

**GUÍA PARA EL DISEÑO DE VÍAS LOCALES EMPLEANDO COMO CASO DE
ESTUDIO EL BARRIO VILLANUEVA DE BARRANCABERMEJA**

CAMILO ALEJANDRO MACIAS VERA

MARÍA ANGÉLICA ORELLANO DURÁN

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2017

GUÍA PARA EL DISEÑO DE VÍAS LOCALES EMPLEANDO COMO CASO DE ESTUDIO EL BARRIO VILLANUEVA DE BARRANCABERMEJA

CAMILO ALEJANDRO MACIAS VERA

MARÍA ANGÉLICA ORELLANO DURÁN

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil

Directora

SANDRA MILENA COTE VARGAS

Ingeniera Civil Ms.C

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2017

AGRADECIMIENTOS

A la universidad Industrial de Santander, nuestra alma máter, por brindarnos todas las herramientas y conocimientos para ser profesionales y ciudadanos íntegros.

A la Escuela de Ingeniería Civil y su cuerpo docente, por aportarnos los conocimientos indispensables para nuestra formación profesional.

A nuestra directora de proyecto, la ingeniera Civil Sandra Milena Cote Vargas, por su ofrecimiento, asesoría y apuntes brindados durante el tiempo que llevó el desarrollo de esta tesis.

A la oficina de Autopavimentación de Barrancabermeja por la información suministrada, sin la cual la realización del caso de estudio no hubiera sido posible.

Este triunfo va dedicado y ofrecido a Dios, que con su amor me ha ayudado a sortear todos los obstáculos, a respetar a los demás y a mantener mi mente fuerte y mi corazón dispuesto. Además, Dios por las siguientes personas que pusiste en mi camino te agradezco inmensamente:

A mi papá, Efrain Macias Camargo, porque con la infancia que me diste, utilizando herramienta, cambiando bujías, haciendo los muebles de la casa, haciendo todos los arreglos de la misma, con esa infancia llena de desafíos sé que soy capaz de todo, y aprendí a terminar todo lo que empiezo. Por eso este año termino mi carrera, y puedo decir que soy un ingeniero como mi pa!

A mi mamá, Lina Margarita Vera Santos, por ser mi mejor amiga desde que nací, por ver dragon ball z conmigo, por acompañarme en mis entrenamientos de futbol y por todos los sacrificios que has hecho. Gracias a todo ese tiempo compartido soy una persona llena de valores, una persona que sabe ayudar pero que también sabe cuándo pedir ayuda, una gran persona como mi má!

A mi hermana, Nadia Sofía Macias Vera, por haber sido una hermana que no jugaba con muñecas, sino que salía a jugar conmigo lo que fuera aunque al principio yo no ganaré por la edad. Gracias a eso tengo un espíritu competitivo y unas ganas de superarme cada día.

A mis padres y hermana en conjunto, por ser mis tres ejemplos a seguir, por inculcarme el amor a Dios y por darme la mejor familia que alguien pueda tener. Los tres párrafos anteriores no son ni una décima parte de todo lo que tengo por agradecerles.

A mis cuatro abuelos y a todos mis tíos por ser incondicionales, por su tiempo, por sus oraciones y por sus buenos deseos. Este triunfo también es de ustedes.

A mi novia, María Angélica Orellano Durán, por ser la mejor compañera de estudio, gracias a ti aprendí dejar las tentaciones y enfocarme más en el estudio que en cualquier otra cosa. Gracias por acompañarme en todas las rumbas, paseos, partidos y viajes.

Por último, agradezco a mis amigos, maestros y demás personas que han estado durante estos años de universidad, compartiendo y creando anécdotas para toda la vida.

Infinitas gracias a todos!!!!

CAMILO ALEJANDRO MACIAS VERA

Después de varios años de dedicación y esfuerzo, me llena de felicidad saber que concluí una de mis metas personales más anhelada, ser ingeniera civil. La cual no hubiese sido posible sin el apoyo y ayuda de muchas personas, por esto agradezco...

A Dios en primer lugar, por haberme guiado y acompañado durante este camino que decidí emprender, por escucharme y manifestarse de alguna manera para darme aliento en los momentos difíciles y tristes. A Él infinitas gracias.

A mi mamá, Damaris Durán, por siempre ser mi mayor apoyo, amiga, consejera y ejemplo a seguir. Porque con cada esfuerzo suyo, me sentí la hija más afortunada de tenerla y este logro es dedicado a ella.

A mi papá, Moises Orellano, por acompañarme a pesar de las circunstancias y por ser una de las personas que me inspiró para escoger esta carrera.

A mi hermano, Luis Alejandro, por ser mi compañero de vida, por estar presente en los momentos que más lo necesite, por cuidarme y porque sin él a mi vida le faltaría un “pitufo gruñón”.

