,6	
26		29	30,4	32,2	33,0	33,1	30,8	30,8	31,3	28,9	27,0	12,8	15,1	17,1	19,4	17,6	
27		30	31,4	39,1	42,4	43,0	45,7	46,3	46,9	47,1	46,8	44,7	43,8	40,3	36,4	31,1	X
28		32	34,0	32,8	34,5	34,4	35,8	37,6	37,5	35,6	35,6	36,0	36,5	35,5	34,5	29,9	X
29		37	36,4	37,9	38,9	38,7	36,1	33,6	30,8	25,6	21,0	24,2	20,7	15,6	7,3	7,6	
30		26	29,6	31,4	34,5	35,2	37,7	38,0	38,8	37,8	35,7	37,2	33,5	33,2	30,8	25,3	X
31		30	30,8	30,7	33,1	33,3	33,0	35,1	35,5	36,2	35,3	35,1	29,7	30,2	28,1	28,7	
32		24	32,1	34,5	40,3	39,4	41,9	42,5	45,6	49,7	49,5	48,5	49,0	46,2	42,9	38,1	
33		24	27,9	28,0	30,6	32,4	34,3	33,4	33,7	31,8	31,5	30,0	28,2	25,3	22,5	16,7	
34		23	24,3	27,9	28,5	33,3	34,9	37,8	41,2	40,8	41,1	40,2	40,0	35,4	36,5	32,2	
35		27	30,0	28,0	30,5	31,0	34,1	33,5	34,0	31,5	31,0	31,0	28,3	28,7	25,1	20,1	
36		30	31,2	35,7	38,4	41,7	42,5	43,5	42,8	45,3	43,2	42,4	40,9	35,3	30,0	30,1	X
37		27	30,1	32,6	35,0	38,4	41,3	42,4	43,3	43,9	41,6	40,0	36,9	33,3	28,8	24,5	X
38		28	27,8	31,3	34,9	35,7	38,1	40,6	40,2	40,2	40,6	37,2	38,5	36,1	32,4	31,2	X
39		33	34,4	40,5	39,8	42,1	43,0	46,1	46,3	44,1	42,9	43,1	38,4	35,7	32,5	27,0	X
40		14	23,8	33,0	37,7	38,3	39,3	45,3	46,7	46,5	46,4	46,8	43,2	41,4	38,0	35,5	X
41		21	25,2	26,2	26,5	28,2	27,2	28,6	30,9	27,3	28,5	28,8	29,1	27,6	24,3	21,9	
42		30	31,3	35,7	38,2	42,1	43,1	45,2	48,5	50,2	49,6	51,2	46,4	42,9	39,5	36,0	X
43		26	30,4	37,1	39,6	42,8	46,2	46,7	46,8	44,3	43,1	40,9	37,8	36,1	34,9	33,7	X
44		28	33,2	39,8	44,2	46,0	43,6	45,8	49,8	51,3	51,1	48,1	43,5	40,2	32,0	28,2	X
45		26	28,9	35,5	40,4	39,5	42,5	44,9	45,6	42,6	41,3	42,0	40,7	38,7	37,2	37,5	X

FL= Se marca con una X los tramos que se encontraban en flujo libre.



