

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA VIALIDAD DEL SECTOR LOS PALOS GRANDES, DEL MUNICIPIO CHACAO

Presentado ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por los Brs.:
Amorer López, Veruska Gabriela
Vilachá Riché, Lisette Cristina
Para optar al Título de
Ingeniero Civil

CARACAS, 2007.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA VIALIDAD DEL SECTOR LOS PALOS GRANDES, DEL MUNICIPIO CHACAO

TUTORA ACADÉMICA: Prof. Celia Herrera
TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Jesús Uzcátegui

Presentado ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por los Brs.:
Amorer López, Veruska Gabriela
Vilachá Riché, Lisette Cristina
Para optar al Título de
Ingeniero Civil

CARACAS, 2007.

ACTA

El día lunes 12/11/2007 se reunió el jurado formado por los profesores:

Celia Herrera
Juan Luis Cortés Rom
Freddy Inigo

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: "ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA VIALIDAD DEL SECTOR LOS PALOS GRANDES, DEL MUNICIPIO CHACAO".

Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al Título de **INGENIERO CIVIL**.

Una vez oída la defensa oral que los bachilleres hicieron de su Trabajo Especial de Grado, este jurado decidió las siguientes calificaciones:

NOMBRES	CLASIFICACIÓN	
	Números	Letras
Br. Veruska Gabriela Amorer López	20	VEINTI
Br. Lisette Cristina Vilachá Riché	20	VEINTI

Recomendaciones

FIRMAS DEL JURADO



Caracas, 12 de Noviembre de 2007.

Veruska Amorer

Al Señor que esta allá arriba por regalarme la oportunidad de vivir.

A mi abuelita Maria Elena y mi tío Jhonny, estando a mi lado me llenaron de amor y felicidad, me enseñaron que el amor lo puede todo, nos llena de fortaleza, y que el momento perfecto para decir un “te quiero” es siempre.

A mi mamá, mi apoyo, por enseñarme a nunca darme por vencida, por recordarme que la humildad es la mejor arma y que el cariño es su mejor aliado. Sin ti hoy no sería quien soy. Y a mi papá, por enseñarme que en la vida las cosas se hacen bien o no se hacen, y que nadie puede detenerme en la realización de mis metas. Los amo.

A mis hermanas, Kenia por acompañarme, por ser mi confidente, mi ejemplo a seguir. A Katy, por compartir mis alegrías, tristezas y malos humores, gracias por siempre estar. Las quiero con todo mí ser.

A mis sobrinos, Valentina y Carlos, por llenar mi vida de risas y de amor.

A mi abuelito Arnoldo, gracias por todo el amor y la dedicación que me has brindado todos estos años.

Mis tíos Amorer, Luis Enrique, Jorge, Pedro, Mirella, Elsa, gracias por ser mis guardianes. Para mi ustedes son ejemplo de unión y fortaleza.

Tía Santa, contigo aprendí lo importante que es soñar, que todo es posible siempre que luchemos con el corazón para conseguirlo. Te quiero.

A mis gochos favoritos, Tía Darcy, Ema y J. J, el amor que por ustedes siento es inmenso. La perseverancia y ganas de vivir, sus enseñanzas para mi.

Mis papás Miriam y Carlos, me abrieron las puertas de su casa y de su corazón y nunca voy a poder retribuirles todo el cariño que me han dado.

Rey, el hermano que no tuve, gracias por los días, las tardes, las noches y las madrugadas que nos acompañaste, no lo hubiésemos logrado sin ti.

A ti Liss, sabes que te adoro. Juntas vivimos mil historias, compartimos risas, llantos, alegrías, desilusiones, rabietas. Eres más que mí mejor amiga, eres mi complemento, sin ti a mi lado no me imagino.

Y a ti bebé, por darle vida a mi vida y enseñarme que no todo se puede calcular y medir, que hay cosas que se escapan de mis manos, como el amor que por ti siento.

Lisette Vilachá

Una vez concluida esta etapa de mi vida, miro atrás y recuerdo con emoción, gusto y nostalgia todos los momentos vividos a lo largo de mi carrera, pero más que los momentos recuerdo a las personas, aquellas que hicieron diferente mi vida y que con cada palabra, cada gesto y cada apoyo dejaron una huella en mi, pero por sobre todo fueron las protagonistas de mi historia.

A ti mamá te dedico no solo este trabajo especial de grado, te dedico mi título y mi carrera completa, te dedico mi vida, vale completa para ti porque tú con tu fuerza, tu apoyo y tu alegría hiciste de mí la persona que hoy soy; te dedico a ti cada uno de mis logros para pintarte miles de sonrisas, te amo con todo mi corazón.

A ti papá, porque siempre fuiste mi guía, mi ejemplo a seguir; aquí estoy papá, "Tu Ingeniera", aún recuerdo cuando comencé la carrera y curse el primer semestre, ibas por todos lados diciendo "mi hija aprobó el primer semestre!!!", aquí estoy papá lo aprobé todo y es completamente para ti. Dejo aquí plasmado cuanto te amo, pero ese sentimiento lo llevo siempre en mi corazón, gracias por todo lo que me has enseñado y gracias a ti también por hacer de mí lo que hoy soy.

A ti Rey, por haber cambiado mi vida, la hiciste lo que hoy es, porque gracias a tu apoyo, fuerza, ejemplo, positivismo y aliento logré alcanzar esta primera meta, nunca me dejaste caer, mi hermano querido, seguiremos compartiendo nuevas aventuras a veces lejos y quien sabe, otras cerca. Te amo!

A ti Carlitos por los momentos que compartimos juntos, no sabes cuanto has influenciado mi vida, gracias.

A ti mi madrina preciosa por siempre confiar en mí y por enseñarme que todo es posible. A ti Elenita porque siempre fuiste mi apoyo, mi amiga en las mejores aventuras, te adoro por quien eres, una mujer excepcional; y a ti Gabo por tu apoyo y positivismo. A los tres los adoro con todo mi corazón.

A lo más lindo que me trajo la carrera, a mi mamá y mi papá Amorer por todo su apoyo, sus buenos consejos y por siempre estar ahí, enseñándonos que con perseverancia, esfuerzo y ganas podremos alcanzar todo lo que nos proponemos, los quiero!!!

A mi otra mitad de la nucia, mi amiga del alma, porque estos años han sido inolvidables a tu lado, hoy puedo decirte varias cosas y entre ellas: Veinte! Veinte! Veinte! Lo logramooooo! Te quierooooo con todo mi corazón y sé que esta es la primera de tantas metas que celebraremos y disfrutaremos juntas, quien sabe que nos depara el destino en el 2009 ;).

Y a ti mi pequeñito porque con tu amor hiciste de mi carrera un álbum de momentos inolvidables que siempre llevaré en mi corazón, me enseñaste que nunca debemos dejar de soñar y que para alcanzar esos sueños hay que ponerle corazón, te amo.

Agradecimientos

A nuestros amigos de carrera, que se convirtieron en mucho más que compañeros de clase, Álvaro, Suki, Acemita, Deisy, Marcos, Iván, Adrián, Mary Ann, Karina, Mariaca, Alejandro, Vanner, El Giaco, Jesús y Marielita. Gracias de corazón.

A nuestros tutores, Celia y Jesús, por todo su apoyo durante la realización de este trabajo especial de grado.

Al Ing. Juan Luís Loreto y a Luís Betancourt, por toda su buena disposición y ayuda, no lo hubiésemos logrado sin ustedes.

Al Prof. Steve Merlo, por enseñarnos lo que es tener calidad, tanto humana como profesional. Fue un regalo haber compartido con usted.

A los profes Maritza Rivas, Gabriela Tedesco y Cesar Peñuela por siempre estar pendiente y por toda su buena vibra.

A la Prof. Marta Serpa, siempre siempre siempre con y por nosotras, un apoyo incondicional y al Prof. Abilio Carrillo, más que un profe un “pana”, gracias.

A nuestros amigos de Eléctrica, Will y El Oscuro, los queremos.

A nuestros compañeros de trabajo, en especial Gonzalo, Adriana, Hahidy, Arelia, Gipsy, Carlitos y Aldren por siempre darnos todo su apoyo y optimismo.

A Alvaro y Acemita, por habernos acompañado en los días más difíciles de la realización de nuestra Tesis, MADRUGAR NUNCA FUE UN OBSTÁCULO, los queremos demás!!

Amorer L, Veruska G.

Vilachá R, Lisette C.

**ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE
REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA VIALIDAD DEL SECTOR
LOS PALOS GRANDES, DEL MUNICIPIO CHACAO**

Tutora Académica: Prof. Celia Herrera. Tutor Industrial: Ing. Jesús Uzcátegui.

Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería.

Escuela de Ingeniería Civil. 2007. Nº de páginas 130.

Palabras Claves: Seguridad vial. Reductores de velocidad.

RESUMEN

En la ciudad de Caracas, como en otras zonas del país, se registra una alta accidentalidad asociada al exceso de velocidad en vías localizadas en zonas urbanas, con uso predominantemente residencial. Tal es el caso del sector Los Palos Grandes del Municipio Chacao, en el Edo. Miranda.

Para atender la situación, las autoridades locales en materia de transporte, tránsito y vialidad del área, atendiendo además a la solicitud de la comunidad, implementaron sobre la red vial local afectada, una serie de dispositivos conocidos como “reductores de velocidad”, previa evaluación de las condiciones del tránsito y de la siniestralidad, en la mayoría de los casos.

En ese marco, surge la presente investigación que intenta evaluar la efectividad de dichos dispositivos, en términos de los posibles cambios experimentados en el sector en cuanto a: rangos de velocidad que se evidencian en la circulación del tránsito automotor y cifras reportadas sobre accidentalidad; todo ello posteriormente a la colocación de estos elementos moderadores del tránsito.

Acorde con los alcances, se efectuaron mediciones de velocidades puntuales en las inmediaciones de los dispositivos, al tiempo de compilar estadísticas de accidentes viales registradas en los últimos tiempos, de manera de, con base en la información recabada y mediante análisis comparativo de las circunstancias previas y posteriores a la implantación de los reductores, lograr establecer la pertinencia e idoneidad de los mismos, así como generar las recomendaciones ajustadas a los requerimientos identificados, según el caso.

ÍNDICE GENERAL

Índice de imágenes y figuras.....	X
Índice de tablas.....	XII
Introducción.....	1
Capítulo 1: El Problema	
1.1 Contextualización y delimitación del problema.....	4
1.2 Interrogantes de la investigación.....	5
1.3 Objetivos de la investigación	
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
1.4 Justificación.....	7
Capítulo 2: Marco Teórico	
2.1 Antecedentes.....	11
2.2 Ámbito Internacional	
2.2.1 Seguridad Vial.....	12
2.2.2 Elementos moderadores del tránsito	
2.2.2.1 Señales de tránsito.....	15
2.2.3 Reductores de velocidad.....	21
2.3 Ámbito Nacional	
2.3.1 Seguridad Vial.....	33
2.3.2 Elementos moderadores del tránsito	
2.3.2.1 Señales de tránsito.....	35
2.3.3 Reductores de velocidad.....	38
2.4 Ámbito Local.....	47
Capítulo 3: Marco Metodológico	
3.1 Método.....	53
3.2 Metodología	

3.2.1 Documentación.....	56
3.2.2 Reconocimiento visual de los reductores.....	56
3.2.3 Determinación de las características geométricas.....	57
3.2.4 Determinación de las características operacionales y funcionales.....	58
3.2.5 Procesamiento y análisis de datos.....	59
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	61
Capítulo 4: Caracterización del área de estudio	
4.1 Municipio Chacao.....	64
4.2 Contexto de la investigación.....	66
4.3 Alcaldía de Chacao.....	68
4.4 Instituto Autónomo de Tránsito, Transporte y Circulación (I.A.T.T.C.).....	70
Capítulo 5: Resultados	
5.1 Dimensiones de los reductores.....	73
5.2 Pendientes de las vías donde están ubicados los Reductores.....	75
5.3 Velocidades desarrolladas	
5.3.1 Medición de velocidades a 20 y 50 m.....	76
5.3.2 Velocidades promedios.....	88
5.4 Conteos vehiculares	
5.4.1 Medición de vehículos en la zona de estudio.....	89
5.5 Accidentalidad	
5.5.1 Accidentalidad según registros suministrados por el I.A.T.T.C.....	90
5.5.2 Fecha de construcción de los reductores de velocidad con data previa.....	91
Capítulo 6: Análisis de resultados	

6.1 Velocidades.....	93
6.2 Conteos vehiculares.....	99
6.3 Accidentalidad.....	101
Capítulo 7: Conclusiones y recomendaciones	
7.1 Velocidades	
7.1.1 Reductores con información previa.....	104
7.1.2 Reductores sin información previa.....	105
7.1.3 Visibilidad.....	106
7.2 Conteos vehiculares.....	107
7.3 Accidentalidad.....	108
7.4 Estudios de factibilidad elaborados por el I.A.T.T.C.....	111
Referencias bibliográficas	
Referencias bibliográficas.....	114
Anexos	
Anexo 1: Vista Satelital de los reductores estudiados.....	118
Anexo 2: Informe fotográfico.....	128

ÍNDICE DE IMÁGENES, FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS

IMÁGENES

Imagen 1	Odómetro.....	61
Imagen 2	Cinta métrica.....	61
Imagen 3	Nivel de mano.....	62
Imagen 4	Radar Talon.....	62
Imagen 5	Cronómetro.....	62
Imagen 6	Vista satelital del Municipio Chacao.....	64
Imagen 7	Ubicación en planta de los reductores de velocidad.....	67
Imagen 8	Organigrama de la Alcaldía de Chacao.....	69

FIGURAS

Figura 1	Triángulo representativo del Sistema Vial y sus elementos.....	13
Figura 2	Ubicación de las señales verticales.....	17
Figura 3	Visibilidad de las señales verticales.....	18
Figura 4	Líneas centrales en calles urbanas.....	19
Figura 5	Demarcaciones propuestas para los resaltos.....	21
Figura 6	Resalto redondeado con cortes a ambos lados para intersecciones de prioridad.....	23

Figura 7	Características de los resaltos.....	29
Figura 8	Resalto virtual.....	30
Figura 9	Resalto portátil.....	31
Figura 10	Vista transversal de vía con sonorizadores.....	32
Figura 11	Speed bump y Speed hump.....	41
Figura 12	Sección de un lomo o resalto.....	42
Figura 13	Reductor de velocidad de 2,5 m de ancho.....	51
Figura 14	Reductor de velocidad tipo lomo (acotado).....	74

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1	Banda sonora colocada en la Urbanización Los Palos Grandes.....	33
--------------	--	-----------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Características de los elementos del Sistema Vial.....	14
Tabla 2	Ubicación de los reductores de velocidad.....	66
Tabla 3	Medición de las dimensiones de los reductores.....	73
Tabla 4	Pendientes de las vías donde están ubicados los reductores.....	75
Tabla 5	Mediciones de velocidad por reductor.....	77
Tabla 6	Registro de velocidades promedio.....	88
Tabla 7	Registro de conteos realizados.....	90
Tabla 8	Registro de accidentes en la zona de estudio (I.A.T.T.C.).....	91
Tabla 9	Fecha de construcción de los reductores con data previa (D.O.P.S.).....	91
Tabla 10	Comparación de velocidades desarrolladas antes y después de la colocación (reductores con información previa).....	94
Tabla 11	Comparación de velocidades desarrolladas antes y después de la colocación (reductores sin información previa).....	95
Tabla 12	Verificación del trabajo en serie de los reductores contiguos.....	96

Tabla 13	Condición de visibilidad de los reductores.....	98
Tabla 14	Comparación del total de vehículos antes y después de la colocación.....	99
Tabla 15	Comparación de vehículos livianos antes y después de la colocación.....	100
Tabla 16	Comparación de accidentes antes y después de la colocación, incluyendo tipología del accidente.....	101

La investigación que a continuación se presenta cuenta con siete capítulos, en el primero de ellos se describe la razón por la que se realiza el estudio, la cual gira en torno al peligro que para los peatones representa el exceso de velocidad con la que transitan los vehículos en la Urbanización de Los Palos Grandes y el aumento de accidentes en dicha zona, para darle solución a dicha situación el Instituto Autónomo de Tránsito, Transporte y Circulación (I.A.T.T.C.) realiza estudios donde se estudia la factibilidad de la colocación de algunos reductores de velocidad en las vías de dicha Urbanización.

Luego de que se confirmara la necesidad de la construcción de dichos elementos en la vialidad y la construcción de los mismos, no se realizó ningún estudio que permitiera determinar si los reductores están provocando la disminución de las velocidades que en la vialidad se desarrollan, este punto será evaluado mediante una serie de estudios, contando para ello con la colaboración del Departamento de Ingeniería Vial de la Escuela de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela y de la Dirección de Ingeniería del I.A.T.T.C. de la Alcaldía de Chacao.

Para dichas comparaciones se evalúan los dieciocho reductores de velocidad que integran la muestra; como se detalla en el capítulo 3 *Marco Metodológico*, algunos de ellos contaban con información previa a su colocación, como es el caso de rangos de velocidad desarrollados, accidentes suscitados y volumen de vehículos que por las vías circulaban antes de la implantación de los modificadores, dicha información sirve de base para comparar teóricamente con

los valores obtenidos en los estudios realizados. Para el análisis de aquellos reductores sin información previa se procede a comparar con rangos de velocidad considerados por el Manual de Vialidad Urbana del Ministerio de Desarrollo Urbano (MINDUR).

Los resultados obtenidos de dichos estudios permitirán la realización de distintas comparaciones, los cuales se observan tanto en el capítulo 5 *Resultados* como en el 6 *Análisis de Resultados*. Con base en los resultados antes mencionados se obtienen una serie de conclusiones, plasmadas en el capítulo 7 *Conclusiones y Recomendaciones*, las cuales permiten verificar el cumplimiento de los objetivos previstos en el capítulo 1 *El Problema*, ya que se define si la solución aplicada en las zonas de estudio fue la apropiada, y de no serlo se presentan en el mismo capítulo algunas recomendaciones para mejorar el funcionamiento de los reductores colocados.

CAPÍTULO I
EL PROBLEMA

1.1 CONTEXTUALIZACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Las principales vías arteriales de la ciudad capital se encuentran actualmente congestionadas debido al aumento desmedido del tránsito automotor, por lo que los conductores se ven obligados a utilizar vías alternas para poder llegar a su destino. Dichas vías no están diseñadas para tránsito a altas velocidades por estar ubicadas en zonas de usos homogéneos, generalmente residenciales y escolares, presentándose un alto riesgo de accidentes por exceso de velocidad; muchos de estos accidentes son ocasionados por el conflicto entre el paso de los vehículos y los peatones en las vías, debido a que no se tiene control de las velocidades, así como a la falta de conciencia de los usuarios con respecto a las normas de seguridad vial.

Ante la solicitud de las comunidades emplazadas en las zonas afectadas directamente por la situación, a razón del riesgo potencial que viven a diario por la presencia de conductores imprudentes que manejan a velocidades excesivas, en las inmediaciones de sus residencias e instituciones educativas, las autoridades locales decidieron colocar reductores de velocidad en conjunto con medidas complementarias, con la intención de disminuir los índices de accidentes y brindarle la tranquilidad a la comunidad.

Para su colocación fue necesario realizar estudios de Ingeniería de tránsito, que involucraron la realización de conteos vehiculares, mediciones de velocidades de operación con el uso de radar y observaciones del comportamiento de los conductores, los cuales arrojaron los datos necesarios para determinar la

factibilidad y funcionalidad de los moderadores, y de esta forma determinar qué dispositivo colocar y su ubicación correcta dentro de la vialidad.

1.2 INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN

Con base en lo antes expuesto, se generan preguntas como ¿se han producido reducciones en las velocidades de operación?, ¿de qué orden de magnitud han sido los cambios, si es que han ocurrido?, ¿son realmente efectivos los dispositivos colocados?, ¿la tipología y dimensiones son las apropiadas?, ¿es adecuado el sitio donde fueron colocados?, ¿han disminuido los índices de accidentalidad de las zonas evaluadas?; interrogantes que se responderán al realizar diversos estudios luego de su implantación.

Así, la interpretación se orienta a determinar si la solución aplicada en las zonas de estudio es apropiada, a partir de la evaluación de los rangos de velocidad y la frecuencia de accidentes de tránsito suscitados antes y después de la colocación de los reductores, con lo cual se realizará el análisis comparativo correspondiente.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo General:

Evaluar la efectividad de la implementación de reductores de velocidad en la vialidad del sector **Los Palos Grandes**, del Municipio Chacao, Edo. Miranda.

1.3.2 Objetivos Específicos:

1.3.2.1 Establecer los rangos de velocidad y la frecuencia de accidentes de tránsito, en la vialidad del sector Los Palos Grandes del Municipio Chacao del estado Miranda, antes de la colocación de los reductores de velocidad.

1.3.2.2 Determinar los rangos de velocidad y frecuencia de accidentes de tránsito después de la colocación de los reductores de velocidad.