A mi abuela, Umelina Rovira, por ser mi segunda mamá y estar ahí para nosotros cada vez que la necesitamos, por alcahuetearme y patrocinar mis travesuras y principalmente por darme todo su amor incondicional siempre.

A mis tíos, primos, y padrastro, por participar y estar atentos de este proceso; algunos desde la distancia. Así como a mi familia en el cielo que me cuida a diario, mis abuelitos Moises, Rafael y Trina y mis primos Gisella y Hernán Darío.

A mi novio, amigo, compañero de tesis, Camilo Alejandro, por ser paciente, dedicado y un gran apoyo para culminar con éxito este proyecto.

Y finalmente, a todas las personas que conocí a lo largo de esta etapa de mi vida, que con su amistad y cariño hicieron que esta experiencia fuese aún mejor de lo que imaginé, llena de anécdotas, diversión, estudio, viajes, en fin; amigos que serán para toda la vida.

¡Muchísimas gracias a todos!

MARÍA ANGÉLICA ORELLANO DURÁN

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. MARCO TEÓRICO	20
1.1 ¿Qué es una RED VIAL URBANA?	20
1.1.1 Clasificación de las vías urbanas	20
2. MARCO NORMATIVO	23
3. METODOLOGÍA	24
3.1 Recopilación del material bibliográfico.....	24
3.2 Selección, planeación y diseño del caso de estudio.....	24
3.2.1 Selección del caso de estudio.	24
3.2.2 Planeación del caso de estudio	25
3.2.3 Diseño del caso de estudio.....	26
3.3 Elaboración de la cartilla.....	27
4. CASO DE ESTUDIO: BARRIO VILLANUEVA	28
4.1 Estudios preliminares	28
4.1.1 Levantamiento topográfico.....	28
4.1.2 Estudio del tránsito	28
4.1.3 Registro fotográfico.....	31
4.2 Aspectos generales y caracterización de las vías	32
4.2.1 Vehículo de diseño	32
4.2.2 Pendientes longitudinales.....	33
4.2.3 Velocidad de diseño	34
4.2.4 Sentido de las vías	34

4.2.5 Número de carriles	36
4.3 Secciones transversales.....	37
4.3.1 Bombeo	38
4.3.2 Ancho de andén	39
4.3.3 Hombro de vía	39
4.3.4 Ancho de carril.....	40
4.3.5 Líneas de parqueo.....	40
4.3.6 Bordillos.....	40
4.3.7 Líneas para bicicletas.....	41
4.4 Intersecciones	41
5. PROPUESTA DE SEÑALIZACIÓN	44
5.1 Señalización vertical	44
5.2 Señalización horizontal.....	45
6. RECOMENDACIONES PARA PEATONES CON MOVILIDAD REDUCIDA	48
6.1 Vados	48
6.2 Descansos.....	50
7. CONCLUSIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....	55
ANEXOS	57

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura. 1 Clasificación vías urbanas en Barrancabermeja.	22
Figura. 2 Disposición de los movimientos para el aforo peatonal	29
Figura. 3 Detalle de la primera intersección	35
Figura. 4 Detalle de la vía propuesta	36
Figura. 5 Ejemplo de sección transversal para el barrio Villanueva utilizando el software AutoCAD Civil 3D Fuente: Elaboración propia	41
Figura. 6 Ejemplo de la verificación del giro del vehículo de diseño en una intersección.....	43
Figura. 7 Señal vertical de PARE.....	44
Figura. 8 Velocidad máxima permitida en el barrio Villanueva de 20 km/h	45
Figura. 9 Prohibido girar en U	45
Figura. 10 Detalle de la señalización propuesta en la calle 75 ^a entre carreras 35 y 34D	46
Figura. 11 Detalle de la señalización propuesta para la entrada del barrio Villanueva	47
Figura. 12 Detalle de la señalización propuesta para la Calle 75 entre carreras 35 y 35 A.....	47
Figura. 13 Requerimiento de espacio para peatones en silla de ruedas.....	48
Figura. 14 Vista en perfil de un vado.....	49
Figura. 15 Vista en planta de un vado.....	50
Figura. 16 Curvas de nivel del barrio Villanueva	57
Figura. 17 Nomenclatura y elementos urbanísticos actuales del barrio Villanueva	58
Figura. 18 Formato del aforo vehicular	60
Figura. 19 Resultados obtenidos del aforo peatonal en el día típico.....	70
Figura. 20 Resultados obtenidos del aforo peatonal en el día atípico	80

Figura. 21 Dimensiones y radio de giro del vehículo liviano.....94
Figura. 22 Sentido de las vías para el barrio Villanueva.95