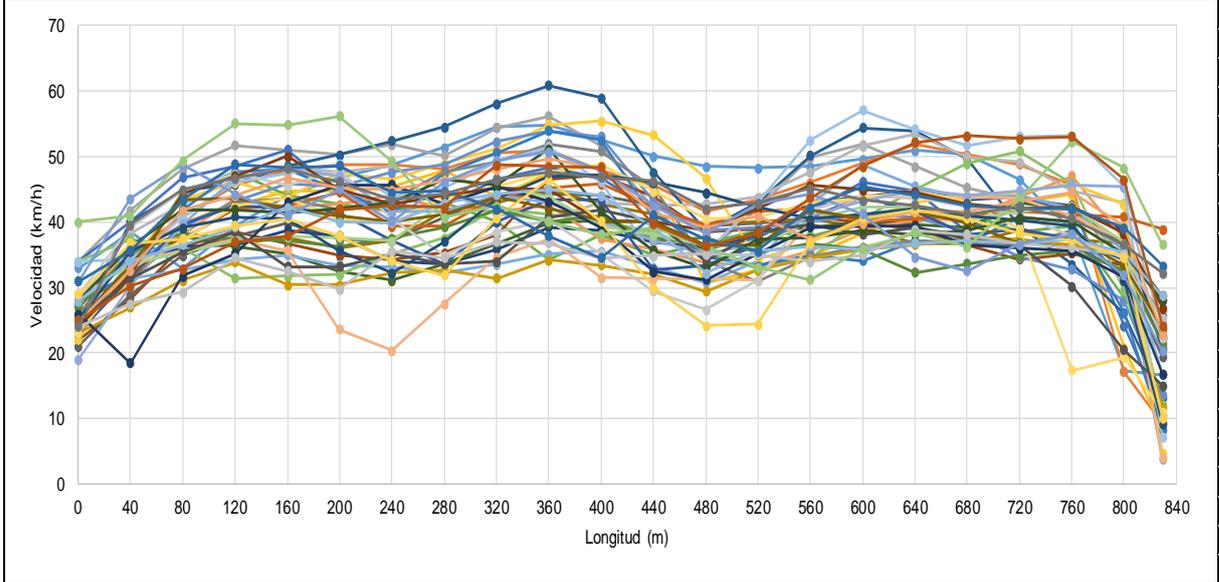
Tramo 8																								
ESQUEMA		Descripción																						
		Nombre:		Av. 8 de Diciembre																				
		Inicia:		Av. Pablo Palacios																				
		Termina:		Redondel																				
N° conductores	V/L	Longitud (m)																			FL			
		0	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640	680	720		760	800	829,5
1		33	38,4	32,8	39,5	44,1	46,8	48,7	51,4	54,5	54,8	52,5	50,1	48,5	48,2	48,5	49,6	50,9	50,3	46,5	38,7	17,2	16,7	
2		26	35,3	40,7	45,7	47,9	48,9	48,1	50,6	51,1	47,9	45,6	41,7	43,4	46,1	49,0	51,9	50,3	48,9	45,6	17,1	9,3		
3		34	41,8	48,0	51,7	50,9	50,2	51,9	50,2	54,4	56,2	51,7	42,1	35,1	42,1	49,8	51,9	48,5	45,3	43,4	42,5	34,5	3,8	
4		26	30,4	40,0	42,5	44,8	44,7	45,3	47,9	43,8	47,4	47,0	45,8	30,7	32,7	34,8	38,3	41,2	40,5	42,9	44,2	20,8	8,4	
5		34	40,2	46,8	48,7	51,0	44,6	42,0	42,6	46,6	48,3	46,8	41,5	35,9	37,7	41,6	46,1	44,8	38,6	43,3	42,6	24,1	10,5	
6		23	32,9	44,6	47,6	44,1	42,7	41,7	43,0	40,1	34,3	38,0	34,9	36,8	38,6	37,9	39,8	40,1	41,4	38,4	39,4	28,4	20,7	
7		25	40,1	44,8	45,8	48,6	50,2	52,4	54,5	58,1	60,8	59,0	47,6	38,7	43,0	50,1	54,5	53,8	49,7	39,3	33,6	26,0	13,2	
8		22	28,2	36,3	38,4	36,7	34,8	34,2	35,4	38,1	46,6	47,1	43,8	38,6	39,0	40,9	39,8	39,1	36,6	34,4	35,2	33,5	22,1	X
9		21	28,9	34,8	37,9	39,8	37,3	37,1	40,8	44,1	44,2	44,1	42,5	39,5	39,9	40,6	41,0	39,2	37,9	37,0	36,5	32,2	19,3	X
10		28	31,3	37,8	36,7	37,7	36,0	37,3	41,6	42,9	44,9	42,8	41,2	39,6	40,0	40,6	39,2	36,8	36,7	38,7	37,4	36,6	22,5	
11		23	33,0	36,4	36,6	38,8	37,9	34,1	33,5	35,9	39,2	38,6	37,0	36,1	38,0	43,0	43,8	44,7	43,5	43,8	42,4	38,7	20,5	
12		25	33,6	37,9	36,4	35,1	32,4	31,1	33,5	36,7	39,8	40,3	37,9	36,0	38,4	39,2	40,0	39,6	39,2	43,0	41,9	36,6	28,8	X
13		25	31,4	32,7	34,2	35,0	33,4	33,2	32,2	33,5	35,1	35,5	33,1	30,8	34,0	42,6	48,8	45,4	43,6	44,1	42,0	35,5	16,8	X