1.3.2.3 Efectuar un análisis comparativo de los rangos de velocidad y frecuencia de los accidentes de tránsito, para los escenarios antes y después de la implementación de los reductores.

1.3.2.4 Formular propuestas de mejoras geométricas o funcionales, a nivel conceptual, si fuere el caso, con el fin de elevar la funcionalidad de los elementos moderadores del tráfico.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La colocación de reductores tiene como fin único la disminución de los rangos de velocidad en zonas donde la vialidad no está diseñada para desarrollar altas velocidades de operación, como es el caso de zonas urbanas con presencia permanente de peatones, zonas escolares, zonas residenciales y aquellas donde estén presentes instalaciones hospitalarias.

La presente investigación busca analizar la efectividad de un grupo de reductores de velocidad colocados en la Urbanización de Los Palos Grandes, seleccionados a efectos de la investigación conjuntamente con el personal calificado perteneciente a la Dirección de Ingeniería del Instituto Autónomo de Tránsito, Transporte y Circulación, de la Alcaldía de Chacao. Dichos dispositivos fueron colocados en la zona tanto por solicitud de los residentes de la misma, (los cuales argumentan la existencia de peligro para los peatones y excesos de velocidad) como por la iniciativa de la Alcaldía, a partir de la frecuencia de accidentes registrados.

Para la colocación de los reductores, previamente se realizaron algunos estudios de Ingeniería de tránsito. Sin embargo, luego de su implementación no se ha evaluado la efectividad de los mismos; es por ello que mediante esta investigación se desarrollarán todos los objetivos planteados con el fin de verificar su funcionalidad. Lo anteriormente señalado justifica la razón del presente estudio de investigación.

Con la intención de determinar si la meta prevista con la colocación de los

moderadores en dicha zona se logró, se compararán los rangos de velocidad y frecuencia de accidentes, y de esta forma se verificará si fue solucionada la problemática existente.

De igual manera, se considerará evaluar variaciones geométricas y funcionales en el diseño de los dos tipos de reductores utilizados, con 2,5 y 3,5 metros de longitud de desarrollo respectivamente, y en caso de ser necesario, elevar su efectividad.

Es importante destacar que de ser fructífera la colocación de los modificadores de velocidad en la zona a estudiar, se podrá sugerir la colocación para otras zonas de la capital con características muy parecidas al sector los Palos Grandes, utilizando el mismo método de estudio en cuanto al tipo de dispositivo a ser colocado.

Durante la realización del estudio de Ingeniería de tránsito será necesario el apoyo del personal encargado en la Alcaldía de Chacao, ya que se requerirá toda la información existente con respecto a rangos de velocidad y frecuencia de accidentes en la zona, lo que dependerá de la autorización y disposición del personal antes mencionado. De igual forma, para medir los índices de velocidad actuales en la zona a estudiar serán necesarios los equipos pertinentes, los cuales serán proporcionados por la mencionada Alcaldía, al igual que el personal calificado para su manejo, conjuntamente con el Departamento de Ingeniería Vial de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V.

Otra limitación que podría presentarse sería la disponibilidad del Tutor

Industrial para realizar las reuniones necesarias y pautadas dentro del cronograma de actividades, ya que de estas reuniones dependerá el avance de la investigación que se realiza, porque del mismo emanarán las autorizaciones necesarias para poder desarrollar las actividades planteadas. Esta limitación podría originar retrasos en el desarrollo de las actividades, lo que afectaría al cronograma y por ende la elaboración del informe final, mas existe el compromiso por parte del mismo formalizado ante las instancias de la Escuela de la Facultad de Ingeniería Civil.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

En 1949, la Organización de Naciones Unidas (ONU) convocó en Ginebra, Suiza, a una asamblea de países miembros, con el fin de discutir una propuesta para la unificación de señales de tránsito, que le permitiera a los conductores identificarlas fácilmente al viajar de un país a otro. Dicha solicitud no fue aceptada debido a la gran diferencia existente entre los sistemas europeo y norteamericano, y la dificultad de unificarlos sin que fuese un cambio drástico. Años después, en 1955, el Consejo Económico y Social de la ONU aprueba un sistema mundial de señales, basado en un informe entregado a la Comisión de Transporte y Comunicación de la misma organización en el año 1952.

En el año 1968 se realiza en Viena, Austria, una convención sobre circulación vial; en dicha convención se modifica y adopta el proyecto del Sistema Mundial de Señales, conservando la simbología del sistema europeo y aceptando el método americano de escritura de leyendas.

En el XI Congreso Panamericano de Carreteras (COPACA), celebrado en 1971, en la ciudad de Quito, Ecuador, se aprueba el proyecto para adoptar el Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras, puesto en consideración de los países miembros en la sede de la Secretaría General de la Organización de Estados Americanos (OEA) en 1979.

Dentro de este marco, es importante considerar que en Venezuela es dicho manual es el único documento oficial de referencia que puntualiza las normas que deben tomarse en cuenta para la colocación de dispositivos para el control de

tránsito, sin embargo, esta publicación carece de lineamientos para el diseño, construcción y puesta en operación de reductores de velocidad. Es por ello que, a la hora de construir este tipo de elementos los entes encargados al respecto basan sus estudios y métodos de construcción en manuales elaborados en otros países, como es el caso del Manual de Señalización de Bogotá, el Manual de Señalización de Tránsito de Chile y el de Argentina, entre otros.

2.2 ÁMBITO INTERNACIONAL

2.2.1 Seguridad Vial

Según la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET) de Chile, la seguridad vial es el proceso de preservación de la vida, la salud y los bienes de las personas, a través de la armonización de la convivencia en las actividades de transporte; para preservar esta seguridad es necesario regular y guiar la circulación vehicular y peatonal, y lograr que la misma sea segura, fluida, ordenada y cómoda, utilizando las señales y elementos de tránsito que permitan alcanzar dichos lineamientos.

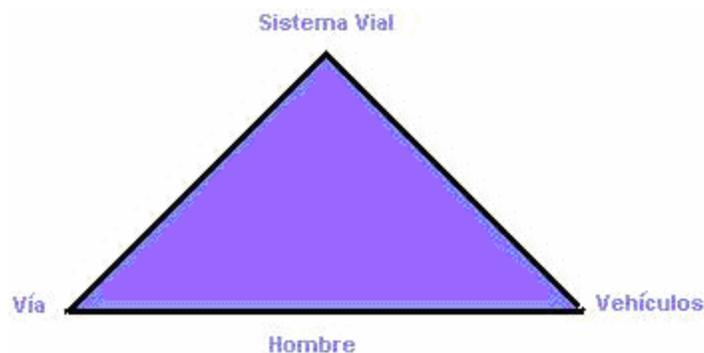
A su vez, dividen la seguridad vial en dos tipos, la pasiva, implementada cuando se produce un accidente, y es la encargada de proteger a los ocupantes del vehículo en estas circunstancias, el cinturón de seguridad y los airbag; y la activa, que es la encargada de evitar, dentro de lo posible, situaciones de riesgo que pueden provocar accidentes, como es el caso del Sistema de antibloqueo de

frenos (ABS), que son equipamientos de estabilidad que se incorporan al vehículo.

También, para Movilidad y Desarrollo México (MDM), organización civil del país, la seguridad vial “es una condición de movilidad de superficie basada en normas, sistemas, comportamientos y campañas con la que se disminuyen las posibilidades y la gravedad de choques y sus consecuencias, protegiendo a las personas y bienes. Funciona mediante la documentación y análisis de siniestros, y la consecuente aplicación de programas de mejoras a las condiciones viales”.

En este mismo orden de ideas, la Policía de la Provincia de Río Negro de la Patagonia Argentina, dentro de sus servicios, presenta un informe donde considera al Sistema Vial como el triángulo que a continuación se muestra:

Figura 1: Triángulo representativo del Sistema Vial y sus elementos



Fuente: Seguridad Vial. Policía de la Provincia de Río Negro. República Argentina, 2006.

En este sistema el hombre se presenta en sus tres roles, pasajero, peatón y conductor, lo que lo convierte en la base del triángulo y por lo que se le considera el equilibrio de la seguridad vial. En función de lo antes expuesto es importante

destacar que el 80% de los accidentes de tránsito, son debido al factor humano, es por ello que se hace hincapié en la importancia del humano como la base de la Seguridad Vial.

Este mismo comunicado muestra las características que conforman a cada uno de los elementos del Sistema Vial en la Tabla 1 (ver tabla), los cuales deben estar en equilibrio, y apoyados entre sí; en el momento que no están equilibrados es cuando se producen los accidentes, y dependiendo de las circunstancias, las consecuencias de los mismos varían.

Tabla 1: Características de los elementos del Sistema Vial.

Vía	Hombre	Factor Mecánico
<ul style="list-style-type: none">• Correcta planificación de la vía.• Buen estado.• Adecuada señalización vial.• Adecuada iluminación.• Vigilancia técnica.• Mantenimiento permanente.	<ul style="list-style-type: none">• Salud física.• Salud Mental.• Comportamiento social.• Conocimiento de las leyes.• Régimen laboral adecuado, así como capacitación en su función.	<ul style="list-style-type: none">• Buen estado (condiciones seguras de circulación).• Control de calidad.• Controles periódicos.• Elementos de seguridad.

Fuente: Seguridad Vial. Policía de la Provincia de Río Negro. República Argentina, 2006.

2.2.2 Elementos moderadores del tránsito

2.2.2.1 Señales de Tránsito

Según el Fondo de Prevención Vial de Bogotá, las señales de tránsito son dispositivos instalados a nivel de la vía o adyacente a ella, destinados a reglamentar el tránsito y a advertir o informar a los conductores mediante palabras o símbolos determinados.

Entre los distintos dispositivos para la regulación de tránsito que considera el Fondo de Prevención, se encuentran los semáforos, las señales verticales, horizontales, señalización de vías con reglamentación especial, como es el caso de las ciclovías, delineadores de piso y reductores de velocidad.

En general, todas las señales que se instalen deberán ser legibles, en el caso de las verticales, y observables, para las horizontales, para todos los usuarios de la vía; esto origina una pronta y adecuada reacción del conductor aún cuando se acerque a la señal a alta velocidad. Ello implica que los dispositivos utilizados cuenten con buena visibilidad, tamaño de letras adecuado y utilización de símbolos y formas acordes a los especificados en los manuales.

También, el capítulo 24 del Manual de Tránsito Argentino (P. 113), considera la señalización como “el lenguaje de comunicación utilizado por la autoridad de aplicación con el objeto de regular, advertir o encauzar el tránsito”. Cuando describe los tipos de señalización existentes, concuerda con la información suministrada por el manual de Bogotá, ya que las clasifica como señales verticales, demarcación horizontal, semáforos y señales dinámicas. De

igual forma, se describen a continuación algunos tipos de señales

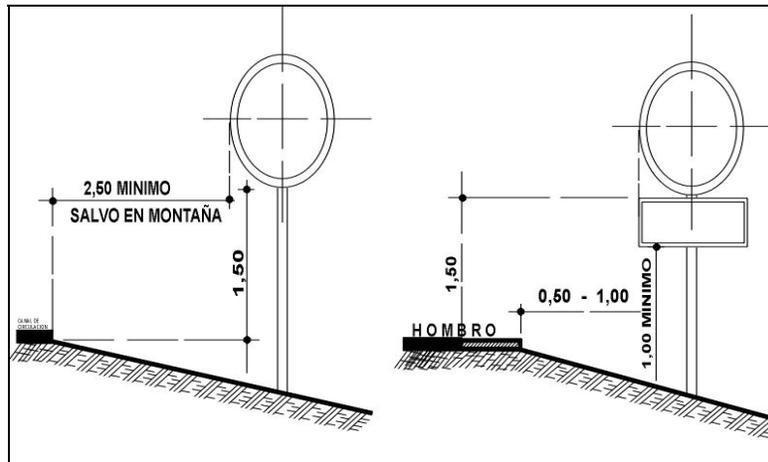
- Señales Verticales

En el capítulo 2 del Manual Interamericano para el Control de Tránsito MTC (P. 21) se definen las señales verticales como “dispositivos instalados a nivel del camino o sobre él, destinados a reglamentar, advertir o informar al tránsito, mediante palabras o símbolos determinados”. Para el caso de zonas urbanas, el manual precitado define que el espacio libre entre la calzada y la señal será de por lo menos 2 metros, y en caso de que haya otra señal en el mismo soporte, la señal inferior tendrá una altura de 0,30 metros menor que la especificada anteriormente. (Ver Fig. 2).

En el capítulo 2 del Manual de Tránsito de Bogotá se define que las señales de tránsito se clasifican según su función en:

1. Señales preventivas: tienen como objeto advertir al usuario de la vía de la existencia de una condición peligrosa
2. Señales reglamentarias: indican a los usuarios de las vías las limitaciones, prohibiciones y restricciones para su uso.
3. Señales Informativas: guían al usuario de la vía, suministrándole la información necesaria sobre la identificación de localidades, direcciones, sitios de interés turístico, geográficos, intersecciones, cruces, etc.

Figura 2: Ubicación de las Señales Verticales.



Fuente: Manual Interamericano para el Control de Tránsito, Capítulo 2, “Señales Verticales”. (P. 27)

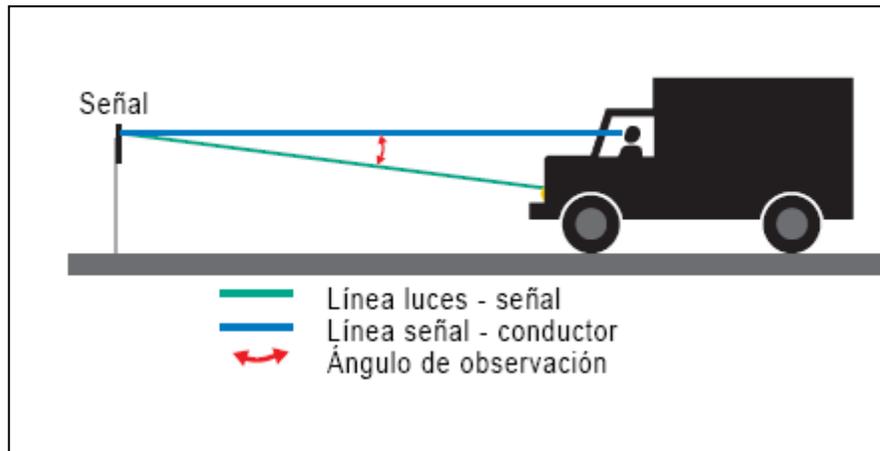
El manual de tránsito de Chile en su capítulo 2 (P. 10) define como función de las señales verticales “reglamentar o advertir de peligros o informar acerca de rutas, direcciones, destinos y lugares de interés. Son esenciales en lugares donde existen regulaciones especiales, permanentes o temporales, y en lugares donde los peligros no son de por sí evidentes”.

Con respecto a dicha función, el manual argentino, en el capítulo 27 (P. 123) define la interpretación de las señales verticales con base en tres parámetros: forma, color y mensaje; dichos parámetros pueden indicar peligro, información, restricción, obligación u orientación.

Desde el punto de vista de la visibilidad de dichas señales (Ver Fig. 3), el manual antes nombrado contempla que “las señales deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se confeccionan

con materiales apropiados y se someten a procedimientos que aseguran su retrorreflexión. Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche, al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa” (P. 11).

Figura 3: Visibilidad de las señales verticales.



Fuente: Manual de Tránsito de Bogotá, Capítulo 2, “Señales Verticales”. (P. 12)

- Señales Horizontales

Con respecto a las señales horizontales o demarcaciones, el capítulo 3 del Manual Interamericano para el Control de Tránsito MTC (P. 106) indica que son “las rayas, los símbolos y las letras que se pintan sobre el pavimento, brocales y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodamiento con el fin de regular o canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos. (ver Fig. 4)

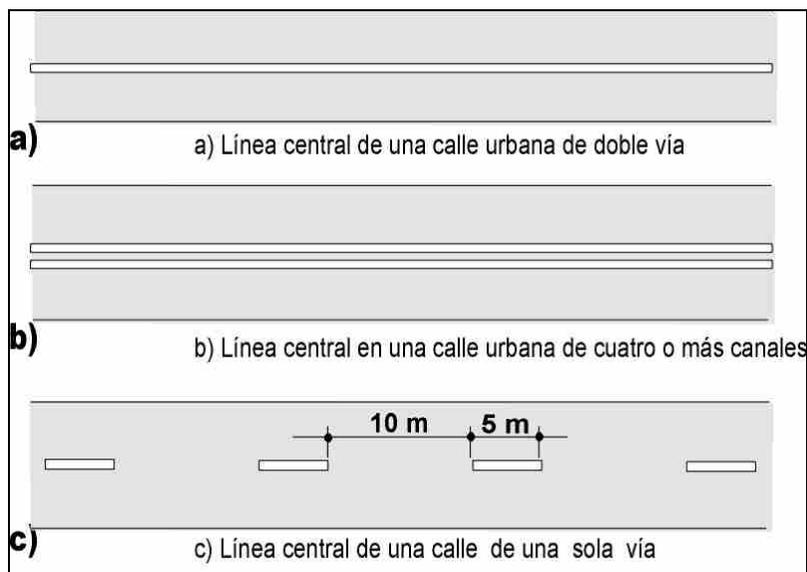
Es necesario que la señalización horizontal tenga uniformidad respecto a

las dimensiones, diseño, símbolos, caracteres, colores, frecuencia de uso, circunstancias en que se emplea y tipo de material usado para que las mismas cumplan su función.

Las señales horizontales se clasifican, según el mismo manual en:

1. Marcas Longitudinales: líneas centrales, de borde de pavimento, de zonas de adelantamiento prohibido, entre otras.
2. Marcas Transversales: demarcación de líneas de “pare”, pasos peatonales, área de autobuses, demarcaciones de ceda el paso, de líneas antibloqueo, símbolos y letreros.

Figura 4: Líneas centrales en calles urbanas.



Fuente: Manual Interamericano para el Control de Tránsito, Capítulo 2, “Señales Verticales”. (P. 117)

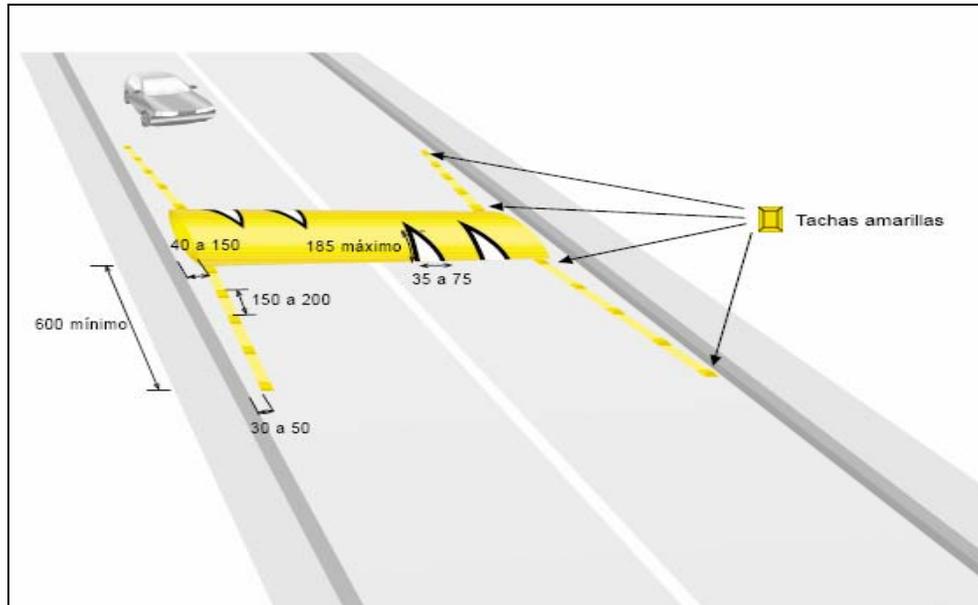
La demarcación horizontal es, según el manual argentino en su capítulo 29 (P. 153), “el conjunto de marcas viales pintadas o pegadas sobre la calzada, destinadas a ordenar o regular la circulación, advertir determinadas circunstancias,

fijar sentidos de circulación, delimitar plazas de estacionamiento, fijar zonas de estacionamiento prohibido, de estacionamiento y parada prohibido”. En este mismo capítulo se definen las dos funciones de dichas demarcaciones “una, la de acompañar necesariamente a la señalización vertical; otra, la de imponer su propio alcance reglamentario, aún cuando no exista la señalización vertical”.

De igual forma, el manual chileno (capítulo 3, P.11) plantea que las señales horizontales se “emplean para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la seguridad y la gestión de tránsito. Pueden utilizarse solas o junto a otros medios de señalización. En algunas situaciones, son el único y/o más eficaz medio para comunicar instrucciones a los conductores”.