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Número de peatones por minuto para cada uno de los andenes de la intersección en estudio en el día atípico.	29
Tabla 2. Número de peatones por minuto para cada uno de los andenes de la intersección en estudio en el día típico.	30
Tabla 3. Composición del tráfico en porcentaje del Día típico	30
Tabla 4. Composición del tráfico en porcentaje del Día atípico	30
Tabla 5. Pendiente longitudinal para cada tramo de vía del caso de estudio.	33
Tabla 6. Velocidad de diseño según la jerarquía de la vía y el tipo de terreno.	34
Tabla 7. Número de carriles para cada vía del barrio Villanueva	36
Tabla 8. Dimensiones de los elementos de la sección transversal de cada vía en el barrio Villanueva	37
Tabla 9 Clasificación de vados según escala urbana	49
Tabla 10. Formato del aforo peatonal.....	59
Tabla 11. Resultados obtenidos del aforo peatonal en el día típico	61
Tabla 12. Resultados obtenidos del aforo peatonal en el día atípico	66

LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Ejemplo de verificación del estado de las vías del caso de estudio.	25
Imagen 2. Foto de la carrera 35 entre calles 75 a y 76	31
Imagen 3. Foto de la Calle 75 ^a , entre carreras 35 a y 35 b.	32
Imagen 4. Portada de la guía	96

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Planos con las características actuales del barrio Villanueva.....	57
ANEXO B. Formatos utilizados para la realización del estudio del tránsito.....	59
ANEXO C. Resultados del estudio del tránsito tanto para aforo peatonal como vehicular.....	61
ANEXO D. Registro fotográfico del Barrio Villanueva	90
ANEXO E. Representación gráfica del vehículo de diseño	94
ANEXO F. Propuesta para la modificación del sentido de las vías en el barrio Villanueva	95
ANEXO G. Cartilla “Guía para el diseño de vías locales en Barrancabermeja”	96

RESUMEN

TÍTULO:	GUÍA PARA EL DISEÑO DE VÍAS LOCALES EMPLEANDO COMO CASO DE ESTUDIO EL BARRIO VILLANUEVA DE BARRANCABERMEJA*
AUTORES:	CAMILO ALEJANDRO MACIAS VERA MARÍA ANGÉLICA ORELLANO DURÁN**
PALABRAS CLAVE:	DISEÑO URBANÍSTICO, VÍAS LOCALES, ESTUDIO DEL TRÁNSITO, VEHÍCULO DE DISEÑO.

DESCRIPCIÓN

El presente documento contiene la información necesaria para la elaboración del diseño urbanístico de vías locales en la ciudad de Barrancabermeja, Santander; el cual se realizó a través de una metodología secuencial, coherente y de fácil entendimiento. Puesto que su objetivo final es el desarrollo de una cartilla guía que contenga además del proceso de diseño, referencias conceptuales y normativas, así como también la aplicación de un caso real en un barrio de la ciudad de estudio.

Para lograr este propósito, fue realizada inicialmente una revisión bibliográfica extensa en libros, manuales y normas que ayudaron a la consolidación de los conceptos utilizados tanto en la cartilla como en el ejemplo de apoyo. Adicionalmente fue requerido un estudio del tránsito, cuyos resultados tanto para vehículos como para peatones fueron determinantes, pues en el primer caso éste fue útil a la hora de seleccionar el vehículo de diseño y posterior revisión de las intersecciones, y en el segundo caso, su función principal fue establecer las dimensiones necesarias de los andenes.

Asimismo, paralelamente estas actividades fueron plasmadas de manera gráfica a través del software AutoCAD Civil 3D, donde se muestra materializado el caso de estudio, con sus respectivas secciones transversales, direcciones de flujo para cada calle, señalización e intersecciones.

*Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería civil. Directora: Sandra Milena Cote Vargas, Ingeniera Civil Ms.C

ABSTRACT

TITLE: GUIDE FOR THE DESIGN OF LOCAL ROADWAYS USING AS A STUDY CASE THE NEIGHBORHOOD VILLANUEVA OF BARRANCABERMEJA*

AUTHORS: CAMILO ALEJANDRO MACIAS VERA
MARÍA ANGÉLICA ORELLANO DURÁN**

KEYWORDS: URBANISTIC DESIGN, LOCAL ROADWAYS, TRAFFIC STUDY AND DESIGN VEHICLE.

DESCRIPTION

The current document contains necessary information for the elaboration of an urbanistic design of local roadways in the city of Barrancabermeja, Santander; which was done through a sequential, coherent and easy to understand methodology. Since its final objective is the development of a guidebook that contains besides the design process, conceptual and normative references, as well as the application of a real case in a neighborhood of the study city.

To achieve this purpose, was initially made an extensive bibliographic review in books, manuals and normatives that helped to consolidate the concepts used in the guide book and the supporting example. In addition, a study of the traffic was required, whose results for vehicles and pedestrians were determinant, since in the first case this was useful at the time of choosing the design vehicle and later for a review of the intersections, and in the second case, its main function was to establish the necessary dimensions of the pedestrian platforms.