14		27	35,9	38,2	43,6	42,2	42,6	44,0	42,1	41,7	42,5	37,5	35,9	33,7	33,3	35,7	39,1	40,2	40,5	43,8	47,1	37,4	27,9	
15		28	38,3	42,7	46,6	48,2	47,6	48,5	44,8	41,2	40,5	43,1	42,5	42,8	43,8	47,6	51,6	53,4	49,9	49,1	44,8	42,9	24,0	
16		22	34,0	43,3	46,1	43,9	47,4	46,5	48,9	51,3	54,9	55,4	53,3	46,7	34,3	36,9	40,3	43,0	44,1	44,4	45,9	42,7	4,7	
17		24	32,6	39,2	43,3	46,0	45,4	47,6	48,8	52,3	54,0	53,0	43,1	38,7	39,2	40,0	41,2	40,7	38,5	34,7	32,8	28,0	13,5	
18		34	37,4	36,0	31,4	31,8	32,0	35,0	37,6	42,1	41,2	40,0	38,5	35,3	33,0	34,4	40,4	44,9	49,0	50,8	45,9	29,5	12,0	
19		28	32,0	41,8	47,7	48,2	44,7	41,4	47,4	50,7	53,9	52,5	40,6	34,8	33,3	35,0	34,1	37,2	36,8	40,8	40,0	26,2	8,2	
20		23	32,3	37,4	42,2	42,6	44,6	39,3	39,5	43,9	45,2	45,9	42,4	39,6	41,6	42,0	40,1	40,5	41,2	41,7	41,3	40,8	38,9	
21		26	34,9	39,5	43,0	43,7	41,9	43,5	47,8	49,3	51,9	50,9	45,3	34,1	31,0	34,7	36,2	37,2	36,6	36,6	38,7	34,1	25,8	
22		23	26,9	31,1	33,8	30,4	30,4	32,2	32,6	31,5	34,2	33,4	32,1	29,4	32,7	34,5	35,8	36,6	37,5	37,4	36,5	34,7	11,6	X
23		23	31,6	39,6	42,4	42,0	41,4	37,3	33,7	40,0	43,4	43,3	32,7	33,3	36,4	40,8	43,9	41,7	38,1	38,9	37,5	34,3	22,2	
24		27	35,5	38,2	37,4	37,2	36,3	37,5	39,2	41,8	40,0	41,0	37,2	37,7	35,5	36,7	35,8	32,4	33,6	34,9	35,7	32,6	21,5	
25		34	34,3	40,7	46,2	47,4	48,9	43,9	45,1	49,3	51,6	46,2	34,9	35,3	43,1	52,5	57,1	54,1	51,7	53,1	53,2	45,4	7,1	
26		28	34,0	35,5	37,4	35,7	23,6	20,4	27,6	34,6	37,4	31,5	31,3	31,4	31,0	40,1	44,1	43,7	43,8	43,7	40,9	37,1	4,0	
27		29	39,2	44,7	47,4	45,6	47,9	40,4	34,8	38,4	40,2	35,2	29,4	26,7	31,0	41,9	44,1	43,8	42,4	41,1	37,8	34,4	22,4	
28		23	32,9	37,2	42,5	43,5	40,4	39,9	43,6	45,4	47,7	48,7	44,7	40,5	40,8	42,9	43,8	44,7	43,2	39,0	17,3	19,3	11,0	
29		19	30,1	39,7	46,7	48,3	47,0	41,6	41,6	44,0	43,0	40,1	37,1	35,2	36,8	40,9	43,1	45,1	44,1	44,9	45,7	45,3	24,6	