Dentro de los distintos tipos de demarcaciones, se encuentran aquellas asociadas a los resaltos o reductores tipo lomo, ya que según el manual antes mencionado, en las cercanías a los reductores de velocidad deben colocarse elementos que destaquen la existencia en la vía del dispositivo, como es el caso de líneas de aproximación en color amarillo, las cuales acompañadas de tachas amarillas (“ojos de gato”), alertan al conductor de la existencia del elemento. Dichas líneas deberán colocarse a 600 cm. como mínimo del reductor y de 30 a 50 cm. del final de la calzada. La distancia entre las tachas amarillas deberá ser entre 150 y 200 cm. Todas estas dimensiones se muestran en la Figura 5.

Figura 5. Demarcaciones propuestas para los resaltos.



Fuente: Manual de Señalización de Tránsito de Chile. (P. 72).

2.2.3 Reductores de velocidad

Dentro de los elementos moderadores del tráfico se encuentran los reductores de velocidad, los cuales, según el Proyecto de Dispositivos de Seguridad, capítulo 6: Dispositivos para el Control de la Velocidad de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte de México (P. 1/26), son “dispositivos que se instalan en la superficie del pavimento en posición transversal al eje del camino, que combinados entre sí con otros elementos de señalamiento horizontal y vertical, constituyen un sistema de control de velocidad”. Dicho sistema contribuye a que “los conductores reduzcan la velocidad con la que circulan en sus vehículos, para disminuir la ocurrencia de accidentes en aquellos sitios no regulados por

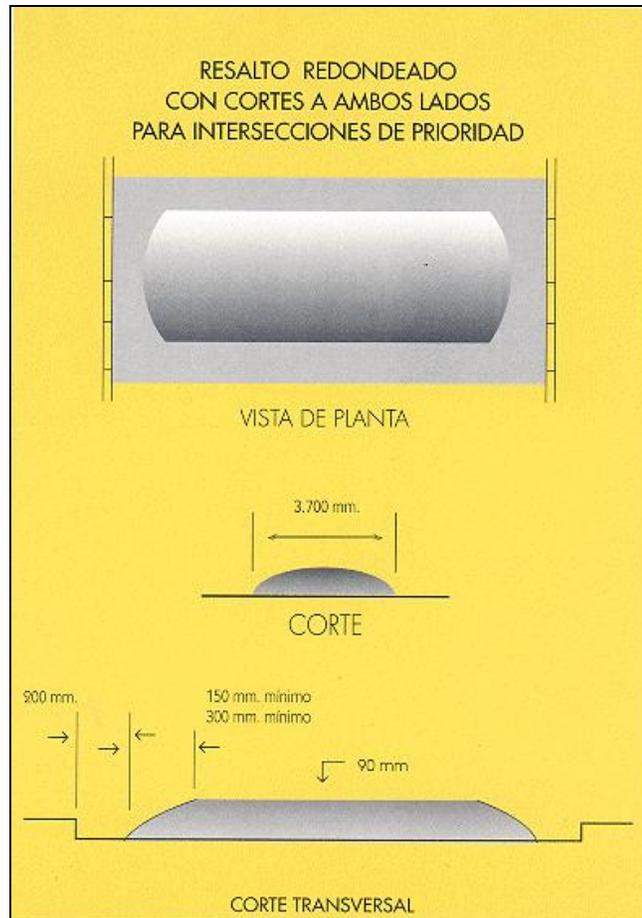
semáforos, en los que las autoridades no pueden ejercer un control adecuado de la velocidad por carecer de recursos y donde habitualmente se excedan los límites de velocidad permitidos”.

Dentro de este mismo ámbito, el Manual de Tránsito de Chile, que pone a disposición CONASET, en su ficha N° 2, se definen los reductores de velocidad como la solución más eficiente ante el problema de velocidad excesiva, siendo estos dispositivos los más utilizados en accesos a intersecciones con altas tasas de accidentes, en cruces de alto flujo peatonal y en todas aquellas vías donde se considere necesaria la disminución de las velocidades que desarrollan los conductores.

Este tipo de dispositivos, según CONASET, funcionan para dar soluciones a las situaciones que a continuación se presentan:

- Cruces regulados por señal de prioridad donde ésta no se respeta y/o se observa exceso de velocidad por la rama secundaria.
- Cruces de vías de acceso o locales no reguladas, donde se requiere reducir la velocidad.
- Cruces y tramos de vía donde es necesario proteger el flujo peatonal.
- Tramos de vía donde se registra exceso de velocidad.
- La calzada no debe tener más de dos sentidos, y la velocidad máxima permitida en ambos no debe superar los 50 km/h.
-

Figura 6: Resalto redondeado con cortes a ambos lados para intersecciones de prioridad.



Fuente: CONASET. Fichas de acción. Ficha N° 2.

Para CONASET, se deben considerar ciertos aspectos para la instalación de los resaltos, dichos aspectos abarcan desde los datos estadísticos con los que se cuente, como es el caso de la incidencia de accidentes, hasta los aspectos técnicos, las velocidades que se desarrollan son realmente superiores a las debidas, el impacto que causará la colocación del dispositivo y la modificación del flujo vehicular.

Con respecto a su ubicación, se considera que pueden colocarse más de dos resaltos en la vía, siempre y cuando entre ellos no haya una separación mayor a 150 metros, ni menor de 20 metros. En caso de que se coloquen varios, es importante que el primero de la serie se ubique a no menos de 20 metros ni a más de 40 metros de la intersección desde donde proviene el tráfico. De igual forma, en aquellas vías donde la pendiente supere el 10%, el reductor no debe estar a menos de 20 metros de la cima. Sí se colocasen una serie de resaltos, la separación no deberá superar los 20 metros.

Es importante destacar que en puentes u otras estructuras que permitan pasos a desnivel, en túneles o a menos de 25 metros de distancia de éstos, no deben colocarse resaltos debido al riesgo de daño estructural que el impacto de los vehículos sobre los reductores puede ocasionar sobre los distintos elementos.

En el caso de la Alcaldía Mayor de Bogotá, en el capítulo 5, “Otros Dispositivos para la Regulación de Tránsito”, se considera que la construcción de estas obras físicas sobre la vía estará condicionada a las siguientes situaciones (P.189):

- 1 En carreteras que atraviesen una población, condición que debe obligar al conductor a disminuir la velocidad, para protección y seguridad.
- 2 En zonas urbanas donde se requiere transitar a bajas velocidades por la presencia permanente de peatones que cruzan la vía.
- 3 En algunas zonas residenciales en donde se requiera disminuir la velocidad de los vehículos por antecedentes de accidentalidad.

- 4 Cruce de peatones en intersecciones, zonas escolares, hospitalarias, comerciales, residenciales o cualquier otra donde sea necesario proteger el flujo peatonal.
- 5 Tramos de pendiente descendente pronunciada, donde el riesgo de ocurrencia de accidentes es elevado.
- 6 Aproximaciones a zonas urbanas, a curvas peligrosas, a casetas de cobro (peajes), a estaciones de cuerpos de emergencia, como bomberos y ambulancias.
- 7 Intersecciones a nivel con otra carretera, vialidad de mayor importancia o con una vía de ferrocarril.

La República de Argentina, con respecto a los reductores de velocidad o resaltos, en el Decreto N° 447/04, correspondiente a la Reglamentación de la Ley N° 8980, Utilización de Dispositivos Reguladores y Controladores del Tránsito, presenta como Anexo 5, la Metodología de Instalación de Resaltos, en la cual se considera que un resalto es una “franja transversal prominente en la calzada, cuya función es regular el tránsito en las vías, a través de la falta de confort o incomodidad que causa en la circulación de vehículos que superan determinados valores de velocidad. Los resaltos o reductores físicos de velocidad también son conocidos como lomadas o lomos de burro.”

La misma metodología considera que si la instalación y operación del reductor es correcta, se generan en la vía mejoras con respecto a la seguridad. De forma contraria, si los elementos son colocados y operados de forma deficiente,

originarán afectaciones a la seguridad de la vía; afectaciones que se querían eliminar con la colocación de los mismos.

A la hora de elegir los resaltos como solución ante una problemática, la reglamentación sostiene que es importante (P. 1) “se consideren otras alternativas de regulación de velocidad que no impliquen la colocación de elementos físicos en la calzada”, ya que la instalación de estos elementos reductores de velocidad puede presentar desventajas, como es el caso del mantenimiento permanente de su geometría y de las señales, tanto verticales como horizontales, asociadas al reductor; la falta de uniformidad con respecto a las velocidades que desarrollan vehículos livianos y pesados al circular por la vía, lo cual genera perturbaciones en la circulación y que en condiciones ambientales desfavorables puede no observarse la presencia del resalto, lo cual originaría ocasionales pérdidas de control de automóviles y alto riesgo de choque por alcances originados en frenadas bruscas.

Con respecto a los requisitos para la instalación de resaltos, según el Decreto N° 447/04 en la reglamentación de la Ley 8.980, se considera que la Municipalidad o Comuna debe elaborar una “Memoria de Ingeniería de Instalación de Resaltos” la cual debe contener una serie de datos que a continuación se presentan:

1. Aprobación de la Dirección Provincial de Vialidad:

El profesional encargado de la vialidad se ve en la tarea de elaborar una “Memoria de Justificación de Instalación de Resaltos” la cual debe definir

aspectos como:

- a) Tipo de vía: ya sea Urbana, marcado desarrollo, gran actividad comercial a lo largo de la misma, o Semi-Urbana, escasa ocupación. Los resaltos deben ser instalados en vías del tipo urbano únicamente.
- b) Velocidad máxima permitida en la misma: la cual debe ser menor o igual a 40 km/h para poder instalar los resaltos.
- c) Uso de la vialidad: la actividad dominante en el entorno de la vía debe ser de índole residencial o comercial.
- d) Volumen de tránsito en hora pico y composición de pesados: esta permitido el uso de resaltos cuando los valores fijos del Tránsito Medio Anual (TMDA) pasante sea de hasta 1.500 vehículos diarios, y con un máximo de 10% de vehículos pesados. Si estos requisitos no se cumplen en la vía no se recomienda la colocación de reductores.

Si la Dirección Provincial de Vialidad, considera en su Memoria Justificativa que la vía cumple con los requisitos, la misma procederá a emitir la aprobación. De esta aprobación dependerá que se de o no la instalación del resalto.

2. Especificaciones de los Resaltos:

Los resaltos deben cumplir con una serie de especificaciones técnicas, desde su geometría hasta su señalización. La construcción de los resaltos debe realizarse con materiales que garanticen la permanencia en el tiempo de la sección transversal a todo lo ancho de la vía.

3. Colocación de demarcación y señalización:

Los resaltos deben estar acompañados de una serie de señales, tanto verticales como horizontales, para que los mismos cumplan con su función a cabalidad. Este punto será tratado posteriormente, dentro del marco “Señales de Tránsito asociadas a los Reductores de Velocidad”.

4. Planimetría:

La memoria de Ingeniería debe estar acompañada de una planimetría donde se muestre la vía, y las zonas donde se instalarán los reductores y señales. También es importante que el plano tenga todos los elementos presentes en la zona, los edificios y sus usos, árboles, obras de arte, iluminación y distintas demarcaciones.

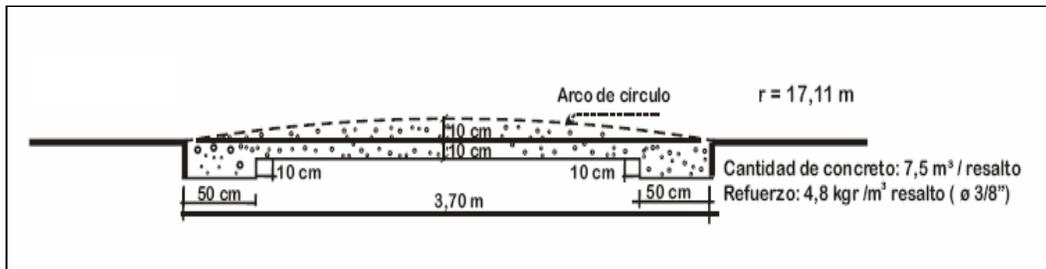
5. Información Adicional:

Consiste en cualquier otra información que necesite la autoridad de aplicación para poder definir la instalación del resalto.

Luego de elaborada la memoria y ser aprobada por la autoridad de aplicación, se procede a la colocación de la señalización, demarcación y por último la instalación del reductor, estas actividades le competen al Municipio, pero de igual forma deben ser validados por la autoridad de aplicación.

Con respecto a las dimensiones de los reductores el Manual de Tránsito de Bogotá propone las representadas en la Figura 7, que a continuación se muestra.

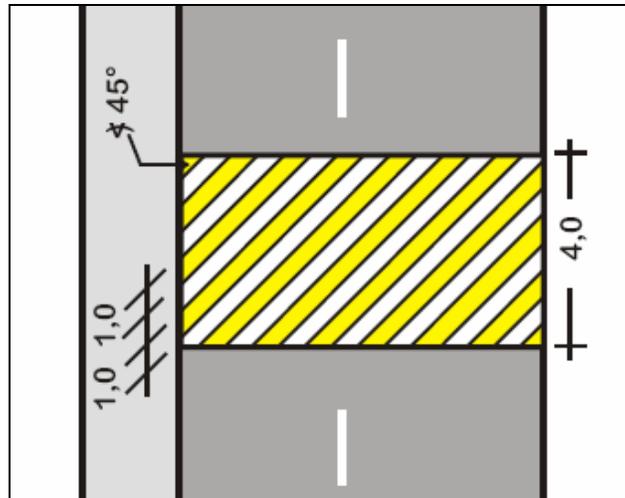
Figura 7: Características de los Resaltos.



Fuente: Manual de Tránsito de Bogotá, Capítulo 5 “Otros Dispositivos Reguladores de Velocidad” (P. 197).

Dentro del mismo Manual, se hace referencia a los *Resaltos Virtuales*, que son “demarcaciones realizadas sobre el pavimento, que buscan generar al conductor la sensación de estar observando un resalto con el propósito de inducirlo a disminuir la velocidad del vehículo”. Normalmente este tipo de elementos son colocados en zonas residenciales ya que no generan ruidos ni vibraciones. Las dimensiones propuestas en este Manual para este tipo de resaltos se presentan en la Figura 8.

Figura 8: Resalto virtual

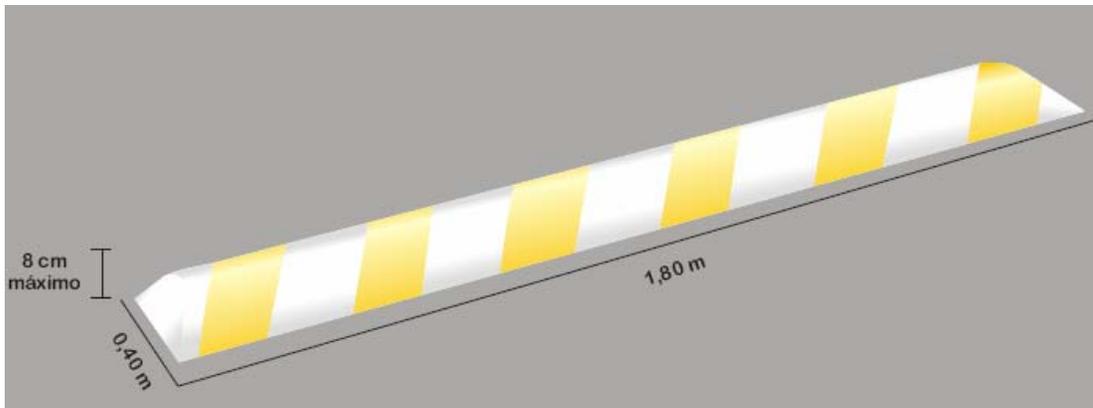


Fuente: Manual de Tránsito de Bogotá, Capítulo 5 “Otros Dispositivos Reguladores de Velocidad”. (P. 198)

De igual forma en dicho manual se presentan los resaltos portátiles, (ver Fig. 9) que son “dispositivos elaborados en caucho, plástico o cualquier otro tipo de material sintético de bajo peso y de alta resistencia al impacto que se colocan sobre la superficie de la vía como reductores de velocidad temporales”.

Normalmente este tipo de reductores son utilizados en operativos policiales, zonas escolares a las horas de salida de los estudiantes, o en cualquier otra circunstancia en la que se requiera la reducción de las velocidades de los vehículos en forma temporal. Estos dispositivos tendrán unas dimensiones mínimas de 1,80 m de longitud, 0,40 m de ancho y una altura no mayor de 8 cm. y deberán ser pintados de color amarillo o de franjas amarillas y blancas de 20 cm. de ancho, inclinadas entre 45° y 60°.

Figura 9: Resalto portátil

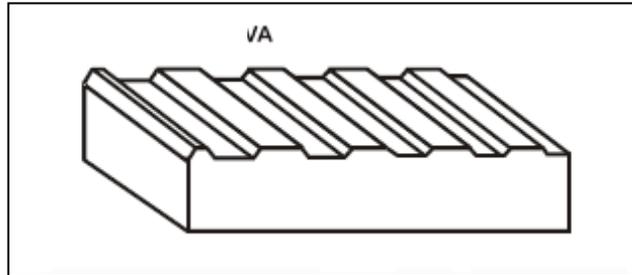


Fuente: Manual de Tránsito de Bogotá, Capítulo 5 “Otros Dispositivos Reguladores de Velocidad”. (P. 199)

Otro tipo de reductor presentado por el manual de Bogotá (P. 199) son los sonorizadores, “dispositivos de concreto armado y corrugado, construido a nivel del suelo, que causa vibración y ruido, lo cual eventualmente transmite a los ocupantes de los vehículos una pequeña molestia cuando sobrepasan la velocidad máxima permitida”.

En este manual se recomienda su uso “en casos de pendientes acentuadas, en las carreteras a las entradas a zonas urbanas, en la aproximación a curvas peligrosas y cuando se presente estrechamiento en la vía”.

Figura 10: Vista transversal de una vía con sonorizadores



Fuente: Manual de Tránsito de Bogotá, Capítulo 5 “Otros Dispositivos Reguladores de Velocidad”. (P.204)

Por último, se mencionan las bandas sonoras “dispositivos fabricados con aglomerados, sujetos al piso mediante el uso de pinturas epóxicas, resinas termoplásticas y plásticos de dos componentes, que causan vibración y ruido, lo cual eventualmente transmite una pequeña molestia a los ocupantes de los vehículos, cuando se sobrepasa la velocidad máxima permitida” (P.200).

Del nivel de restricción que se quiera implementar dependerá la altura de la banda sonora, siendo la misma no mayor a 3 cm. Estos dispositivos deberán ser contruidos a todo lo ancho de la vía, por parejas de bandas de 50 cm. de longitud, espaciadas entre sí a 1 m.

Fotografía 1: Banda sonora colocada en la Urbanización Los Palos Grandes.



Fuente: Elaboración propia.

2.3 ÁMBITO NACIONAL

2.3.1 Seguridad Vial

En Venezuela, el Departamento de Ingeniería Vial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela generó el documento “Seguridad Vial”. En el mismo se describen una serie de características resaltantes sobre cómo manejar la seguridad vial, considerando que los principales factores de riesgo son los relacionados con los conductores.

Con respecto a la seguridad vial, se considera que ésta está estrechamente relacionada con los factores de riesgo, que inducen a una cadena de accidentes asociados con un determinado lugar, época, componentes, circunstancias y mecanismos o resultados.

Enfocándose la seguridad vial como un problema, el documento expresa que se deben definir:

- Impacto: dentro de este aspecto se deben definir elementos como la población expuesta al riesgo de accidentes, las edades de las víctimas y la tendencia que sigue el problema.
- Estrategia de ataque: correspondiente a niveles de prevención y cobertura, conocimientos y vulnerabilidad.
- Viabilidad: intervención de factores como los recursos disponibles, base legal, políticas del sector, competencias, rutinas y destrezas existentes.
- Planificación: todo lo concerniente a la delimitación del ámbito, destinatario, objetivos, duración, adaptación a la realidad vigente y la integración de los programas al entorno, ya sea oficial, local o no gubernamental.

En relación con los conductores, es necesario cambiar su percepción ante el riesgo y así lograr una disminución importante en el número de accidentes. Para que dicho cambio se de, se puede optar por realizar campañas educativas, modificaciones a la legislación y mejoras en la aplicación de las leyes y reglamentos, pero todo esto dará soluciones a largo plazo; mientras si lo que se busca es a corto plazo, lo más indicado es la realización de medidas de ingeniería, como es el caso del plan de seguridad vial.

En este aspecto el documento describe que “el plan de seguridad vial debe evitar accidentes o sus consecuencias, satisfacer los objetivos que se aspira alcanzar y ser factible” (P.203). También debe contemplar aspectos como

accidentes, impacto, prevención, tipificación y la responsabilidad de los sectores involucrados.

Dentro del plan de seguridad es de significación que los objetivos del mismo cumplan con seis aspectos importantes:

- Deben ser específicos: tener una relación directa con un fin preciso.
- Sus logros puedan ser medidos de forma estadística.
- Guarden relación con una estrategia general.
- Sean razonables: se consideren un reto para su logro.
- Asignen responsabilidades a los distintos entes relacionados.
- Se puedan coordinar esfuerzos en función a ellos.