30		28	33,7	35,4	37,2	37,8	37,6	37,1	42,9	45,4	43,9	39,4	38,0	36,6	36,2	40,4	42,3	42,2	40,3	41,7	42,4	36,9	10,1	
31		25	35,6	39,2	40,8	40,5	35,7	32,2	37,0	43,6	47,1	47,3	46,1	44,5	42,2	40,5	41,2	42,0	41,1	40,4	39,5	31,0	9,3	
32		24	31,9	44,4	47,1	50,1	45,1	42,7	44,1	45,2	45,1	40,1	40,0	38,8	42,1	45,6	44,9	44,6	42,8	42,1	42,2	38,2	26,8	
33		25	31,4	35,4	38,6	33,2	33,2	35,2	33,7	33,9	40,8	41,9	40,1	34,0	38,6	39,7	38,1	39,2	37,3	36,5	30,1	20,5	15,1	
34		25	33,5	43,4	43,7	42,1	40,9	40,1	41,1	43,8	42,0	40,4	40,0	36,5	36,6	41,9	40,6	41,7	40,0	36,7	37,9	33,5	23,7	
35		26	18,4	31,7	35,2	43,0	45,7	45,7	42,7	45,4	43,1	39,1	32,4	31,2	35,1	39,2	39,4	39,4	36,5	35,9	35,6	31,6	16,7	
36		28	36,2	41,9	41,9	41,3	42,0	43,0	46,5	45,7	51,2	41,6	35,6	32,9	37,4	37,6	38,8	38,1	38,7	40,7	40,2	35,3	28,0	
37		28	34,0	36,6	39,2	42,3	40,0	39,9	43,0	44,3	45,0	44,0	39,2	32,2	35,6	36,3	35,9	36,7	37,3	36,6	37,4	35,3	28,8	
38		25	32,7	41,8	44,1	46,7	45,2	44,9	46,3	48,1	49,6	48,0	41,5	39,1	40,9	37,4	39,8	41,6	41,7	43,3	44,6	39,4	22,8	
39		24	27,5	29,3	34,5	32,5	29,7	35,6	34,5	37,1	36,8	34,5	34,8	35,1	35,0	33,9	34,9	38,8	38,1	36,7	36,1	35,0	25,2	
40		29	36,7	37,4	39,4	40,6	37,9	34,1	31,8	40,6	46,5	40,2	30,0	24,1	24,3	36,8	40,6	41,9	40,6	38,4	37,2	34,6	10,1	
41		31	43,6	48,7	44,3	41,0	45,1	40,1	46,0	49,4	50,8	47,9	42,5	38,3	42,8	44,3	41,2	34,6	32,5	36,6	38,1	31,8	20,2	
42		40	40,9	49,4	55,1	54,9	56,2	49,3	40,7	42,5	40,1	38,1	39,3	36,3	33,1	31,2	36,0	38,4	36,3	43,5	52,3	48,3	36,6	
43		31	35,6	43,4	48,9	48,4	48,6	44,5	44,7	42,0	37,9	34,5	41,0	37,3	35,6	42,2	45,5	44,1	42,5	42,1	42,0	39,1	33,3	
44		25	30,2	32,9	37,0	37,9	41,9	42,6	42,3	48,7	48,5	48,3	39,6	36,4	38,3	43,7	48,5	52,2	53,1	52,7	53,1	46,5	24,2	
45		24	39,6	44,9	46,7	48,2	46,1	43,4	44,3	46,5	47,6	46,8	46,2	42,0	43,0	45,2	43,4	42,6	41,2	42,3	40,6	36,5	32,2	

FL= Se marca con una X los tramos que se encontraban en flujo libre.

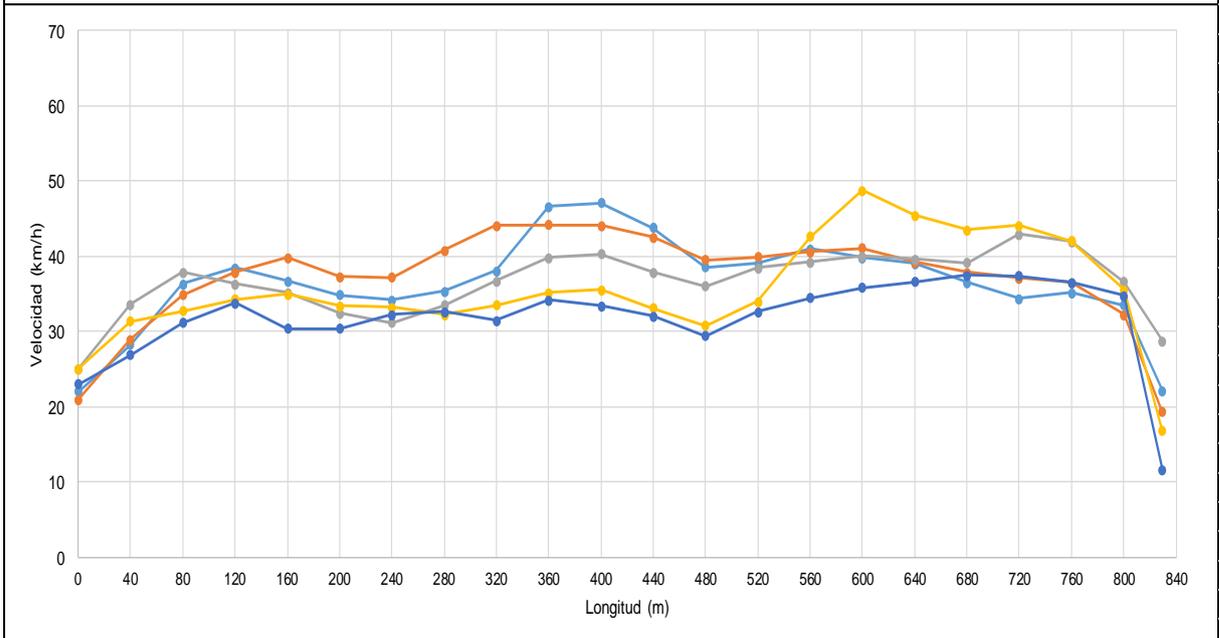
Tramo 8	
ESQUEMA 	Descripción Nombre: Av. 8 de Diciembre
	Inicia: Av. Pablo Palacios
	Termina: Redondel