2.3.2 Elementos moderadores del tránsito

2.3.2.1 Señales de tránsito

De igual forma, en el precitado documento publicado por el Departamento de Ingeniería Vial de la Facultad de Ingeniería, se consideran las señales como “dispositivos para el control del tránsito, localizados en la vía por las autoridades competentes, de forma tal que se protejan y guíen el tránsito. Las clasifican en señales verticales, demarcaciones horizontales y otros dispositivos reguladores del tránsito” (P.99).

También, se hace referencia a que un sistema de señalización eficiente debe estar enfocado hacia la orientación del conductor, la prevención de posibles obstáculos y dificultades, el mejoramiento de la fluidez del tránsito, para que el

mismo se desarrolle de forma cómoda y segura.

Además de colocar correctamente el sistema de señalización, es importante que se vele por su conservación, ya que esto se considera una medida activa en la prevención de accidentes de tránsito.

Para que un dispositivo de control de tránsito sea efectivo es necesario que cumpla con ciertos parámetros, los cuales son especificados en el informe “Seguridad Vial” anteriormente señalado (P.99):

- Debe llenar una necesidad.
- Debe atraer la atención.
- Debe transmitir un claro y simple significado.
- Debe provocar respeto.
- Debe proporcionar suficiente tiempo para la reacción.

Con respecto a los tipos de señales se hace referencia a continuación de aquellos indicados en el documento antes mencionado.

- Señales verticales

Según el documento publicado por el Departamento de Ingeniería Vial de la Facultad de Ingeniería sobre seguridad vial, en el capítulo X, se definen las señales verticales como “aquellos carteles, sostenidos en alto con estructuras adecuadas, brindan a los conductores información normativa, reguladora para permitirle circular con mayor seguridad” (P.99). De igual forma, clasifican las señales verticales como Preventivas, Reguladoras y Orientadoras. Las explicaciones de cada una de ellas concuerdan con la clasificación dada por el

manual de Bogotá respectivamente.

La colocación de las señales no puede hacerse de forma arbitraria, por lo que hay que considerar las cantidades. La insuficiencia conlleva a mayor peligrosidad de la carretera, ya que el conductor no cuenta con la información necesaria para maniobrar eficientemente; mientras que el exceso de señalización vertical, provoca que el conductor pierda la concentración, lo cual puede causar accidentes, ya que el efecto que debería tener la señal se ve afectada.

En función a lo anterior, es necesario considerar que, a la hora de colocar señales, se deben emplear la menor cantidad posible, pero que de igual forma cumplan con su función, de manera que el conductor se sienta seguro y pueda transitar de forma correcta.

- Señales horizontales

La señalización horizontal, según “Seguridad Vial” en el capítulo IX, corresponde, tanto “a la demarcación como a las señales de poca altura, que se usan para delimitar el camino a los conductores y destacar los obstáculos” (P.109).

Se considera también en este documento que la señalización horizontal “es una medida activa de prevención, pues está destinada a informar al conductor el curso correcto a seguir e informar acerca de áreas que deben ser evitadas por los conductores” (P.109).

Los dispositivos de demarcación se clasifican en demarcación de líneas en el pavimento, líneas de demarcación en relieve, delineadores post-montados,

señalización de objetos y señales tipo galón (marca negra sobre fondo amarillo para señalar el borde externo de la calzada en la cercanía de una curva cerrada).

Dentro del marco de la eficiencia de la señalización es importante destacar que al ser estas señales demarcaciones en el pavimento, las mismas se ven afectadas por el clima y el paso de vehículos y es por ello que es necesario repintarlas con cierta frecuencia.

Otro aspecto importante es la visibilidad, la cual debe cumplir con ciertos requerimientos, de forma tal que se logre la meta planteada con la señalización. De las características de los materiales empleados para la elaboración de las señales dependerá la correcta visibilidad, lo cual se conjuga con una buena maniobrabilidad del conductor.

2.3.3 Reductores de velocidad

Según el documento elaborado por el Departamento de Ingeniería Vial, en el Capítulo XVII, se hace referencia a las medidas de ingeniería que se pueden adoptar con el fin de moderar el tránsito. Estas medidas se basan en modificaciones de las características de la vialidad, la colocación de reductores de velocidad por vibración y sonido, y los dispositivos reductores de la velocidad mediante impacto.

- ✓ Modificaciones de las características de la vialidad

A pesar que generalmente las medidas utilizadas para la regulación de velocidades son la colocación de reductores de velocidad, también se puede considerar modificar las características de la vialidad; sin embargo, “estas medidas

son solo aplicables en calles locales y colectoras” (P.162).

Estas modificaciones pueden ser: desvíos en las intersecciones, construcción de redomas, canalización, estrechamientos de la calzada, puntos en ángulo y calles de servicio. En el caso de las vías colectoras el diseño de estos modificadores es más restrictivo, debido a que las velocidades de circulación son mayores, al igual que el tránsito de vehículos pesados y volúmenes de tránsito en general.

✓ Reductores de velocidad por vibración y sonido

Denominados también barreras sonoras, “son franjas rugosas-transversales dispuestas en la calzada, destinadas a provocar la vibración del vehículo” (P.161), de forma tal que el conductor se vea en la obligación de disminuir la velocidad que venía desarrollando. Uno de los inconvenientes que este dispositivo presenta es la necesidad de un mantenimiento constante, ya que el tránsito intenso tiende a deteriorarlos.

Al construir una barrera sonora es importante considerar que la misma debe ubicarse aproximadamente a 130 centímetros del obstáculo o zona a la cual se considera necesaria su colocación, ya que de esta forma cumple su función de prever al conductor y lo obliga a disminuir su velocidad.

✓ Dispositivos reductores de la velocidad mediante impacto

Son “sobre-elevaciones del pavimento que, como una joroba, atraviesan la vía total o parcialmente” (P.150), produciendo como efecto una parada casi total del vehículo o en su defecto provocan una pequeña perturbación en el manejo.

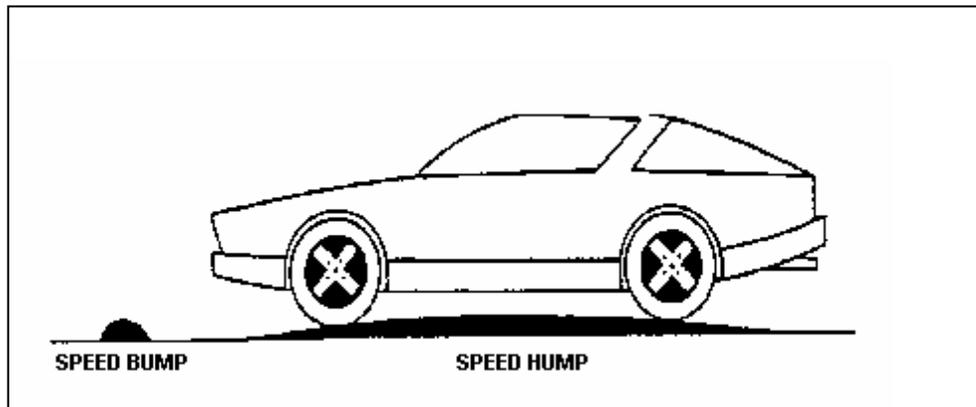
Una de las funciones de estos dispositivos es hacer las calles más seguras, “ya que puede obligar a disminuir la velocidad construyendo dispositivos en los pasos peatonales, las inmediaciones de las escuelas, la aproximación a la primera curva después de una recta y los lugares con algún peligro especial” (P.150).

Los resaltos, lomos o “policías acostados”, denominación dada a estos dispositivos en Venezuela, ocasionan que los vehículos detengan su marcha casi completamente, ya que el conductor no debe ignorar su presencia; de ignorarla le produciría averías al vehículo e inclusive accidentes.

Dentro del mismo capítulo XVII del informe Seguridad Vial, se define que “para hacer que la velocidad disminuya drásticamente (*speed bumps*), la dimensión medida en el sentido del eje de la vía debe ser corta (hasta 0,90 m) y la elevación alta (hasta 0,15 m). Para superarlos sin problemas los vehículos tienen que detener su marcha casi completamente, ya que el ignorarlos puede causar accidentes o, por lo menos, averías en los vehículos. Este es el caso usual de los “policías acostados” en las calles de nuestras ciudades y las alcabalas de las carreteras” (P.150).

También, se considera que “al aumentar la longitud en dirección del eje de la vía y disminuir la altura del obstáculo (*speed humps*) se provoca un suave movimiento del vehículo que, a su vez, produce alguna incomodidad al conductor, lo cual puede reducir la velocidad a 24 km/h sobre el “policía acostado” o hasta entre 40 y 48 km/h entre dos de ellos convenientemente ubicados”.(P.150). (ver Fig.11).

Figura 11: *Speed bump* y *speed hump*

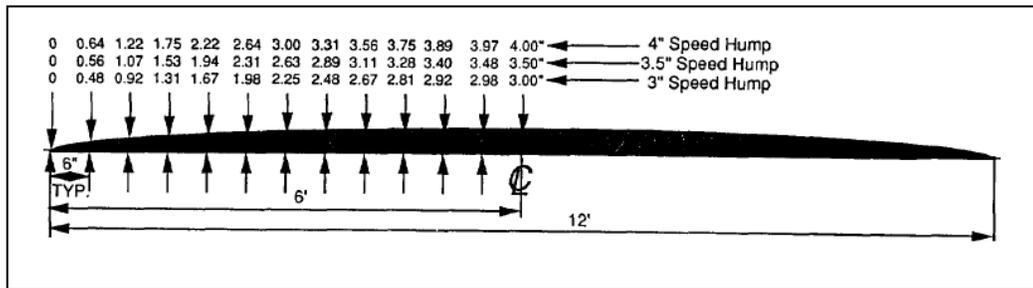


Fuente: "Guidelines for the Design and Application of Speed Humps". Institute of Transportation Engineers (I.T.E.). Washington, 1997

Para instalar los dispositivos reductores de velocidad se deben tomar en cuenta los siguientes factores: costo inicial, costo de mantenimiento, resultado negativo sobre los vehículos que atienden emergencias y servicios, aumento de ruido e incomodidad a los vecinos de la calle donde serán situados.

Con respecto al perfil del dispositivo el más utilizado es el parabólico recomendado por la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), el cual presenta tres opciones: alturas de 3, 3,5 y 4 pulgadas (7,7, 8,9 y 10,2 cm). Es importante verificar que cuando el porcentaje de vehículos pesados es alto no se pueden colocar reductores con una altura mayor a 3 pulgadas. (Ver Fig. 12)

Figura 12: Sección de un lomo o resalto (Dimensiones en pies y pulgadas)



Fuente: "Guidelines for the Design and Application of Speed Humps". Institute of Transportation Engineers (I.T.E.). Washington, 1997

Otro aspecto a tomar en cuenta es la construcción de este tipo de reductor, la cual se realiza mediante vaciados de concreto, ya sea prefabricado o asfáltico, siendo este último el material más indicado por sus características propias.

Dentro del marco de la construcción del reductor, es de relevancia que la misma sea ejecutada al mismo tiempo con la señalización y la demarcación, ya que de esta forma se evitan riesgos de accidentes. También es importante tomar en cuenta el factor agua, para lo cual es necesaria la colocación de un sistema de drenaje adecuado.

En el capítulo XVII, página 152 de "Seguridad Vial", se presentan una serie de resultados obtenidos con los reguladores de velocidad por impacto, dichos resultados se muestran a continuación:

- ✓ Las velocidades disminuyen tanto en el sitio donde se coloca el dispositivo como entre dos dispositivos consecutivos que estén colocados apropiadamente.

- ✓ Un solo “reductor tipo lomo” hace disminuir la velocidad en ese punto. Para disminuir la velocidad de circulación en un tramo de calle, se necesita una serie de dispositivos.
- ✓ Los “reductores tipo lomo” a veces provocan el desvío del tránsito por otras vías, especialmente en los casos en que la calle se esté usando como alternativa para evitar el congestionamiento.
- ✓ Las modificaciones de volúmenes y velocidades tienden a ser permanentes en el tiempo.
- ✓ No parecen provocar accidentes, siempre que estén bien diseñados.
- ✓ Los vehículos pesados deben pasar los “policías acostados” a bajas velocidades.

Al finalizar la exposición de dichos resultados, se presenta una conclusión, donde se afirma que “un sistema de “policías acostados” apropiadamente diseñado puede regular convenientemente las velocidades en zonas residenciales y hace desistir a los conductores de usar esas zonas como alternativa a las congestiones del tráfico” (P.153).

También se presentan una serie de recomendaciones, basadas en los resultados antes expuestos (P.153 y 154).

- ✓ No debe considerarse a los “reductores tipo lomo” una alternativa en el diseño de vialidad urbana ni deben ser utilizados para convertir las calles en campos de juego.
- ✓ Los “reductores tipo lomo” deberían ser instalados después de un detallado estudio del tránsito, la seguridad vial y de considerar otras medidas de regulación. Se debe estimar el volumen de tránsito desviado y su dirección, de forma que se pueda tener en cuenta su impacto sobre otras zonas. Deben ser construidos únicamente en vías locales las cuales, generalmente, no son usadas por las líneas de autobuses.
- ✓ No se deben colocar en vías con más de dos canales de circulación o en aquellas cuyo ancho de calzada sea mayor de 12,00 m. El pavimento debe estar en buenas condiciones y disponer de un buen drenaje. Se puede considerar colocarlos en vías con más de 12,00 m si no ocupan más de dos canales de circulación.
- ✓ No deben ser dispuestos en calles con más del 8% de pendiente en la aproximación al “reductor tipo lomo”. Cuando se construyen en calles con una pendiente negativa considerable, se debe tener especial cuidado para asegurarse de que los vehículos no se aproximen a exceso de velocidad.
- ✓ No deben ser colocados en curvas horizontales o verticales muy cerradas que puedan producir fuerzas horizontales o verticales de cierta

consideración en el momento de atravesar el “reductor tipo lomo”. Deben ser evitados en curvas horizontales con radios menores a 90,00 m y en curvas verticales que no tengan visibilidad de frenado. Se debe preferir colocarlos en las tangentes antes que en las curvas.

- ✓ No debieran ser colocados en ningún lugar en que la distancia de visibilidad sea menor que la de frenado.
- ✓ Deben colocarse únicamente en calles en que la velocidad máxima no exceda los 50 km/h. Para colocarlos en calles con velocidades de hasta 70 km/h debe de estudiarse el caso con mucho cuidado.
- ✓ No debiera colocarse “reductor tipo lomo” en calles cuyo tránsito tenga más de un 5% de vehículos pesados o que sean usadas como paso frecuente por los vehículos de emergencia.
- ✓ Debe haber una clara mayoría de residentes que están de acuerdo con la instalación de “policías acostados” en su calle.

Al momento de determinar el número de reductores a colocar y la distancia que tiene que haber entre los mismos, la Federal Highway Administration (E.E.U.U.) desarrolla una serie de indicaciones las cuales se presentan a continuación.

- ✓ En tramos cortos, comprendidos entre 90 y 150 m. se recomienda la colocación de un dispositivo ubicado a la mitad de dicho tramo.
- ✓ Cuando la longitud del tramo a regular está entre 150 y 300 m. resulta conveniente la colocación de dos reductores.
- ✓ En tramos largos (300 y 400 m.) se considera conveniente la colocación de tres o más reductores, convirtiéndose los mismos en una serie de reductores.
- ✓ Se considera de mayor efectividad la colocación de varios reductores, siempre y cuando el tramo donde se encuentren ubicados no exceda los 800 m. de longitud.
- ✓ En los casos donde se colocan reductores en pares la distancia entre ellos debe estar entre los 3 y los 12 m.

2.4 ÁMBITO LOCAL

La Alcaldía de Chacao, del Edo. Miranda, desarrolló una serie de criterios, que abarcan desde características funcionales, operacionales y geométricas hasta el entorno y la seguridad de la vía; dichos criterios están presentes en una Planilla de Evaluación, la cual es utilizada para determinar la colocación de los reductores de velocidad.

Los criterios empleados en la Ingeniería de Tránsito para determinar la viabilidad de colocar dispositivos para el control de la velocidad, según el “Informe de evaluación de factibilidad de colocación de reductores de velocidad” del Instituto Autónomo de Tránsito, Transporte y Circulación (I.A.T.T.C.) son:

- ✓ Criterios Generales de Localización: aquellos que permiten la evaluación de las condiciones que presenta la vía, a los efectos de implantar reductores de velocidad en una determinada sección de la misma. Estos criterios permitirán decidir sobre la factibilidad de implantar reductores de velocidad. Los criterios generales para determinar la factibilidad de construcción de reductores de velocidad, están vinculados a las características geométricas y funcionales de la vía, las condiciones de seguridad de la vía y a las características del entorno. Estos criterios son los siguientes:

De las características funcionales y operacionales de la vía:

- Limitar el uso de dispositivos a vías urbanas (preferiblemente).
- Utilizar los dispositivos, preferiblemente, solo en vías locales.

- Utilizar los dispositivos en vías cuya velocidad máxima no exceda los 50 km/h.
- Pueden implantarse dispositivos en vías de uno o dos sentidos de circulación.
- No utilizar en vías con más de dos canales por sentido.
- Utilizar dispositivos en vías con volúmenes iguales o menores a 600 veh/h en el período de mayor demanda de tránsito. Para volúmenes superiores debe estudiarse la conveniencia de implantar un semáforo.
- Utilizar dispositivos en intersecciones con volúmenes iguales o menores a 600 veh/h en la vía principal o menos de 150 veh/h en la vía secundaria, en el período de mayor demanda de tránsito. Para volúmenes superiores debe estudiarse la conveniencia de implantar un semáforo.
- Colocar dispositivos en vialidad no utilizada por unidades grandes de transporte público colectivo (preferiblemente).
- No utilizar dispositivos en vías que constituyan rutas frecuentes de vehículos de emergencia.
- No utilizar dispositivos en vías con un tránsito de vehículos pesados superior al 5%.
- No utilizar dispositivos como instrumento para convertir las calles en zonas recreacionales.

De las características geométricas de la vía:

- No utilizar dispositivos en vías con más de 8% de pendiente (preferiblemente inferior a 4,5%) en el tramo de aproximación al dispositivo.
- No colocar dispositivos en curvas horizontales o verticales muy cerradas.
- Evitar la colocación de dispositivos donde se combinen curvas horizontales con curvas verticales.
- Evitar la colocación de los dispositivos donde la distancia de visibilidad sea menor a la distancia de frenado.
- Evitar que la aproximación de los vehículos a los dispositivos se produzca a exceso de velocidad en los tramos con pendiente negativa.

De las condiciones de seguridad de la vía:

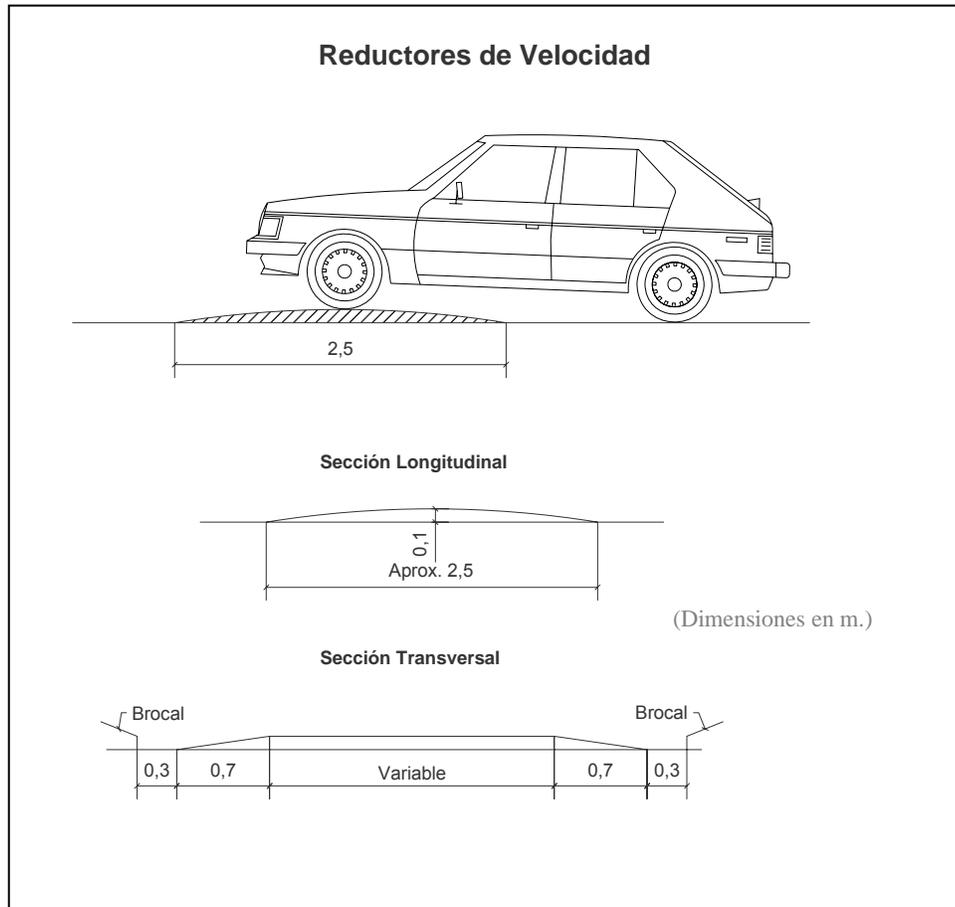
- Podrán utilizarse dispositivos en cruces y tramos de vía donde se produzcan accidentes (al menos uno al año).
- Podrán utilizarse dispositivos en cruces y tramos de vía donde sea necesario proteger el flujo peatonal.
- Podrán utilizarse dispositivos para regular la velocidad en cruces de vías locales, no regulados, donde se requiera reducir la velocidad.