Perfiles de velocidad

Perfiles de velocidad de los 45 conductores



Perfiles de velocidad en flujo libre



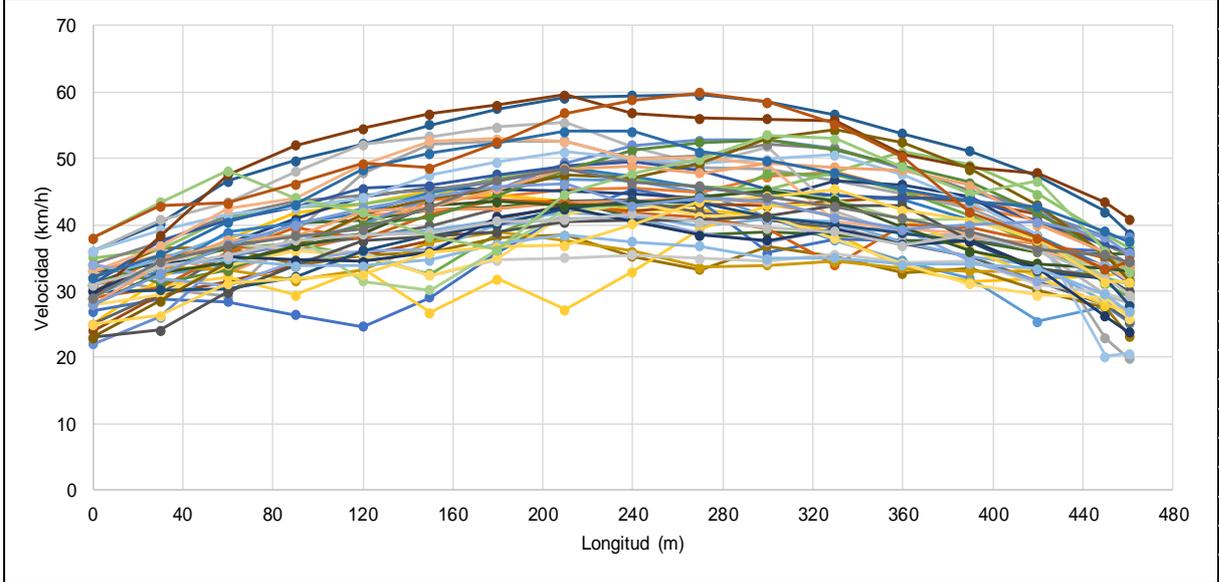
Tramo 9																			
ESQUEMA										Descripción									
										Nombre:					Av. 8 de Diciembre				
										Inicia:					Av. Isidro Ayora				
										Termina:					Redondel				
N° conductores	V/L	Longitud (m)																FL	
		0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450		460,8
1		31	32,4	33,6	37,5	40,0	44,0	47,2	46,8	46,6	45,0	41,1	37,6	34,6	31,9	25,4	27,8	25,2	
2		30	35,2	36,7	36,2	38,5	43,9	44,3	45,4	45,6	44,9	47,2	48,1	45,2	42,8	40,7	35,7	33,9	
3		32	30,4	29,2	38,9	47,8	52,1	52,6	52,7	50,0	48,7	48,5	46,7	44,7	42,4	38,2	22,9	19,8	
4		25	31,8	37,8	41,7	43,2	45,2	44,5	43,5	42,3	42,2	41,3	38,7	33,5	31,4	32,0	32,3	33,0	X
5		27	28,9	28,4	26,5	24,7	29,1	35,8	41,5	45,2	43,5	35,8	37,9	37,5	37,6	36,5	36,1	34,0	
6		31	33,5	36,6	37,1	35,1	32,6	38,8	42,7	42,8	43,0	47,7	47,6	45,2	41,4	37,0	31,1	29,0	
7		36	40,1	46,6	49,7	52,2	55,1	57,5	59,1	59,4	59,5	58,5	56,6	53,8	51,1	47,3	41,9	38,7	
8		24	29,4	31,5	33,8	35,5	37,6	41,0	42,8	42,1	43,1	42,9	43,6	44,3	43,5	41,5	36,8	32,5	
9		25	29,8	35,6	36,9	38,1	39,9	42,5	43,6	43,8	41,8	40,7	39,5	37,3	35,2	31,5	27,9	25,5	
10		32	36,5	36,4	34,0	35,3	35,8	38,1	38,5	35,2	33,2	36,8	35,1	32,8	33,5	30,1	27,5	23,2	
11		33	34,1	37,3	40,8	44,2	45,5	45,3	45,0	44,7	43,9	43,8	46,7	46,0	44,3	38,4	31,6	31,1	X
12		31	35,0	36,4	40,2	40,6	42,2	42,6	43,8	41,1	38,5	38,9	38,5	37,7	37,6	35,9	35,7	35,6	X
13		32	34,8	38,5	38,3	38,6	39,1	40,7	41,7	41,5	39,9	40,9	40,5	37,4	35,1	33,9	28,4	27,2	
14		33	35,5	32,8	36,6	41,3	42,3	42,5	43,4	43,6	44,3	43,2	41,3	38,8	38,0	37,2	33,3	33,7	
15		36	40,8	43,4	48,0	52,0	53,4	54,8	55,3	51,7	49,2	51,8	42,1	38,5	38,6	36,3	29,5	28,2	
16		29	30,7	32,1	29,4	33,4	26,7	31,8	27,2	32,9	39,3	42,9	43,2	40,9	36,2	32,1	27,9	26,7	
17		22	26,1	35,3	37,1	39,9	44,2	45,3	49,4	52,0	52,8	52,9	51,5	48,5	45,1	41,7	38,2	38,1	
18		35	36,4	41,2	42,8	43,1	44,7	47,2	48,9	46,8	45,7	45,3	47,9	51,0	49,0	44,7	38,4	36,6	
19		30	33,0	38,9	40,3	41,8	44,8	46,6	48,7	47,3	45,6	44,7	44,5	43,8	40,6	38,3	33,6	31,3	
20		29	30,6	36,0	39,5	37,7	41,5	43,8	43,4	41,7	41,1	39,4	33,9	40,1	39,6	37,4	35,0	33,6	
21		34	37,3	41,3	43,6	44,5	45,4	46,7	48,8	50,0	50,3	52,1	51,5	48,7	45,1	42,4	37,0	35,3	X
22	Velocidad (km/h)	31	33,6	33,1	31,6	33,3	37,3	38,8	37,6	36,0	33,6	33,9	34,4	33,5	33,1	32,9	32,4	29,5	X
23		31	37,5	40,8	42,7	45,5	45,9	47,5	48,9	49,4	48,2	45,2	44,4	44,0	44,1	40,6	36,9	36,1	
24		34	31,2	33,2	36,9	40,0	41,2	44,5	48,3	51,2	52,4	52,9	51,2	48,8	46,3	41,9	35,3	31,8	X
25		36	39,2	41,5	42,6	44,1	47,5	49,4	51,0	49,8	49,2	49,9	50,6	47,6	43,3	38,4	20,1	20,6	
26		33	36,8	42,4	44,0	49,1	52,7	52,9	52,5	49,9	50,1	49,1	40,6	39,4	38,7	36,1	33,9	31,6	
27		29	33,9	37,3	36,3	35,9	32,4	34,7	35,0	35,5	35,0	34,5	35,6	34,3	34,5	31,0	29,8	28,5	
28		28	29,6	33,9	36,0	35,5	32,4	35,0	41,5	43,4	41,3	41,4	37,9	34,1	31,1	29,5	29,1	25,8	
29		34	32,0	30,7	34,6	36,1	36,3	39,9	40,8	41,1	38,7	37,4	39,4	39,4	34,6	31,5	34,0	32,7	
30		30	34,0	37,4	38,4	31,5	30,2	36,2	42,2	43,1	44,3	45,4	43,8	40,6	41,0	37,9	32,1	31,0	
31		30	30,2	30,3	32,1	36,1	38,5	40,0	42,4	43,6	43,4	41,2	40,1	38,7	37,4	33,0	31,8	27,9	
32		29	38,3	47,6	52,0	54,6	56,7	58,0	59,6	56,8	56,0	56,0	55,7	50,5	48,6	47,8	43,4	40,9	X
33		23	24,1	29,9	33,8	37,5	38,4	38,9	40,4	40,7	40,7	41,2	42,8	42,9	37,7	33,5	32,1	29,9	
34		23	28,6	34,2	36,8	41,6	43,9	45,3	47,5	47,1	49,3	53,1	54,3	52,4	48,4	42,9	35,4	31,6	
35		30	34,1	35,3	34,6	34,4	35,9	41,2	42,6	40,4	38,5	37,6	39,3	37,0	37,6	33,4	26,2	23,8	
36		28	32,7	34,2	36,8	38,6	43,0	43,5	42,8	43,1	44,3	45,1	43,6	39,6	36,0	34,2	33,4	32,9	
37		29	33,9	34,8	33,8	33,8	34,7	37,2	38,4	37,5	36,7	34,9	35,1	34,1	34,2	33,4	29,5	26,9	
38		28	34,1	37,6	38,4	42,0	42,6	45,4	48,5	48,8	47,8	49,3	48,7	48,3	46,0	40,0	35,9	33,8	
39		31	33,7	35,4	37,6	38,6	38,8	40,5	40,8	41,6	40,5	39,5	39,0	36,9	38,4	36,1	32,1	29,4	
40		25	26,3	31,2	31,9	32,5	35,8	36,6	36,9	40,1	43,5	44,3	45,4	42,2	40,8	37,7	31,3	31,4	
41		28	32,6	37,0	40,0	42,5	44,2	45,8	46,2	42,9	44,1	43,7	41,1	39,3	39,9	40,5	38,1	35,7	
42		38	43,4	48,2	44,0	41,8	38,2	36,3	44,6	47,7	49,9	53,6	53,0	48,7	44,7	46,6	36,0	32,9	
43		32	35,4	40,4	43,1	48,3	50,8	52,3	54,1	54,1	51,0	49,7	47,8	45,4	43,6	42,8	38,9	37,4	
44		38	42,8	43,2	46,2	49,2	48,6	52,4	56,9	58,8	59,9	58,5	55,2	50,3	41,9	38,0	33,3	34,6	
45		29	34,5	36,8	38,3	39,3	42,6	46,7	48,3	46,4	45,8	44,2	42,8	41,0	38,8	36,2	35,5	34,4	