Del entorno:

- Considerar el impacto en zonas aledañas del volumen de tránsito desviado por los dispositivos.
- Considerar el impacto en términos de contaminación ambiental (ruido, etc.) que pueda generar el dispositivo.

- ✓ Criterios de Evaluación: para realizar la evaluación se han establecido diversas metodologías, que básicamente contemplan tres aspectos:
 1. Identificación de la razón para la propuesta de implantación de reductores de velocidad.
 2. Evaluación de las condiciones de la vía y su entorno.
 3. Determinación de la ubicación del reductor.
- ✓ Viabilidad de Colocación de Reductor de Velocidad: luego de haber realizado la evaluación de todos y cada uno de los aspectos involucrados y estimar el Puntaje Global de los mismos, será posible recomendar la colocación de reductores de velocidad en tramos de vías o intersecciones entre éstas, si el referido Puntaje Global es superior a 90, que es la mitad de 180, que representa el tope máximo.
- ✓ Dimensiones y método constructivo de los reductores de velocidad: en relación con las dimensiones de los reductores de velocidad colocados por el I.A.T.T.C, estas se basan en las características propias de la vialidad de la zona, sin embargo en términos generales se proponen las presentadas en las Figuras 13.

Figura 13. Reductor de Velocidad de 2,5 m. de ancho.



Fuente: Información suministrada por el I.A.T.T.C. (2007)

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

3.1 MÉTODO

Cerbero define Método como “la ruta o camino a través del cual se llega a un fin propuesto y se alcanza el resultado prefijado o como el orden que se sigue en las [ciencias](#) para hallar, enseñar y defender la verdad”, es decir, un método es una serie de pasos sucesivos, que conducen a una meta.

La investigación actual constará de tres etapas: la primera tiene carácter documental, que según las “Normas para la elaboración, presentación y evaluación de los trabajos de grado” de la Universidad Santa María (2000), “se ocupa del estudio de problemas planteados a nivel teórico, la información requerida para abordarlos se encuentra básicamente en materiales impresos , audiovisuales y electrónicos” (P. 22). De acuerdo a lo anteriormente señalado en el presente estudio se procederá a recopilar información sobre la accidentalidad, velocidades promedio desarrolladas y sobre los estudios realizados para la colocación de los actuales reductores de velocidad.

En este aspecto, el I.A.T.T.C., mediante la elaboración de un informe evalúa y determina la factibilidad de colocación del reductor de velocidad; este documento presenta el estudio realizado en función de distintos criterios, como es el caso de las características funcionales y operacionales, características geométricas, seguridad de la vía y entorno de la vía.

Con respecto a los reductores de velocidad a estudiar en la Urbanización Los Palos Grandes y con base en los informes de factibilidad realizados a los mismos, se establecen las velocidades promedios que desarrollaban los vehículos

antes de la colocación de los reductores, el volumen de vehículos que transitaba en la vialidad, las características geométricas de la vía y la accidentalidad, delimitando así la metodología que valida el método antes expuesto.

La segunda etapa de la investigación es Cuasi - Experimental, ya que según *Krick* en “Introducción a la Ingeniería y al Diseño en la Ingeniería”, sus grupos se designan como se presentan en la realidad, es decir, sus integrantes no se asignan al azar. Característica que se evidencia en la realización de una serie de estudios en la zona donde están presentes los reductores a evaluar. Así la investigación contempla:

- Mediciones de velocidad: con el fin de determinar si las velocidades que desarrollan los vehículos en las zonas próximas a los reductores han disminuido por su colocación, con lo que se define si las variaciones de velocidad dependen de la visibilidad del reductor por parte de los conductores y la actuación de éstos ante su presencia.

- Conteos vehiculares: tiene como objetivo determinar si ha disminuido el tránsito en la vía, lo cual podría adjudicarse a la presencia del reductor, ya que algunos conductores podrían tomar vías alternas para de esta forma no disminuir su velocidad de recorrido.

- Observaciones del comportamiento en sitio: dentro de este aspecto es importante el flujo de vehículos de carga que transita en la zona, debido a que este tipo de vehículos tiende a desplazarse con menor velocidad y podría originar retrasos en la circulación de la vialidad. También, la presencia de instituciones

educativas, áreas residenciales y de comercio vecinal, afecta el flujo, tanto vehicular como peatonal en la zona, lo cual se considera como un criterio importante a evaluar.

Por último, la etapa comparativa, según *Cerda* (2000) “tiene como objetivo comparar el comportamiento de una variable en los grupos observados, sin establecer relaciones de casualidad”, dentro de este ámbito investigativo, se establecen comparaciones de los datos de los distintos informes de factibilidad de colocación de los reductores y la accidentalidad dada por la Policía de Circulación del Municipio, con los obtenidos en la etapa anterior, a fin de determinar la eficiencia de los modificadores de velocidad colocados.

3.2 METODOLOGÍA

Con respecto a la metodología a aplicar en cada una de las etapas, se realizan varias actividades, las cuales se refieren a continuación.

3.2.1 Documentación

- 1 Definición de los objetivos: mediante una reunión se establecen las pautas a seguir durante el estudio, así como las prioridades a considerar, con respecto a los factores determinantes para el cumplimiento de los objetivos previstos.
- 2 Búsqueda de información: a partir de los informes de factibilidad de colocación de los reductores realizados por el ente encargado, la accidentalidad y el levantamiento del inventario vial en la zona se obtendrán los datos previos necesarios para el estudio.

3.2.1 Reconocimiento visual de los reductores

- 1 Delimitación del estudio a realizar: se identifica el área de estudio, así como también la ubicación geográfica de los dispositivos dentro del Sector Los Palos Grandes.
- 2 Ubicación de los reductores en el plano: a partir de un plano de la zona, donde se observen claramente las calles y avenidas se procede a ubicar y enumerar, de forma referencial, cada uno de los reductores objetos del estudio.
- 3 Observación del sitio: se identifica el uso del área circundante a cada reductor, ya sea residencial, comercial, escolar o de uso mixto.

3.2.3 Determinación de las características geométricas

- 1 Dimensiones de los reductores: con una cinta métrica se procede a medir tanto el largo como el ancho de cada uno de los reductores ubicados en la calzada.
- 2 Ubicación: con respecto a ciertos puntos referenciales, como por ejemplo intersecciones entre avenidas y transversales, accesos de estacionamientos y esquinas, tal que se puedan ubicar los reductores en el plano de forma más específica.
- 3 Pendientes del tramo: mediante la utilización de un nivel de mano y la cinta métrica se procede a medir la diferencia, en vertical, entre la calzada y el nivel cuando el mismo está perfectamente horizontal. Esta medición debe realizarse justo antes de cada reductor, para luego utilizando fórmulas matemáticas definir la pendiente de la vía.
- 4 Señales de tránsito: se identifican las señales verticales y horizontales próximas a los reductores, tanto las asociadas a éstos como las que notifican la cercanía de ciertos elementos propios de la vía.
- 5 Resumen fotográfico: se realizan una serie de tomas fotográficas a fin de identificar de forma visual todos los elementos presentes en la vialidad, como por ejemplo, señales de tránsito, demarcaciones, entrada y salida de vehículos (estacionamientos), y todos aquellos aspectos que se considerarán importantes dentro del desarrollo del estudio a realizar.

3.2.4 Determinación de las características operacionales y funcionales

- 1 Medición de velocidades: para poder medir las velocidades desarrolladas por los vehículos en las zonas de estudio se realizaron dos actividades:
 - 1.1 Calibración del Instrumento a utilizar: a efecto de ejecutar las mediciones es necesario inicialmente calibrar el instrumento, en el caso del suministrado por el Departamento de Ingeniería Vial de la U.C.V. no se contaba con el elemento necesario para hacerlo, así que se procedió a verificar si el mismo estaba calibrado realizando una misma medición tanto con el radar a utilizar, como con el del I.A.T.T.C., el cual sí estaba calibrado, arrojando ambos el mismo valor y verificando así que las velocidades a medir serán correctas.
 - 1.2 Medición: a partir de la utilización del radar Talon II, detector de velocidad proporcionado por el Departamento de Ingeniería Vial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, se miden las velocidades desarrolladas por los vehículos a 50 y 20 metros del reductor. Con estas mediciones se determina la velocidad promedio de los automóviles en las cercanías de los reductores.
- 2 Conteo vehicular clasificado: se realiza un conteo manual clasificado de los vehículos que transitan en la zona donde está ubicado el reductor a evaluar, discriminando aquellos vehículos de carga y de transporte público, durante un período de tiempo de 15 minutos y en los sentidos de circulación que la vía presente. En los casos donde en la misma vía estén

colocados varios reductores y no haya incorporaciones o desincorporaciones, el número de vehículos que transitan a considerar será el mismo para dichos reductores.

- 3 Reductores con poco tránsito: debido a que dentro del estudio existen dos reductores ubicados en vías con poco tráfico, será necesario realizar las mediciones de velocidad utilizando el vehículo suministrado por el I.A.T.T.C, para así poder contar con información para los análisis. Con respecto al conteo vial, por la misma razón, en estas locaciones no es posible determinar el número de vehículos promedio que se desplazan.

3.2.5 Procesamiento y análisis de datos

- 1 Procesamiento de datos: mediante tablas y gráficas se procesan las mediciones realizadas en la etapa Cuasi - Experimental y la información base obtenida en la etapa de Documentación.
- 2 Análisis y evaluación de datos: este punto se desarrollará de dos formas debido a que el I.A.T.T.C no contaba con la información previa de todos los reductores a estudiar.

2.1 Reductores con información previa: se procederá a evaluar el reductor ya colocado, observando y plasmando las diferencias que se presenten con respecto al número de accidentes suscitados, la velocidad promedio desarrollada por los vehículos y la cantidad de vehículos que circulan en la zona, utilizando como base de comparación la información existente en los estudios de factibilidad

elaborados antes de su colocación y la evaluación realizada a posteriori.

- 2.2 Reductores sin información previa: se evaluarán de manera teórica en función de los rangos de valores aceptados por el Manual de Vialidad Urbana, Ministerio de Desarrollo Urbano (MINDUR), 1981, donde se aprecia que la velocidad a la que deben desplazarse los vehículos en las zonas locales no debe exceder a los 40 km/h. Si las mediciones obtenidas de dichos reductores cumplen con esas condiciones se considera que los mismos son efectivos.
- 3 Estudio de modificaciones: si los resultados obtenidos durante el análisis y evaluación de datos arrojan que los reductores no cumplen con su función, se formulan propuestas a nivel conceptual, con respecto a la geometría y funcionamiento de los reductores, para de esta forma elevar la eficiencia de los mismos. Dentro de estas propuestas se da cabida a la colocación de otros reductores, cumpliendo con las normativas existentes.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El trabajo de campo para la recopilación de información de interés a la investigación, se apoya en el uso de los equipos que se detallan a continuación:

1. Odómetro: instrumento que permite medir la distancia horizontal existente entre dos puntos.

Imagen 1. Odómetro



2. Cinta Métrica: instrumento cuya función es similar al anterior, sin embargo éste se limita a distancias menores, según sea su capacidad.

Imagen 2. Cinta Métrica



3. Nivel de mano: herramienta que conjugada con la cinta métrica permite establecer la pendiente de la vía a estudiar, mediante la determinación de la diferencia en vertical entre la calzada y el instrumento.

Imagen 3. Nivel de Mano



4. Radar de Velocidad Talon II: equipo que permite determinar la velocidad con la cual se desplazan los vehículos en un determinado lugar e instante de tiempo.

Imagen 4. Radar Talon



5. Cronómetro: instrumento que permite medir el tiempo en el cual se ejecuta una actividad. En el caso actual se utiliza a la hora de realizar los conteos vehiculares.

Imagen 5. Cronómetro



CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 MUNICIPIO CHACAO

El Distrito Metropolitano de Caracas está conformado por cinco municipios, Libertador, Baruta, El Hatillo, Sucre y Chacao. Este último se encuentra ubicado al Nor-este de la ciudad capital de Venezuela, cuenta con una extensión de 1300 Ha aproximadamente y una densidad poblacional de 4.971,46 hab/km².

Imagen N° 6: Vista satelital del Municipio Chacao.



Fuente: Página oficial de la Alcaldía de Chacao. (2007)

Según la Alcaldía de Chacao, la zonificación del municipio está comprendida por 46,52% de uso residencial, 35,31% de comercial, 9,33% actividades dedicadas a oficinas y servicios, y 3,3% a industrias. Con respecto a las actividades desarrolladas es importante destacar que en el municipio se localizan sedes de oficinas gubernamentales y no gubernamentales, como es el

caso de centros comerciales, instituciones educativas, sedes financieras y sedes diplomáticas.

Se considera por su ubicación geográfica un municipio céntrico dentro de la configuración del Distrito Metropolitano, cuenta con 100 km de vías pavimentadas aproximadamente. De los viajes generados dentro del municipio, no todos tienen su origen y destino final dentro del mismo, es por ello que es reconocido como un municipio “de paso”, todo esto cónsono con la situación del tránsito comentada en el planteamiento del problema y con las actividades económicas que se realizan dentro del mismo.

Con respecto a las personas que transitan diariamente por el municipio, según el Modelo Computarizado de Evaluación del Tránsito (2006), elaborado por Urbanismo y Vialidad S.A. (URVISA), el número se aproxima a 631.000, de las cuales 200.000 utilizan el Metro de Caracas, 90.000 transporte público superficial (municipal e intermunicipal), 325.000 personas en vehículos propios y 16.000 a pie.

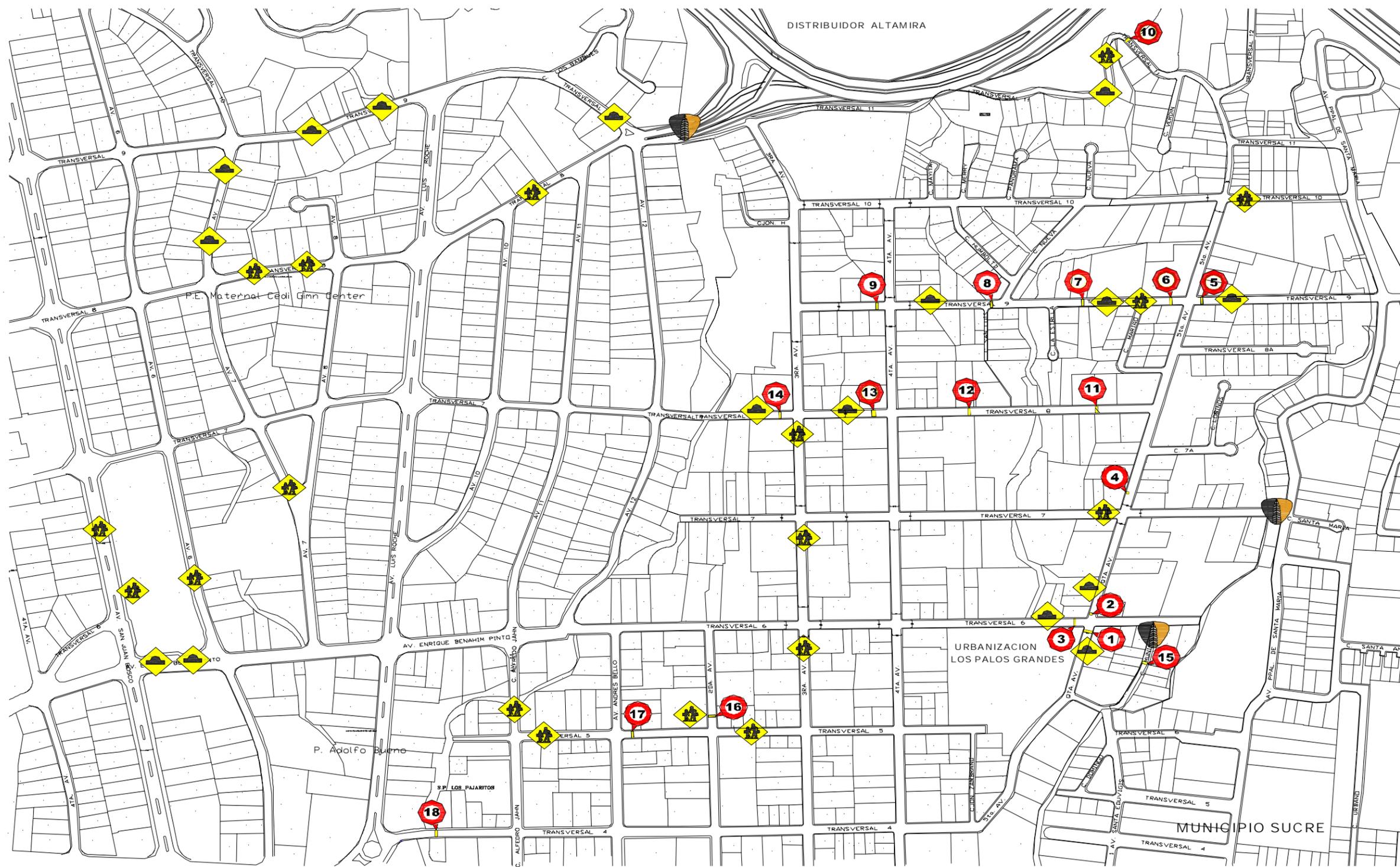
4.2 CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

Dentro del municipio Chacao, que colinda en su límite Este con el Municipio Sucre, es de interés para esta investigación la urbanización Los Palos Grandes, ubicada al Nor-este del mismo; los reductores a estudiar están localizados en dicha urbanización y su ubicación se muestra en la tabla 2, en la Imagen 7, y en el Anexo 1, en este último se muestran imágenes satelitales de cada uno de los reductores a estudiar.

Tabla Nº 2: Ubicación de los reductores de velocidad.

Reductor	Ubicación
1	5ta. Av. Con la 6ta. Transversal de Los Palos Grandes
2	5ta. Av. Con la 6ta. Transversal de Los Palos Grandes
3	6ta. Transversal con 5ta. Av. de Los Palos Grandes
4	5ta. Av. con la 7ma. Transversal de Los Palos Grandes
5	9na. Transversal con la 5ta. Av. de Los Palos Grandes
6	9na. Transversal con la 5ta. Av. de Los Palos Grandes
7	9na. Transversal con la calle La Estrella de Los Palos Grandes
8	9na. Transversal con calle San Luis de Los Palos Grandes
9	9na. Transversal con la 4ta. Av. De Los Palos Grandes
10	11va. Transversal con calle Verdin de Los Palos Grandes
11	8va. Transversal entre la 4ta y la 5ta. Av. de Los Palos Grandes
12	8va. Transversal entre la 4ta y la 5ta. Av. de Los Palos Grandes
13	8va. Transversal con 4ta. Av. de Los Palos Grandes
14	8va. Transversal con 3ra. Av. de Los Palos Grandes
15	Calle Municipio de Los Palos Grandes
16	2da Av. con 5ta. Transversal de Los Palos Grandes
17	5ta. Transversal con Av. Andrés Bello de Los Palos Grandes
18	4ta. Transversal con Av. Luis Roche de Los Palos Grandes.

Fuente: Elaboración propia (2007)



LEYENDA

- Reductor de Velocidad
- Señal horizontal asociada al reductor de velocidad
- Señal asociada a la presencia de zona escolar
- Señalización horizontal asociada a la entrada al Municipio Chacao
- Ubicación del Reductor

IMAGEN 7
UBICACIÓN EN PLANTA DE LOS REDUCTORES DE VELOCIDAD
Suministrado por el Dirección de Ingeniería del I.A.T.T.C.
Modificado por:
Amorer, Veruska
Vilachá, Lisette

Dentro de los aspectos generales de la urbanización, ésta cuenta con una topografía irregular, por lo que las pendientes de sus vías se consideran pronunciadas, con un rango de valores entre -8.89 y 8.89%. La vía en general, está compuesta por calles, avenidas y transversales, por lo que se encuentran gran cantidad de intersecciones a lo largo de la misma, las cuales son consideradas como factores de riesgo dentro del desarrollo normal del tránsito, en algunos casos producto de la falta de visibilidad adecuada.

En la urbanización se encuentran localizadas varias instituciones educativas, así como también destaca que un gran porcentaje de la zona es de tipo residencial, lo que origina un alto flujo peatonal, por lo que la regulación de velocidad en dicha zona es de suma importancia a nivel de prevención de accidentes.

Con respecto a la colocación de señales tanto verticales como horizontales dentro de la urbanización, se constata que en general las mismas están colocadas de forma idónea y se les hace el mantenimiento correspondiente, aunque para el caso de los reductores de velocidad no en todos los casos se hace uso de las señales verticales reglamentarias.

4.3 ALCALDÍA DE CHACAO

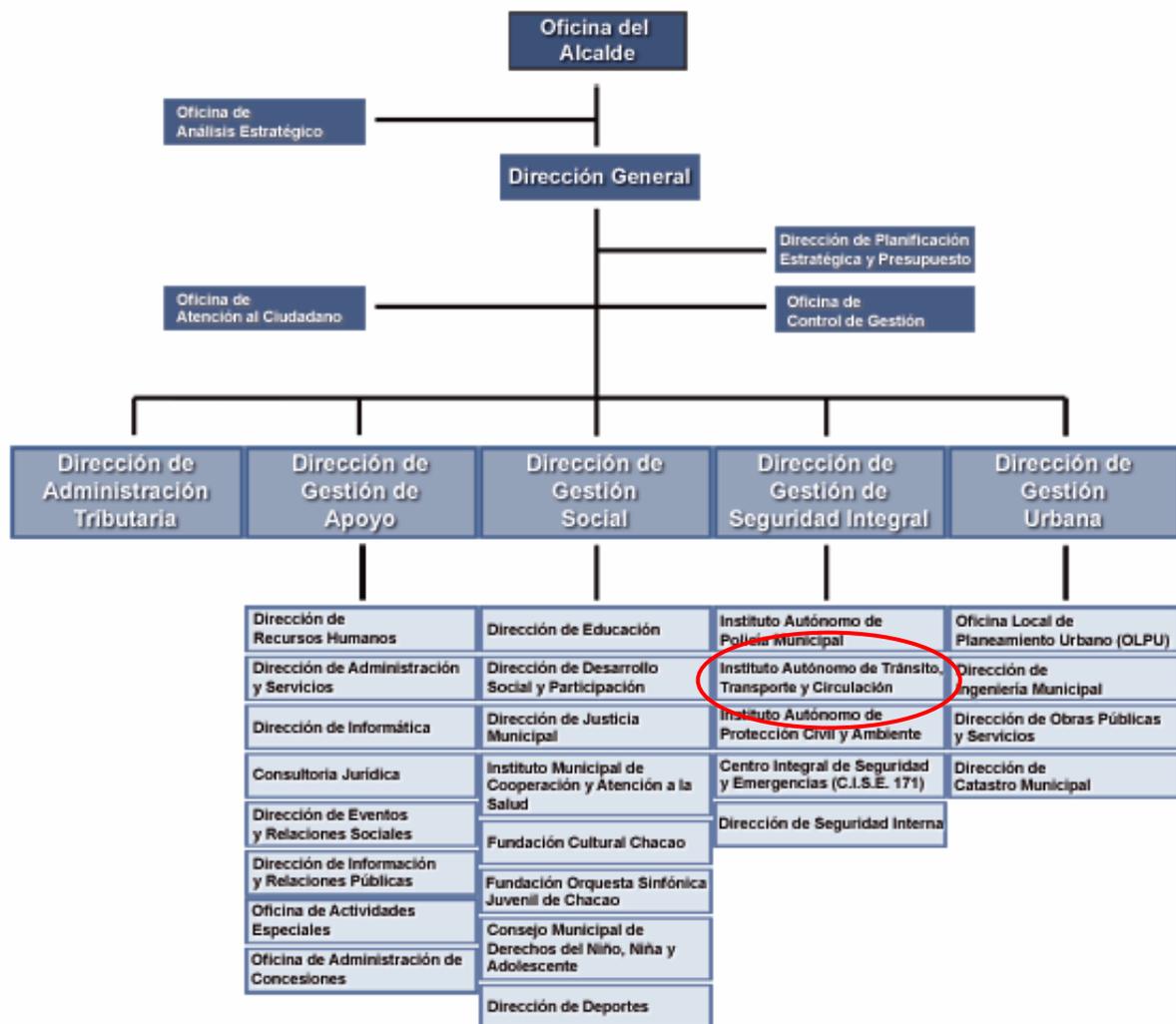
Dado que el sector de estudio es competencia de la Alcaldía del Municipio Chacao, del Edo. Miranda, cabe destacar:

- **Visión:**

”Ser un modelo de Gobierno Municipal participativo y autónomo, comprometido con el mejoramiento permanente de la calidad de vida de los ciudadanos de Chacao” (página web <http://www.chacao.gov.ve>).

- **Organigrama de la Alcaldía de Chacao:**

Imagen 8: Organigrama de la Alcaldía de Chacao.



Fuente: Oficina de Control de Gestión. Alcaldía del Municipio Chacao (2007).

4.4 INSTITUTO AUTÓNOMO DE TRÁNSITO, TRANSPORTE Y CIRCULACIÓN (I.A.T.T.C.)

De igual forma, se considera importante dentro del ámbito de la investigación hacer énfasis en la misión y las actividades que desarrolla el I.A.T.T.C., instituto que apoya el desarrollo de este estudio.

- **Misión:**

Como el mismo instituto refiere, su misión es “garantizar el control y la vigilancia del tránsito vehicular y peatonal en el Municipio, fundamentada en la Ley, la prevención, investigación técnica y científica de los accidentes de tránsito, generando una cultura de orden y seguridad sobre las vías municipales, en pro del mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y visitantes de Chacao”.

- **Actividades:**

El instituto está encargado de todo lo referente a la planificación, gestión, administración y control de las actividades correspondientes al transporte urbano generado en el municipio. Para tales efectos la Dirección de Ingeniería Vial brinda su apoyo en el área de implantación de medidas de tránsito y transporte público urbano, estando especializados en estudios y proyectos de ingeniería vial.

Otro de los organismos que brinda apoyo al I.A.T.T.C es la Dirección de Obras Públicas y Servicios, que según información suministrada por este mismo ente tiene como objetivos “Programar, ejecutar y mantener

las obras existentes y por ejecutar, previstas en los planes municipales, dirigidas a satisfacer las necesidades de la comunidad ubicada en la jurisdicción del municipio”.

El I.A.T.T.C. es considerado como un actor económico, ya que financia la elaboración y ejecución de proyectos, y como un actor institucional, que desarrolla estrategias con el fin de lograr el progreso en el sector urbano del municipio.

CAPÍTULO V
RESULTADOS

En el capítulo que se muestra a continuación se plasman los resultados obtenidos de cada uno de los estudios realizados para poder dar cumplimiento a los objetivos planteados en el capítulo 1 de la presente investigación.

5.1 DIMENSIONES DE LOS REDUCTORES

Dentro de las características geométricas de los reductores colocados, se consideran las dimensiones de los mismos, de forma tal que se miden las mismas, elaborándose la Tabla 3 que a continuación se presenta:

Tabla N° 3: Medición de las dimensiones de los reductores.

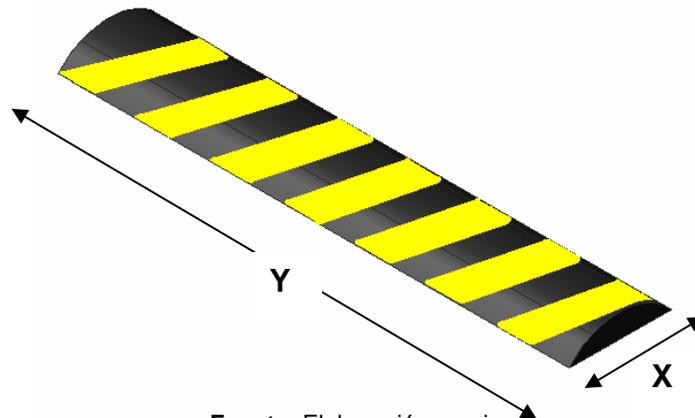
REDUCTOR	X (m)	Y (m)
1	2.6	10.1
2	2.5	3.4
3	1.7	8.7
4	2.1	2.9
5	2.6	7.8
6	2.5	8.7
7	2.5	8.7
8	2.6	8.6
9	2.8	9
10	2.4	5.8
11	2.5	8.3
12	2.7	8.2
13	4.9	8.5
14	2.6	8.5
15	2.5	5.4
16	2.5	8.3
17	2.5	8.4
18	2.8	8

Fuente: Elaboración propia (2007)

Nota: El valor de "X" dependerá de la longitud de desarrollo del dispositivo, y el valor "y" del ancho de la calzada.

La figura 14 es una representación de un reductor de velocidad, la cual permite ubicar así las dimensiones antes mencionadas, considerándose “X” como la sección longitudinal y “Y” como sección transversal del elemento.

Figura 14: Reductor de velocidad tipo lomo (acotado).



Fuente: Elaboración propia.

5.2 PENDIENTES DE LAS VÍAS DONDE ESTÁN UBICADOS LOS REDUCTORES

Otra característica geométrica determinante en este estudio es la pendiente de las vías donde están ubicados los reductores de velocidad, las cuales se muestran a continuación:

Tabla Nº 4: Pendientes de las vías donde están ubicados los reductores.

REDUCTOR	ORIENTACIÓN	DISTANCIA HORIZONTAL (cm)	DISTANCIA VERTICAL (cm)	PENDIENTE (%)
1	S-N	45	3.00	6.67
2	N-S		3.00	-6.67
3	O-E		4.00	8.89
4	N-S		3.00	-6.67
5	E-O		0.00	0.00
6	O-E		2.00	4.44
7	E-O		1.50	-3.33
	O-E		1.50	3.33
8	E-O		3.50	7.78
	O-E		3.50	-7.78
9	O-E		3.50	-7.78
10	N-S		1.50	-3.33
11	E-O		2.00	-4.44
	O-E		2.00	4.44
12	E-O		4.00	8.89
	O-E		4.00	-8.89
13	O-E		2.50	-5.56
14	O-E		1.50	-3.33
15	S-N	3.00	6.67	
16	N-S	4.00	-8.89	
17	E-O	0.50	-1.11	
18	O-E	0.00	0.00	

Fuente: Elaboración propia (2007)

5.3 VELOCIDADES DESARROLLADAS

Para la realización del estudio de las vías a analizar se realizaron varias actividades, cuyos resultados se muestran a continuación:

5.3.1 Medición de las velocidades alcanzadas por los vehículos: se realizaron 30 mediciones, número que se consideró representativo para el cálculo final del promedio; dichas mediciones se hicieron a los 20 y 50 metros de cada uno de los reductores estudiados. A los 50 m debido a que en este punto no se tiene visión del elemento, por lo que se considera dicha velocidad como la que mantienen los conductores en la vía; y a los 20 m debido que a dicha distancia ya el conductor observó la presencia del elemento, ya sea por este mismo o por la presencia de señal horizontal o vertical asociada. Las mediciones antes mencionadas se muestran en las Tablas N° 5.

Tablas Nº 5: Mediciones de velocidad por reductor.

	REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)		REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)	
		50 m	20m		50 m	20m
1	1 S-N	24	32	2 N-S	26	25
2		29	26		32	21
3		30	20		36	43
4		25	32		34	31
5		20	32		27	23
6		27	26		41	29
7		25	27		38	33
8		28	27		38	37
9		25	22		28	29
10		27	22		32	27
11		30	30		45	34
12		35	34		34	37
13		28	25		43	20
14		29	38		38	29
15		32	28		34	34
16		24	29		39	36
17		32	27		50	45
18		32	26		39	36
19		32	24		39	31
20		34	24		37	33
21		17	32		36	35
22		19	35		32	32
23		27	18		20	25
24		25	25		36	29
25		25	31		34	30
26		29	20		39	35
27		36	25		24	22
28		29	29		42	31
29		27	33		29	20
30		27	25		38	32

Nota: Se asume que justo sobre el reductor la velocidad que desarrollan los vehículos es cero o cercana a cero, por lo que el radar no la puede determinar, porque su medición mínima es de 15 km/h aproximadamente.

Continúa

	REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)		REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)	
		50 m	20m		50 m	20m
1	3 O-E	27	32	4 N-S	21	34
2		29	25		21	27
3		28	25		41	22
4		25	29		44	22
5		25	32		24	22
6		22	31		27	22
7		28	32		42	20
8		26	18		25	20
9		31	29		28	36
10		28	36		29	27
11		21	34		29	41
12		25	29		28	34
13		29	30		29	34
14		49	20		34	33
15		36	18		28	27
16		29	17		29	41
17		30	19		40	24
18		29	16		27	26
19		27	16		41	32
20		30	25		36	29
21		24	20		43	41
22		42	28		31	38
23		31	29		37	33
24		38	27		22	36
25		34	38		29	47
26		31	32		28	25
27		29	26		37	27
28		50	24		22	31
29		42	29		32	24
30		38	31		26	25

Nota: Se asume que justo sobre el reductor la velocidad que desarrollan los vehículos es cero o cercana a cero, por lo que el radar no la puede determinar, porque su medición mínima es de 15 km/h aproximadamente.

Continúa

	REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)		REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)	
		50 m	20m		50 m	20m
1	5 O-E	30	34	6 O-E	25	20
2		32	27		27	30
3		27	18		38	35
4		27	30		32	32
5		28	36		22	22
6		22	34		26	28
7		31	27		29	34
8		34	26		44	45
9		31	32		32	34
10		29	25		22	25
11		32	24		27	22
12		25	20		28	25
13		25	29		39	39
14		31	27		33	36
15		30	27		41	41
16		28	22		37	40
17		37	22		34	34
18		36	33		20	20
19		36	32		21	21
20		52	24		38	38
21		43	23		38	37
22		45	24		29	32
23		39	22		32	34
24		31	20		20	21
25		23	18		43	41
26		26	27		32	34
27		24	29		34	35
28		25	26		25	27
29		25	26		32	32
30		22	27		30	31

Nota: Se asume que justo sobre el reductor la velocidad que desarrollan los vehículos es cero o cercana a cero, por lo que el radar no la puede determinar, porque su medición mínima es de 15 km/h aproximadamente.

Continúa

	REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)		REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)	
		50 m	20m		50 m	20m
1	7 E-O	25	23	7 O-E	44	37
2		26	23		38	18
3		28	27		31	39
4		25	29		31	33
5		26	23		28	16
6		21	33		20	16
7		24	33		40	34
8		20	24		41	35
9		37	25		32	29
10		31	25		28	27
11		24	25		32	22
12		26	32		29	26
13		25	30		29	26
14		29	32		31	25
15		29	29		26	21
16		29	23		34	30
17		38	36		37	29
18		43	27		29	32
19		29	34		29	16
20		24	26		39	36
21		38	37		28	27
22		38	40		33	22
23		35	27		33	24
24		29	36		27	19
25		34	31		29	29
26		36	16		35	25
27		27	25		35	26
28		33	25		28	22
29		32	36		31	24
30		29	39		30	21

Nota: Se asume que justo sobre el reductor la velocidad que desarrollan los vehículos es cero o cercana a cero, por lo que el radar no la puede determinar, porque su medición mínima es de 15 km/h aproximadamente.

Continúa

	REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)		REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)	
		50 m	20m		50 m	20m
1		40	38		38	34
2		29	26		25	20
3		28	26		21	16
4		34	29		24	20
5		29	17		36	32
6		29	17		38	34
7		25	24		31	22
8		30	29		31	22
9		42	38		47	43
10		26	23		39	36
11		20	16		35	29
12		20	16		30	22
13		20	16		32	26
14		35	31		29	23
15	8	36	35	8	31	18
16	E-O	31	27	O-E	31	18
17		31	27		35	29
18		45	41		32	30
19		25	17		43	40
20		20	18		29	20
21		27	21		16	21
22		27	21		46	43
23		35	26		48	45
24		35	26		26	25
25		33	28		41	32
26		32	29		32	25
27		29	22		48	46
28		43	27		38	31
29		32	30		36	33
30		38	24		32	37

Nota: Se asume que justo sobre el reductor la velocidad que desarrollan los vehículos es cero o cercana a cero, por lo que el radar no la puede determinar, porque su medición mínima es de 15 km/h aproximadamente.

Continúa

	REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)		REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)	
		50 m	20m		50 m	20m
1		34	27			
2		25	21			
3		28	25			
4		32	20			
5		32	26			
6		36	32			
7		34	28			
8		30	24			
9		35	32			
10		29	26			
11		37	37			
12		27	25			
13		27	25			
14		23	27			
15	9	38	29	10		
16	E-O	29	25	N-S	35	33
17		22	22			
18		32	36			
19		47	45			
20		36	31			
21		35	30			
22		39	31			
23		31	25			
24		30	29			
25		17	19			
26		32	29			
27		26	22			
28		34	29			
29		34	33			
30		32	27			

Nota: Se asume que justo sobre el reductor la velocidad que desarrollan los vehículos es cero o cercana a cero, por lo que el radar no la puede determinar, porque su medición mínima es de 15 km/h aproximadamente.

Continúa

	REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)		REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)	
		50 m	20m		50 m	20m
1		38	36		27	25
2		32	29		20	20
3		31	28		20	20
4		31	28		25	23
5		32	27		22	26
6		56	39		25	24
7		38	31		16	22
8		38	31		20	25
9		41	38		28	29
10		43	42		22	24
11		47	43		24	34
12		47	43		22	25
13		34	30		34	31
14		34	30		22	25
15	11	38	33	11	18	20
16	O-E	43	36	E-O	26	31
17		41	39		24	28
18		44	37		24	28
19		39	34		25	25
20		39	34		22	27
21		38	25		22	22
22		41	32		21	29
23		35	28		21	29
24		35	28		27	32
25		37	29		27	32
26		38	34		24	32
27		36	31		26	25
28		32	32		24	27
29		40	36		20	22
30		32	28		27	29

Nota: Se asume que justo sobre el reductor la velocidad que desarrollan los vehículos es cero o cercana a cero, por lo que el radar no la puede determinar, porque su medición mínima es de 15 km/h aproximadamente.

Continúa

	REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)		REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)	
		50 m	20m		50 m	20m
1		32	29		54	48
2		35	32		43	38
3		43	43		35	34
4		26	26		37	28
5		26	20		40	33
6		26	20		40	38
7		34	29		33	29
8		32	20		33	29
9		22	19		27	19
10		25	24		34	32
11		41	40		34	32
12		27	25		34	32
13		27	25		29	27
14		27	25		39	37
15	12	32	34	12	41	36
16	O-E	32	34	E-O	27	23
17		26	25		45	41
18		28	30		41	32
19		31	25		26	17
20		32	32		46	45
21		36	34		38	33
22		39	30		38	33
23		30	29		38	25
24		36	32		34	29
25		33	32		17	16
26		39	28		17	16
27		39	28		33	30
28		29	27		42	36
29		36	34		43	38
30		41	38		48	46

Nota: Se asume que justo sobre el reductor la velocidad que desarrollan los vehículos es cero o cercana a cero, por lo que el radar no la puede determinar, porque su medición mínima es de 15 km/h aproximadamente.

Continúa

	REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)		REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)	
		50 m	20m		50 m	20m
1	13 O-E	24	21	14 O-E	38	18
2		32	23		30	19
3		32	23		27	18
4		32	23		27	20
5		28	20		27	16
6		28	20		38	18
7		24	22		34	25
8		25	22		27	22
9		28	25		34	32
10		28	25		36	29
11		29	22		20	26
12		37	27		19	28
13		27	25		31	27
14		26	23		29	27
15		26	23		26	29
16		26	23		25	27
17		35	31		24	27
18		25	22		22	29
19		27	24		24	31
20		27	24		17	24
21		23	18		17	21
22		23	18		19	21
23		32	27		19	32
24		31	29		22	24
25		20	19		21	18
26		29	22		20	22
27		19	25		29	17
28		19	25		34	19
29		30	27		36	20
30		31	27		27	17

Nota: Se asume que justo sobre el reductor la velocidad que desarrollan los vehículos es cero o cercana a cero, por lo que el radar no la puede determinar, porque su medición mínima es de 15 km/h aproximadamente.

Continúa

	REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)		REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)	
		50 m	20m		50 m	20m
1					31	21
2					35	26
3					36	23
4					36	20
5					34	25
6					27	29
7					22	27
8					29	26
9					29	21
10					29	25
11					27	23
12					33	25
13					31	19
14					37	24
15	15			16	30	23
16	S-N	0	25	N-S	33	27
17					27	22
18					24	26
19					23	28
20					40	32
21					34	34
22					26	25
23					37	26
24					16	25
25					17	28
26					26	31
27					25	32
28					27	22
29					21	28
30					25	24

Nota: Se asume que justo sobre el reductor la velocidad que desarrollan los vehículos es cero o cercana a cero, por lo que el radar no la puede determinar, porque su medición mínima es de 15 km/h aproximadamente.