FL= Se marca con una X los tramos que se encontraban en flujo libre.

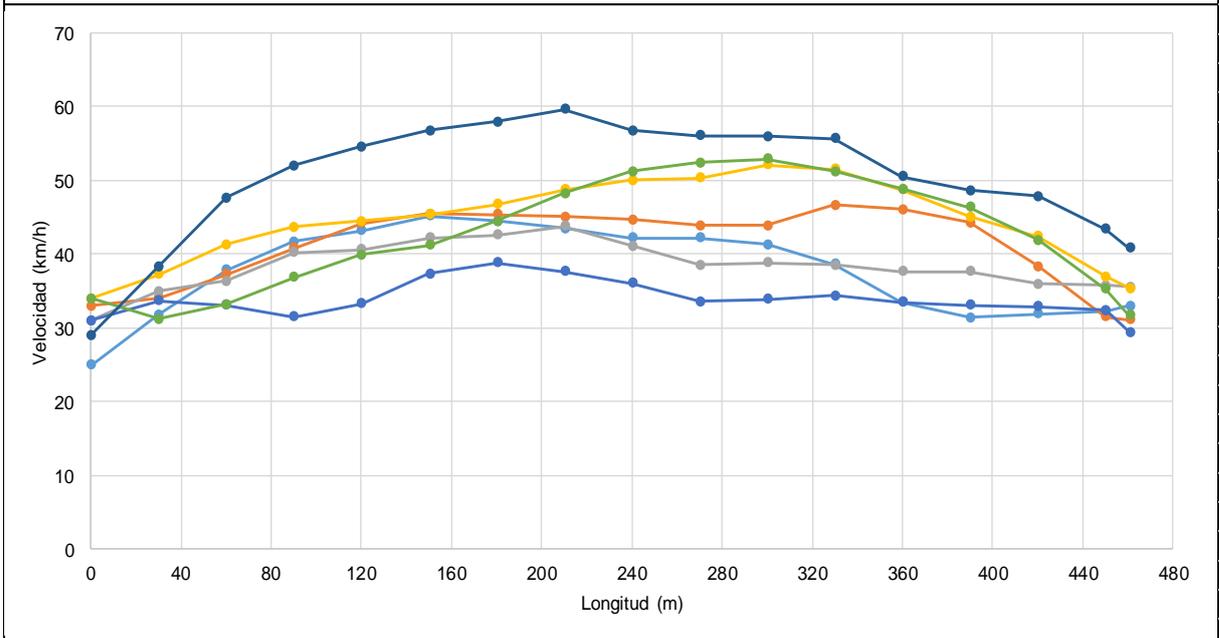
Tramo 9	
ESQUEMA	Descripción
	Nombre: Av. 8 de Diciembre
	Inicia: Av. Isidro Ayora
	Termina: Redondel

Perfiles de velocidad

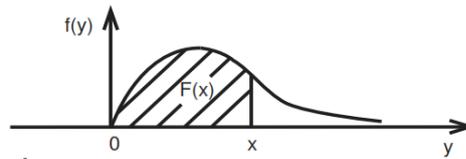
Perfiles de velocidad de los 45 conductores



Perfiles de velocidad en flujo libre



Anexo C. Tabla estandarizada del Chi-crítico



		p									
v	v / 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
	2	3,22	3,79	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60	12,00	13,85	15,27
	3	4,64	5,32	6,25	7,82	9,35	11,34	12,84	14,32	16,27	17,73
	4	5,99	6,75	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86	16,42	18,47	20,00
	5	7,29	8,12	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75	18,39	20,52	22,11
	6	8,56	9,45	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55	20,25	22,46	24,10
	7	9,80	10,75	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28	22,04	24,32	26,02
	8	11,03	12,03	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95	23,77	26,12	27,87
	9	12,24	13,29	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59	25,46	27,88	29,67
	10	13,44	14,53	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19	27,11	29,59	31,42
	11	14,63	15,77	17,28	19,68	21,92	24,72	26,76	28,73	31,26	33,14
	12	15,81	16,99	18,55	21,03	23,34	26,22	28,30	30,32	32,91	34,82
	13	16,98	18,20	19,81	22,36	24,74	27,69	29,82	31,88	34,53	36,48
	14	18,15	19,41	21,06	23,68	26,12	29,14	31,32	33,43	36,12	38,11
	15	19,31	20,60	22,31	25,00	27,49	30,58	32,80	34,95	37,70	39,72
	16	20,47	21,79	23,54	26,30	28,85	32,00	34,27	36,46	39,25	41,31
	17	21,61	22,98	24,77	27,59	30,19	33,41	35,72	37,95	40,79	42,88
	18	22,76	24,16	25,99	28,87	31,53	34,81	37,16	39,42	42,31	44,43
	19	23,90	25,33	27,20	30,14	32,85	36,19	38,58	40,88	43,82	45,97
	20	25,04	26,50	28,41	31,41	34,17	37,57	40,00	42,34	45,31	47,50

Donde

v= Grados de libertad

p= Nivel de confianza

Fuente: Galbiati (2012)

Elaboración: El autor