Continúa

	REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)		REDUCTOR	VELOCIDADES (km/h)	
		50 m	20m		50 m	20m
1	17 E-O	25	29	18 O-E		23
2		30	25			19
3		23	25			18
4		27	25			25
5		34	24			22
6		25	19			26
7		24	20			20
8		21	22			18
9		32	22			19
10		18	22			23
11		20	18			29
12		26	22			29
13		25	18			20
14		26	18			19
15		30	22			27
16		32	25			23
17		34	29			28
18		29	25			29
19		26	19			18
20		29	20			29
21		27	22			23
22		23	23			23
23		23	28			27
24		22	27			28
25		19	27			25
26		28	40			20
27		36	31			27
28		27	27			20
29		28	26			25
30		18	26			20

Fuente: Elaboración propia (2007)

Nota: Se asume que justo sobre el reductor la velocidad que desarrollan los vehículos es cero o cercana a cero, por lo que el radar no la puede determinar, porque su medición mínima es de 15 km/h aproximadamente.

5.3.2 Velocidades promedios alcanzadas a 50 m y 20 m de los reductores estudiados:

Tabla N° 6: Registro de velocidades promedio.

Reductor	Orientación	Velocidad promedio alcanzada (km/h)	
		50 m	20 m
1	S-N	28	27
2	N-S	35	31
3	O-E	31	27
4	N-S	31	30
5	E-O	31	26
6	O-E	31	32
7	E-O	30	29
	O-E	32	26
8	E-O	31	26
	O-E	34	29
9	E-O	31	28
10	N-S	35	33
11	O-E	38	33
	E-O	24	26
12	O-E	32	29
	E-O	36	32
13	E-O	27	24
14	O-E	27	23
15	S-N	-	25
16	N-S	29	26
17	E-O	26	24
18	O-E	-	23

Fuente: Elaboración propia (2007)

Nota: Los reductores 15 y el 18 no cuentan con una medición a los 50 m debido a que a esta distancia se encuentra para ambos casos una intersección. En el caso del 18 a los 50 m se encuentra la Av. Luis Roche, por lo que la velocidad de desarrollo de los vehículos no es determinante para el reductor; en el caso del reductor 15 se encuentra el acceso al Municipio Sucre, siendo imposible, al igual que el caso anterior, tomar la medición.

5.4 CONTEOS VEHICULARES

Para comparar si el volumen vehicular ha cambiado luego de la colocación de los elementos, se realizan una serie de conteos vehiculares, siendo los días idóneos para ello de martes a jueves, exceptuando aquellos no laborables, con una duración de 15 minutos, en horas valle, siendo éstas aquellas donde los conductores puedan transitar sin interrupciones, ya que condiciones de congestión afectan el volumen de vehículos a evaluar.

5.4.1 Medición de los vehículos que circulan por las vías de estudio, discriminando los vehículos pesados y de transporte público colectivo: las mediciones que se muestran en la tabla 7 fueron realizadas entre las 9:30 y 11:30 a.m.

Tabla Nº 7: Registro de conteos vehiculares realizados.

Reductor	Orientación	Tiempo (min)	Vehículos particulares	Vehículos pesados	Transporte público
1	S-N	15	68	2	0
2	N-S		84	1	2
3	O-E		62	2	0
4	N-S		79	3	1
5	E-O		131	7	2
6	O-E		25	2	0
7	E-O		82	5	0
	O-E		25	2	0
8	E-O		82	5	0
	O-E		26	1	0
9	O-E		18	1	0
10	N-S		1	0	0
11	E-O		38	2	0
	O-E		68	1	0
12	E-O		40	2	0
	O-E		71	1	0
13	O-E		49	2	1
14	O-E		88	5	1
15	S-N	1	0	0	
16	N-S	88	0	2	
17	E-O	54	0	0	
18	O-E	138	0	0	

Fuente: Elaboración propia (2007)

5.5 ACCIDENTALIDAD

Para realizar el análisis comparativo de la frecuencia de accidentes, antes y después de la colocación de los reductores (ver Tabla 16), es necesario contrastar el número de accidentes registrados por el I.A.T.T.C (ver tabla 8) y la data suministrada por la Dirección de Obras Públicas y Servicios (D.O.P.S) referida a la construcción de los dispositivos (ver Tabla 9)

5.5.1 Accidentalidad según registros suministrados por el I.A.T.T.C: la tabla 8 muestra los accidentes suscitados en las zonas donde se ubican los reductores a ser evaluados desde el año 2004 hasta la

actualidad.

Tabla Nº 8: Registro de accidentes en la zona de estudio

Reductor asociado	Ubicación	Número de Accidentes por año			
		2004	2005	2006	2007
1	5ta. Av. Con la 6ta. Transversal	-	1	5	6
2	5ta. Av. Con la 6ta. Transversal				
4	5ta. Av. con la 7ma. Transversal	-	6	10	5
5	9na. Transversal con la 5ta. Av.	2	6	-	2
11	8va. Transversal entre la 4ta y la 5ta. Av.	-	-	1	2
12	8va. Transversal entre la 4ta y la 5ta. Av.	1	1	7	3
14	8va. Transversal con 3ra. Av.	1	2	8	5
16	2da Av. con 5ta. Transversal	-	-	7	3
18	4ta. Transversal con Av. Luis Roche	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia con base en datos suministrados por el I.A.T.T.C. Chacao (2007)

5.5.2 Fecha de construcción de los reductores de velocidad con data

previa: la tabla 9 muestra los datos suministrados por la D.O.P.S. referentes a la fecha de construcción de los reductores con data previa, con lo cual se identificará en conjunto con la tabla 8, si se presenta una mejoría en cuanto a la accidentalidad (ver tabla Nº 9)

Tabla Nº 9: Fecha de construcción de los reductores con data previa.

Reductor asociado	Ubicación	Fecha de Construcción del reductor
1	5ta. Av. Entre 6ta. y 7ma. Transv.	2006
2	5ta. Av. Entre 8va. y 7ma. Transv.	2006
11	8va. Transv. entre 4ta. y 5ta. Av.	2006
12	8va. Transv. entre 4ta. y 5ta. Av.	2006
14	3ra. Av. entre 7ma. y 8va. Transv.	2005
15	Calle Municipio.	2004
16	2da. Av. entre 6ta. y 5ta. Transv.	2005
18	Sector Popular Pajaritos.	2004

Fuente: Elaboración propia con base en datos suministrados por la D.O.P.S. (2007)

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 VELOCIDADES

Los datos suministrados por el estudio del I.A.T.T.C. muestran las velocidades desarrolladas por los vehículos a lo largo del tramo de estudio, ya que no se tiene determinado el sitio donde se va a colocar el reductor de forma tal que el mismo sea funcional y sobre todo que garantice condiciones adecuadas de seguridad vial.

A la hora de realizar la comparación entre dichos datos con los obtenidos en el estudio actual, se considera verificar las mismas tanto con las velocidades desarrolladas a 50 m. como a 20 m. del elemento. La distancia existente entre los reductores permite considerar sí los mismos cumplen con su función a lo largo de toda la vía, es por ello que para determinar el comportamiento de los vehículos en los tramos intermedios se comparan las velocidades a los 50 m, considerada ésta como la desarrollada por los conductores a lo largo de la vía, ya que a dicha distancia no se tiene visión del elemento modificador.

La tabla N° 10 muestra las velocidades desarrolladas por los vehículos, tanto antes como después de la colocación del reductor, verificando en función al criterio de cumplimiento sí las velocidades han disminuido.

Tabla Nº 10: Comparación de velocidades desarrolladas antes y después de la colocación (reductores con información previa).

Reductor	Orientación	ANTES	DESPUÉS		Criterio de Cumplimiento	Disminución (%)
		Velocidad (km/h)	Velocidad (km/h)			
			A 50 m	A 20 m		
1	S-N	28.3	28	27	CUMPLE	5
2	N-S	30.5	35	31	NO CUMPLE	-
4	N-S	30.5	31	30	NO CUMPLE	-
11	E-O	42	38	33	CUMPLE	26
11	O-E	42	24	26	CUMPLE	60
12	E-O	42	32	29	CUMPLE	43
12	O-E	42	36	32	CUMPLE	31
14	O-E	30.4	27	23	CUMPLE	30
16	N-S	34.3	29	26	CUMPLE	32
17	E-O	31.9	26	24	CUMPLE	34
18	O-E	33.33	-	23	CUMPLE	31

Fuente: Elaboración propia (2007)

Como se observa, no se presentan disminuciones de velocidad de circulación en la 5ta. Avenida con 6ta. Transversal, ubicación correspondiente a los reductores 2 y 4.

Aquellas zonas donde están ubicados el resto de los reductores con información previa, si se presentan disminuciones de los rangos de velocidad desarrollados, lo cual cumple con las expectativas, dicha disminución se encuentra entre el 5 y el 60%, tal como se muestra en la tabla 10.

Para el caso de aquellos elementos modificadores de velocidad con los que no se contaba con información previa se procede a evaluar las velocidades desarrolladas por los vehículos con los rangos que presenta el “Manual de Vialidad Urbana, Ministerio de Desarrollo Urbano (MINDUR) 1981” según la jerarquía funcional de la vía, considerándose entre 15 y 30 km /h para las vías de

tipo local, y entre 30 y 40 km /h para las colectoras.

Tabla N° 11: Comparación de velocidades desarrolladas antes y después de la colocación (reductores sin información previa).

Calle o Avenida	Sentido	Reductores colocados	Jerarquía Funcional	Velocidad 20 m (km/h)	Velocidad considerada (km/h)	Criterio de Cumplimiento
6ta Transversal	O-E	3	Local	27	Hasta 30	Cumple
9na Transversal	E-O	5		26	Hasta 30	Cumple
		7		29	Hasta 30	Cumple
		8		26	Hasta 30	Cumple
		9		28	Hasta 30	Cumple
		6		32	Hasta 30	No Cumple
9na Transversal	O-E	7		26	Hasta 30	Cumple
		8		29	Hasta 30	Cumple
		10		26	Hasta 30	Cumple
11va Transversal	N-S	10		26	Hasta 30	Cumple
8va Transversal		13		24	Hasta 30	Cumple
Calle Municipio	S-N	15		25	Hasta 30	Cumple
2da Avenida	N-S	16		33	Hasta 30	No Cumple

Fuente: Elaboración propia (2007)

Nota: en la tabla anterior se compara con la velocidad desarrollada a los 20 m debido que es a ésta distancia donde el conductor observa la presencia del obstáculo, y es en ese momento donde comienza a reducir su velocidad de recorrido.

Las calles y avenidas donde están ubicados los reductores se consideran vías de tipo local; los reductores 6 y 16 no cumplen con su función por no disminuir la velocidad considerada por el manual precitado, excediéndose en un 6,6 y 10%, dicho exceso no se considera significativo. El resto de los reductores estudiados en esta fase presentan un comportamiento idóneo, al llevar a los usuarios a mantener velocidades acordes con la jerarquía funcional de la vialidad en estudio.

Dentro del estudio de velocidades juegan un papel importante las características operacionales de los reductores; dentro de las mismas está el funcionamiento en serie de dichos elementos. Para verificar si los elementos estudiados trabajan en serie, aún cuando no fueron diseñados ni construidos bajo

esa óptica, se analizan aquellos reductores contiguos, tomando en cuenta la uniformidad de las velocidades desarrolladas y la distancia total que los agrupa.

Tabla N° 12: Verificación del trabajo en serie de los reductores contiguos.

Reductor	Sentido	Espaciamiento (m)	Velocidad (km/h)	Promedio (km/h)	Distancia de Serie < 800 m
2	N-S		31	30,5	Cumple
4		156	30		
6	O-E		32	29	Cumple
7		96	26		
8		100	29		
7	E-O		29	27,5	Cumple
8		100	26		
11	O-E		33	31	Cumple
12		140	29		
11	E-O		26	29	Cumple
12		140	32		

Fuente: Elaboración propia (2007)

En la tabla anterior se observa que todos aquellos reductores contiguos cumplen con la distancia necesaria para trabajar en serie, ya que según el documento “Seguridad Vial” del Departamento de Ingeniería Vial de la U.C.V., para que los reductores trabajen en serie es necesario que la distancia existente entre los mismos no supere los 800 m. Con respecto a las velocidades, la diferencia entre ellas y el promedio calculado no supera los 5km/h, siendo este valor el límite propuesto a criterio propio para verificar la uniformidad de las

velocidades desarrolladas. De lo antes expuesto se determina que los reductores mostrados en la tabla trabajan como una serie; para el resto de los reductores no se realiza el estudio de dicha característica operacional debido a que no están ubicados de forma contigua y presentan entre ellos intersecciones.

Dentro del análisis de los rangos de velocidad desarrollados por los vehículos se considera la visibilidad como un elemento fundamental, ya que en la mayoría de las vías que fueron estudiadas se presentan pendientes pronunciadas, que podrían afectar el funcionamiento del reductor.

Para verificar lo anteriormente expuesto se espera que la velocidad a los 50 m del reductor sea mayor que a los 20 m, esta condición se estudia en todos los elementos modificadores, obteniéndose la tabla N° 13:

Tabla N° 13: Condición de visibilidad en los reductores.

Reductor	Orientación	Velocidad promedio alcanzada (km/h)		Condición de Visibilidad
		50 m	20 m	
1	S-N	28	27	Cumple
2	N-S	35	31	Cumple
3	O-E	31	27	Cumple
4	N-S	31	30	Cumple
5	E-O	31	26	Cumple
6	O-E	31	32	No cumple
7	E-O	30	29	Cumple
	O-E	32	26	Cumple
8	E-O	31	26	Cumple
	O-E	34	29	Cumple
9	E-O	31	28	Cumple
10	N-S	35	33	Cumple
11	O-E	38	33	Cumple
	E-O	24	26	No cumple
12	O-E	32	29	Cumple
	E-O	36	32	Cumple
13	E-O	27	24	Cumple
14	O-E	27	23	Cumple
15	S-N	-	25	Cumple
16	N-S	29	26	Cumple
17	E-O	26	24	Cumple
18	O-E	-	23	Cumple

Fuente: Elaboración propia (2007)

Para el caso de los reductores 6 y 11 los resultados obtenidos no son los esperados, esto se debe a que la pendiente de la vía no permite al conductor visualizar el reductor con la antelación requerida para que éste disminuya la velocidad; para el caso del reductor 6 la pendiente de la vía cambia de positiva a cero después de pasar la señal horizontal asociada, es decir, a los 20 m aproximadamente.

Con respecto al elemento modificador número 11, se presenta una situación similar al anterior, ya que en el tramo de vía previo al reductor en sentido Este – Oeste la pendiente cambia de positiva a negativa, ubicando al reductor justo después de dicho cambio, con lo cual el conductor no se percata de la presencia

del elemento. Cabe destacar que para este reductor no existen señales verticales asociadas que informen al conductor sobre la existencia del obstáculo en la vía.

6.2 CONTEOS VEHICULARES

Otro de los elementos a evaluar dentro del estudio de tránsito es el volumen y tipo de vehículos que transitan en la vía. Para el caso de los elementos con los que se cuenta con información previa se elabora la tabla N° 14.

Tabla N° 14: Comparación del total de vehículos antes y después de la colocación.

Reductor	Orientación	Antes de la colocación		Después de la colocación			
		Volúmen (veh)	Vehículos Pesados (veh)	Volúmen (veh) (15 min)	5% volúmen	Vehículos Pesados (veh)	Transporte Público (veh)
1	S-N	264	No representativo	68	3	2	0
2	N-S	272	No representativo	84	4	1	2
4	N-S	272	No representativo	79	4	3	1
11	E-O	164	No representativo	38	2	2	0
11	O-E	160	No representativo	68	3	1	0
12	E-O	164	No representativo	40	2	2	0
12	O-E	160	No representativo	71	4	1	0
14	O-E	256	No representativo	88	4	5	1
16	N-S	56	No representativo	88	4	0	2
17	E-O	102	No representativo	54	3	0	0
18	O-E	52	No representativo	138	7	0	0

Fuente: Elaboración propia (2007)

Se observa en el cuadro anterior que la cantidad de vehículos de carga en las zonas de los reductores discriminados es considerada “no representativo”, ya que los vehículos de este tipo no superaron el 5% del conteo total realizado por el I.A.T.T.C, dicho porcentaje es el propuesto por el Instituto en su Informe de evaluación de la factibilidad de la colocación de reductores de velocidad, el cual fue mantenido dentro del análisis postcolocación. Además, el transporte público entra dentro de la misma categoría, debido al poco tránsito cuantificado.

Al analizar el volumen de vehículos que transitan en la vía es importante

considerar si el mismo ha variado luego de la colocación del reductor, lo que convertiría a este último en un elemento modificador del tránsito; este análisis se detalla en la tabla N° 15.

Tabla N° 15: Comparación de vehículos livianos antes y después de la colocación.

Reductor	Orientación	ANTES	DESPUÉS	¿Conteo _a > Conteo _b ?	Disminución %
		Conteo _a (veh)	Conteo _b (veh)		
1	S-N	264	68	SI	26
2	N-S	272	84	SI	31
4	N-S	272	79	SI	29
11	E-O	164	38	SI	23
11	O-E	160	68	SI	43
12	E-O	164	40	SI	24
12	O-E	160	71	SI	44
14	O-E	256	88	SI	34
16	N-S	56	88	NO	-
17	E-O	102	54	SI	53
18	O-E	52	138	NO	-

Fuente: Elaboración propia (2007)

Como se observa anteriormente los reductores 16 y 18, presentan mayor tránsito de vehículos luego de su colocación, una de las razones de dicho aumento se debe a que en las zonas se ha incrementado la actividad comercial, también al crecimiento natural del tránsito y del parque automotor; el volumen de tránsito automotor para el resto de los reductores presentó disminución comprendida entre el 23 y el 53%.

En aquellas zonas donde disminuye el tránsito de vehículos se debe a que los conductores han optado por circular por vías alternas, de forma tal de evadir

los reductores, esto se considera positivo para la vía estudiada pero para las vías cercanas se convierte en un problema, ya que hay un aumento marcado del flujo vehicular que por las mismas circula.

6.3 ACCIDENTALIDAD

Para realizar el análisis comparativo de la frecuencia de accidentes se contrastó la data suministrada por el I.A.T.T.C. referente a los accidentes registrados desde el 2004 hasta la fecha de construcción en las zonas donde se encuentran ubicados los dispositivos, con los suscitados después de la misma fecha, análisis que se observa en la tabla N° 16.

Tabla N° 16: Comparación de accidentes antes y después de la colocación, incluyendo tipología del accidente.

Reductor asociado	Ubicación	Fecha de Construcción del reductor	Accidentes		Tipo de Accidente	
			Antes	Después	Daños Materiales	Lesionados
1	5ta. Av. Entre 6ta. y 7ma. Transv.	2006	6	6	√	
2	5ta. Av. Entre 8va. y 7ma. Transv.	2006	16	5	√	
11	8va. Transv. entre 4ta. y 5ta. Av.	2006	1	2	√	
12	8va. Transv. entre 4ta. y 5ta. Av.	2006	9	3	√	
14	3ra. Av. entre 7ma. y 8va. Transv.	2005	3	13	√	√
15	Calle Municipio.	2004	0	0	√	
16	2da. Av. entre 6ta. y 5ta. Transv.	2005	0	10	√	
18	Sector Popular Pajaritos.	2004	0	0	√	

Fuente: Elaboración propia (2007)

Según la tabla N° 16, se observa en los reductores 2 y 12 una disminución aproximada del 70% de los accidentes; mientras que en el 1, 15 y 18 no hubo cambios en el número de accidentes suscitados; mientras que en el 11, 14 y 16 se genera un impacto contrario a su objetivo, ya que aumentó la cantidad de accidentes en la vía.

Con respecto a la tipología de los accidentes, el I.A.T.T.C. detalla que en su mayoría son de tipo colisión entre vehículos con daños materiales, y muy pocos

con lesionados, más no especifican las características de la colisión, la existencia de fallecidos o arrollados en los mismos.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 VELOCIDADES

Del análisis correspondiente a las velocidades desarrolladas por los conductores en la zona de estudio, se considera la pendiente de la vía y la escasez de señales verticales asociadas como factores predominantes en la efectividad del reductor colocado.

7.1.1 Reductores con información previa

En los casos de los reductores 2 y 4, se observó que la velocidad con la que transitan los vehículos actualmente es superior a la registrada antes de la colocación de dichos elementos, debido a que ambos se encuentran colocados en una vía de pendiente pronunciada y negativa, por lo que los vehículos tienden a desarrollar velocidades elevadas dificultando el funcionamiento óptimo del reductor colocado.

Otra característica asociada al mal funcionamiento de los reductores mencionados anteriormente es que los mismos están ubicados en la Quinta Avenida, cuyo diseño corresponde a una vía de carácter local, que ante el crecimiento del tránsito automotor y la utilización de la misma como vía alterna, se ha convertido en una vía colectora en su operación. Se recomienda para estos casos la colocación de bandas sonoras previas al reductor, de forma que se incite al conductor a disminuir su velocidad de recorrido.

Con respecto al resto de los reductores con información previa, se observa que las velocidades disminuyeron, por lo que se considera que los reductores están cumpliendo con su función.

7.1.2 Reductores sin información previa

Para los casos de aquellos reductores sin información previa, se denota que todos cumplen, exceptuando el 6 y el 16, con las velocidades especificadas en el Manual de Vialidad Urbana (MINDUR), el cual las discrimina según la jerarquía funcional de la vía.

El no cumplimiento del reductor 6, se debe a la ausencia de señales verticales asociadas, además de que el reductor parece no representar un obstáculo para el conductor, mas sí la intersección próxima al mismo; ante esta situación se recomienda la disposición de señales verticales que adviertan la cercanía del elemento, así como también la colocación de bandas sonoras previas al reductor, las cuales provocarán una disminución de la velocidad de recorrido mayor a la que actualmente se produce.

Con respecto al reductor 16, se puede atribuir el comportamiento a la pendiente de la vía, la cual dificulta que los vehículos reduzcan la velocidad por debajo de la considerada, de igual forma se recomienda, la colocación de señales verticales que informen al conductor sobre la cercanía del obstáculo.

Se recomienda considerable la colocación de señales que identifiquen el carácter de la vía, así como también la velocidad a desarrollar, de forma tal de inducir a los conductores a manejar con velocidades moderadas.

En el momento del estudio de factibilidad de colocación de los reductores no fue considerada la posibilidad de construir elementos en serie, ya que dichos estudios se enfocan en casos particulares. Dentro de la investigación se obtuvo

que algunos modificadores están trabajando en serie, lo que se traduce en que la velocidad de circulación se mantiene constante a lo largo del tramo donde están presente dichos reductores, lo cual garantiza la seguridad, tanto de los conductores como de los peatones.

En el caso de los reductores 9, 13 y 14 no se estudia su funcionamiento en serie, debido a la existencia de intersecciones previas a los mismos, las cuales afectan el desarrollo de las velocidades y el flujo de vehículos. De igual forma, los reductores 10, 15, 16, 17 y 18 no fueron evaluados en este aspecto, ya que los mismos no tienen elementos modificadores próximos a ellos, lo cual evidencia que dichos reductores no pueden considerarse dentro del funcionamiento en serie.

7.1.3 Visibilidad

Las velocidades a los 50 m y a los 20 m fueron analizadas para verificar la visibilidad de los reductores, ya que al ser la velocidad a los 20 m menor que a los 50 m se puede validar que el conductor observó el elemento modificador. Esta premisa se cumple en casi la totalidad de los reductores, exceptuando el 6 y el 11 (Este-Oeste), dicho incumplimiento se asocia a la falta de la señales asociadas y al cambio de pendiente de la vía, elementos que afectan la visibilidad del conductor.

Para dar solución a la falta de visibilidad de los reductores estudiados se recomienda, en el caso del reductor 11 evaluar la reubicación del mismo, colocándolo en sentido Este – Oeste antes del cambio de pendiente de la vía, o inclusive a 20 o 30 m luego de dicho cambio.

Nuevamente se recomienda la colocación de señales verticales asociadas para todos los reductores estudiados, haciendo uso de las reglamentarias para tal efecto; y también el repintado de aquellos reductores que por efecto de los distintos factores naturales presentan desgaste de la pintura de su demarcación.

7.2 CONTEOS VEHICULARES

Con respecto al volumen de automóviles que transitan en la zona, se observa, según los resultados obtenidos del conteo vehicular, que un porcentaje de los conductores ha dejado de transitar en dichas vías, esto se debe a que los reductores causan molestias al obligar al conductor a disminuir su velocidad de recorrido; esto último es importante y debe ser evaluado si las vías por las que ahora los conductores circulan presentan problemas con respecto a la seguridad.

El volumen de tránsito de carga no se considera representativo en la zona estudiada debido a que es menor del 5% del tránsito, por lo que no afecta las velocidades de circulación desarrolladas. En algunas transversales se observó la presencia de dichos vehículos, esto se debe a que actualmente se están construyendo algunas edificaciones, con lo que se estima que el número de vehículos pesados disminuya cuando estas actividades finalicen, confirmando que la presencia de los mismos no es representativa.

Con respecto al servicio de transporte público desarrollado en la zona, la ruta existente no genera mayor afectación al desenvolvimiento del tránsito, ya que la misma es de carácter intermunicipal. Se recomienda, sin embargo, realizar un estudio de dicha ruta, a fin de definir si las paradas existentes están ubicadas en el

lugar correcto y si se hace uso del conjunto de señales requeridas para visualizar las mismas, de forma tal que se garantice la seguridad y su buen funcionamiento.

En aquellas zonas donde aumentó el flujo vehicular luego de la colocación de los reductores, se considera que lo mismo sucede debido al aumento de la actividad comercial, tanto para el caso del reductor 16, ubicado en la 2da. Avenida, como para el 18, que se encuentra en la 4ta. Transversal. Este último también se ve afectado por estar ubicado en la primer acceso desde la Av. Luís Roche hacia el sector Los Palos Grandes.

7.3 ACCIDENTALIDAD

Dentro de los parámetros para analizar la efectividad de los reductores se encuentra la accidentalidad, y es en función a la disminución de dichos eventos que se puede considerar que los elementos modificadores cumplen o no con su función.

Dicho planteamiento se puede determinar sólo en los casos de aquellos reductores con información previa, obteniéndose que casi la totalidad de los mismos cumplen con la premisa planteada. Para el caso del reductor 11 cuya ubicación corresponde a la 8va. Transv. entre 4ta y 5ta Av., se observa que se genera un impacto contrario debido al aumento de accidentes.

Lo antes expuesto no se considera como factor determinante para identificar que el reductor 11 sea un generador de accidentes, ya que si se plantea un estudio general del tramo de la 8va. Transversal entre 4ta y 5ta Av., se podrá constatar que hubo una disminución de los accidentes tránsito, por lo que se

determina que el trabajo en conjunto de los reductores 11 y 12 cumple con la premisa inicial; aún así, deben considerarse los problemas de visibilidad y de falta de señales de tránsito presentes en este reductor, con lo que se reitera nuevamente las recomendaciones señaladas con anterioridad.

Para el caso del reductor 14, ubicado en la 8va. Transversal con 3era. Av., se observa que hay un aumento en la accidentalidad, mas no se puede concluir que esto se deba a la existencia del reductor. Se puede considerar que la cantidad de accidentes suscitados se debe al elevado flujo vehicular observado en la intersección próxima al reductor, esto como resultado de que la 8va. Transversal es la última que le permite a los conductores de la Av. Luís Roche entrar a la urbanización Los Palos Grandes.

Con respecto al reductor 16, la cantidad de accidentes es mayor debido a tres causas puntuales; la primera y más contundente, es la presencia a lo largo del Colegio Shontal de un área para estacionarse, donde los padres y representantes ubican sus vehículos de forma arbitraria, disminuyendo así la capacidad de servicio de la misma e incrementando el índice de accidentes, posiblemente debido a la frustración que ello produce en los conductores.

La segunda causa es la presencia del Centro Comercial Las Cúpulas, el cual no cuenta con un área de estacionamiento lo suficientemente amplia para la cantidad de usuarios del mismo, lo que origina la utilización inadecuada de la vía. La tercera y última es la pendiente de la misma, característica importante a la hora de determinar las causas de la accidentalidad, ya que la pendiente de la 2da.

Avenida es bastante pronunciada (9% aprox.), dificultándole a los conductores la disminución de su velocidad de recorrido y pudiendo originarse accidentes por lo mismo.

Tanto para el caso del reductor 14 como del 16, no se puede determinar que la colocación de los mismos es la causa de los accidentes, debido a la gran cantidad de elementos perturbadores que se encuentran a lo largo de la vía donde los mismos están ubicados, mas sí se puede concluir que el reductor 16 presenta ciertas características contrarias a lo esperado con su colocación, ya que además de la situación con la accidentalidad el mismo no cumple con la velocidad de recorrido debida.

Ante lo anteriormente expuesto se recomienda estudiar la posibilidad de colocar uno o más reductores de velocidad previos al 14, de forma tal que se obligue a los conductores a disminuir sus velocidades antes de llegar a la intersección. De igual forma, se plantea la realización de un estudio para determinar la factibilidad de la colocación de un semáforo en la intersección de la 3ra. Av. con la 8va transversal, medida que se considera idónea para controlar el paso vehicular, el cual va de la mano con un análisis integral del tránsito en el sector.

Con respecto al reductor 16, se recomienda eliminar el área de estacionamiento "arbitraria" creada frente al Colegio Shontal e implementar un sistema donde en las horas de entrada y salida de los escolares, los vehículos de sus representantes circulen del lado izquierdo de la vía sin estacionarse. De igual

forma, evitar que se estacionen los vehículos a lo largo de la 2da. Avenida entre la 5ta. y 4ta. Transversal, de forma tal que la capacidad de la vía se mantenga tal como fue diseñada. También se recomienda realizar un estudio para determinar la factibilidad de la colocación de bandas sonoras en un tramo de la vía antes nombrada.

7.4 ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD ELABORADOS POR EL I.A.T.T.C.

Se recomienda que en el Informe de Evaluación de Factibilidad de Colocación de Reductores de Velocidad se coloque la fecha en la cual se realizó el mismo, ya que eso permite llevar de mejor forma la cronología de la ejecución de los mismos.

De igual forma se plantea mejorar el sistema utilizado dentro del Instituto con respecto al manejo de la información de incidentes, de forma tal que sea posible el acceso a la data generada de todos aquellos estudios que se realicen. De igual forma, crear un modelo para el Informe, donde se especifique el método para la valoración de los distintos criterios que evalúan las condiciones operacionales de la vía, utilizando las características propias de la vía a estudiar para determinar los pesos del grupo, de forma tal que los mismos no dependan en su totalidad de la persona encargada del estudio, lo que se traduce en la obtención de información más objetiva y en la unificación de los criterios a evaluar.

Se considera relevante la homologación de los datos manejados tanto por el I.A.T.T.C, como por el D.O.P.S, u otros entes de la Alcaldía de Chacao que

manejen la misma información, por lo cual se recomienda estructurar una base de datos, la cual le sirva de apoyo a todas las Direcciones de la Alcaldía y que permita el manejo adecuado y la óptima accesibilidad de la data.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bengaray, M. "Seguridad Vial". 2000. Publicaciones del Dpto. de Ingeniería Vial. U.C.V. – Facultad de Ingeniería – Escuela de Ingeniería Civil – Dpto. de Ingeniería Vial. Caracas, República Bolivariana de Venezuela.
2. Cerda, H. "Cómo Elaborar Proyectos. Diseño, Ejecución y Evaluación de Proyectos Sociales y Educativos". 2000. Cooperativa Editorial Magisterio. Colombia.
3. Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito. "Manual de Señalización de Tránsito de Chile". 1982. Chile.
4. Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito. "Estudio Índice de Seguridad de Tránsito". 2005. Chile.
5. Dirección de Seguridad Vial. "Manual de Seguridad Vial". 2005. Ministerio de Justicia y Seguridad. Gobierno de Mendoza. Argentina
6. Instituto Autónomo de Tránsito, Transporte y Circulación (I.A.T.T.C.). "Informe de evaluación de factibilidad de colocación de reductores de velocidad". (s/f). Alcaldía del Municipio Chacao, Edo. Miranda, República Bolivariana de Venezuela.
7. Krick, E. V. "Introducción a la Ingeniería y al Diseño en la Ingeniería". 2005. Editorial LIMUSA S.A. de V.V.Grupo NORIEGA Editores. México.
8. Ministerio de Desarrollo Urbano (MINDUR). "Manual de Vialidad Urbana". 1981. República Bolivariana de Venezuela.
9. Osuna, E. "Normas para la Elaboración, Presentación y Evaluación de los Trabajos de Grado (Tesis de Maestría)". 2000. Universidad Santa María.

Decanato de Postgrado y Extensión. Dirección de Investigación. Caracas.
República Bolivariana de Venezuela.

10. Secretaría de Comunicaciones y Transporte de México. Normativa para la Infraestructura de Transporte. Parte 10: Proyecto de Señalamiento y Dispositivos de Seguridad en calles y carreteras. Título 4: Proyecto de Dispositivos de Seguridad. Capítulo 6: “Dispositivos para el Control de la Velocidad”. 2005. México.
11. Secretaria de Movilidad de Bogotá D.C. “Manual de Señalización de la Alcaldía Mayor de Bogotá” (s/f). Bogotá, Colombia.
12. XXI Congreso Panamericano de Carreteras. “Manual Interamericano para el Control de Tránsito MTC – OEA”. 1991. Montevideo, Uruguay.

MEDIOS ELECTRÓNICOS

13. Alcaldía de Chacao Gobierno Municipal. República Bolivariana de Venezuela. 2001-2007. <http://www.chacao.gov.ve/>
14. Fondo de Prevención Vial. Dispositivos Reguladores de Tránsito. (s/f) Bogotá, Colombia.
http://www.fonprevial.org.co/htm/htm_docentes/dispositivos2.htm
15. Policía de Río Negro. Servicios. Seguridad Vial. 2006. Argentina.
<http://www.policia.rionegro.gov.ar/>
16. Movilidad y Desarrollo México A.C. Seguridad Vial. (s/f) México.
<http://seguridadvialmexico.org>
17. Cerbero. Definición de Método. (s/f). <http://www.monografias.com>

ANEXOS

ANEXO 1: VISTA SATELITAL DE LOS
REDUCTORES ESTUDIADOS

Reductor 1



Primer Reductor de Velocidad
Ubicación: 5ta Av. con 6ta Transversal, Urb. Los Palosgrandes.

Reductor 2



Reductor de Velocidad #2
Ubicación: 5ta Av. con 6ta trans. Urb. Los Palos Grandes

Reductor 3



Reductor de Velocidad #3
Ubicación: 6ta trans. con 5ta Av. Urb. Los Palos Grandes

Reductor 4



Reductor de Velocidad # 4
Ubicación: 5ta Av. con 7ma trans. Urb. Los Palos Grandes
Observación: el reductor se encuentra en el canal de bajada

Reductor 5



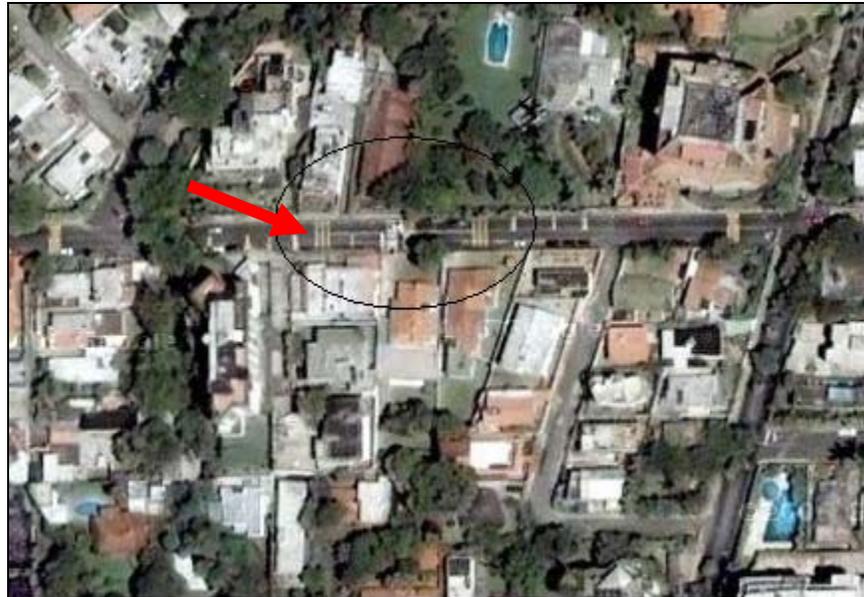
Reductor de Velocidad # 5
Ubicación: 9na trans. con 5ta Av. Urb. Los Palos Grandes

Reductor 6



Reductor de Velocidad # 6
Ubicación: 9na trans. con 5ta Av. Urb. Los Palos Grandes

Reductor 7



Reductor de Velocidad # 7
Ubicación: 9na Transversal. Urb. Los Palos Grandes. Zona Escolar

Reductor 8



Reductor de Velocidad # 8
Ubicación: 9na Trans. Urb. Los Palos Grandes. Cercano a Zona Escolar

Reductor 9



Reductor de Velocidad # 9
Ubicación: 9na trans. con 4ta Av. Urb Los Palos Grandes

Reductor 10



Reductor de Velocidad # 10
Ubicación: 11va trans. Urb. Los Palos Grandes. Zona Escolar

Reductor 11



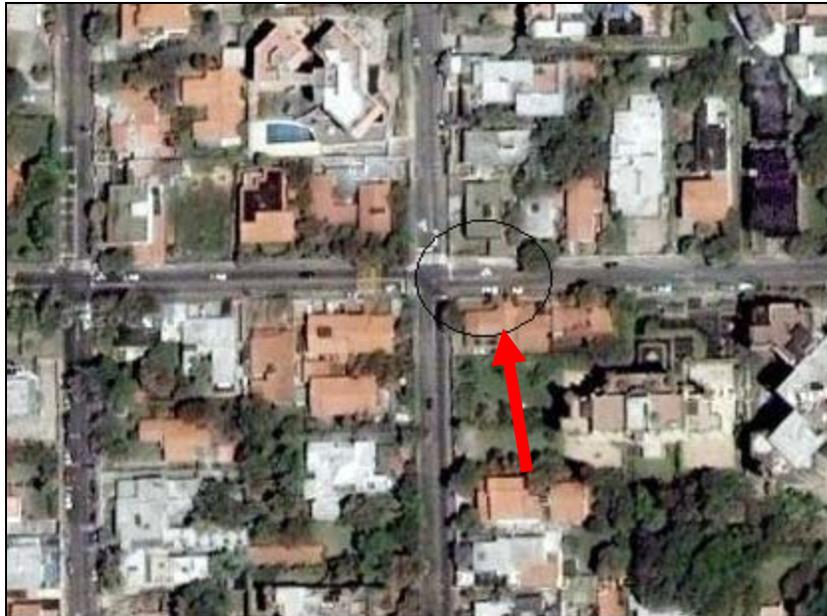
Reductor de Velocidad # 11
Ubicación: 8va trans. Urb. Los Palos Grandes

Reductor 12



Reductor de Velocidad # 12.
Ubicación: 8va Trans. Urb. Los Palos Grandes

Reductor 13



Reductor de Velocidad # 13.
Ubicación: 8va trans. con 4ta Av. Urb. Los Palos Grandes

Reductor 14



Reductor de Velocidad # 14
Ubicación: 8va Trans. con 3era Av. Urb. Los Palos Grandes

Reductor 15



Reductor de Velocidad # 15.
Ubicación: Calle Municipio. Urb. Los Palos Grandes. Entrando por la 5ta Av.

Reductor 16



Reductor de Velocidad # 16.
Ubicación: 2da Av. con 5ta Trans. Urb. Los Palos Grandes. Zona Escolar.

Reductor 17



Reductor de Velocidad # 17.
**Ubicación: 5ta Trans. con Av. Andres Bello. Urb. Los Palos
Grandes. Zona Escolar**

Reductor 18



Reductor de Velocidad # 18.
Ubicación: 4ta Trans. Pajarito. Urb. Los Palos Grandes

ANEXO 2:INFORME FOTOGRÁFICO

Reductor 1



Reductor 2



Reductor 3



Reductor 4



Reductor 5



Reductor 6



Reductor 7



Reductor 8



Reductor 9



Reductor 10



Reductor 11



Reductor 12



Reductor 13



Reductor 14



Reductor 15



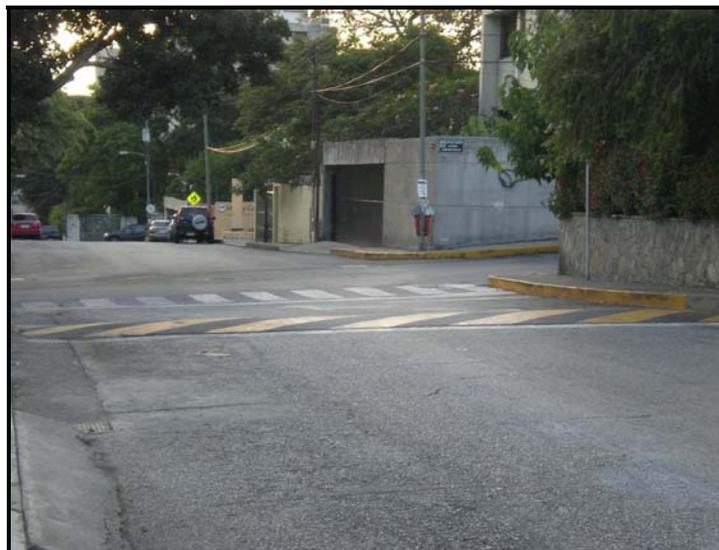
Reductor 16



5ta Av. Imagen que muestra la congestión ocasionada por el indebido uso de la vía como estacionamiento.



Reductor 17



Reductor 18



Fuente: Elaboración propia.