At the same time, these activities were graphically modeled through AutoCAD Civil 3D software, which shows the study case, with its respective cross sections, flow directions for each street, signaling and intersections.

*Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería civil. Directora: Sandra Milena Cote Vargas, Ingeniera Civil Ms.C

INTRODUCCIÓN

El presente escrito, “Guía para el diseño de vías locales empleando como caso de estudio el Barrio Villanueva de Barrancabermeja”, tiene como alcance elaborar un documento de consulta dirigido a estudiantes y profesionales interesados en el área de Diseño Vial, que contenga una guía clara de la información requerida para desarrollar el diseño urbanístico de una vía local, así como también la metodología específica para la realización de este. La anterior idea surgió con el fin de proporcionar al mercado nacional información centrada específicamente en vías locales, puesto que a pesar de que exista el Manual de Diseño Geométrico para Carreteras del Instituto Nacional de Vías; como su nombre lo indica está enfocado principalmente a carreteras, y aunque se extienda al diseño de todo tipo de vías, incluso las urbanas, no se ajusta de una manera ideal a lo que es realmente el diseño urbanístico de ellas.

Por otro lado, este proyecto restringe su enfoque a las vías locales de la ciudad de Barrancabermeja, Santander; sin embargo, no impide que los lineamientos de diseño aquí mencionados puedan ser usados como fuente de apoyo y adaptables para la concepción de vías en otras ciudades del país. Adicionalmente cuenta con un ejemplo, para que el lector pueda interpretar su contenido al tiempo que analiza su aplicación en una situación real; en esta ocasión el caso de estudio será el Barrio Villanueva y para lo cual se contará con documentación suministrada por la Oficina de Autopavimentación de la ciudad, así como también información recopilada de visitas de campo hechas por los autores de esta tesis. La orientación específica en vías de esta escala, se debe a una situación recurrente en todo el país, y es la adecuación vial de la ciudad debido a las comunidades que a lo largo de los años se han expandido por el territorio y han conformado barrios de manera no planificada, es por ello que como ingenieros a diario nos enfrentamos con casos como este, donde la ejecución de estos diseños son clave por dos razones: mejorar la calidad de vida de la población contribuyendo a su vez con el desarrollo de la región y brindar seguridad y confort a los usuarios.

En consecuencia, para el desenvolvimiento de esta investigación será planteada una metodología, partiendo del respaldo bibliográfico para los diseños aquí presentados donde fue consultada la normativa nacional correspondiente y paralelamente se tuvieron en cuenta los criterios y recomendaciones de las normas internacionales generadas por la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), órgano especializado en el manejo de vías, transporte y pavimento en los Estados Unidos.

Posteriormente, se identificarán y analizarán los datos obtenidos en los aforos de tránsito, pues éstos son el punto de partida para presentar un proceso de diseño sistemático que abarque desde los usuarios: vehículos y peatones, hasta las intersecciones y señalización; teniendo como referencia principal la protección de los beneficiarios. De igual manera, dicho diseño será desarrollado a través del software AutoCAD Civil 3D, como herramienta digital. Por último, debido a la orientación que tiene el proyecto serán sugeridas algunas acciones adicionales que conlleven en un futuro a una integración de ciclistas y personas en condición de discapacidad.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 ¿QUÉ ES UNA RED VIAL URBANA?

La red vial urbana de las ciudades se va formando a lo largo de muchos años por distintos núcleos, diferenciados entre sí, correspondientes a épocas diferentes que han surgido en el tiempo con el desarrollo y crecimiento de la ciudad. Usualmente tiene la organización de una cuadrícula con dos ejes fundamentales que atraviesan la ciudad de Oriente a Occidente y de Norte a Sur, facilitando el transporte y las actividades laborales, económicas y recreativas [8]. En este caso la malla urbana de Barrancabermeja no es la excepción e integra ambos ejes viales.

1.1.1 Clasificación de las vías urbanas

Por otro lado, las vías urbanas pueden clasificarse de acuerdo a su función, puesto que entre ellas no solo se diferencian por su sección transversal y dimensiones sino también por las características del servicio que ofrecen en el marco de una red vial, es decir, si su configuración aporta a la movilidad, a la conectividad y/o a la accesibilidad local. [2]

Este tipo de organización se convierte en pieza clave a la hora de planificar y formular los parámetros que conlleven a un desarrollo integral de la localidad en términos de movilidad, puesto que permite identificar otros factores viales como: el comportamiento vehicular, velocidad, tipo de vehículos en circulación, entre otros.

En el caso de Barrancabermeja, la Alcaldía municipal a través del POT realiza una clasificación en dos grandes grupos: vías arterias y vías locales.

En el primero de ellos hacen parte las vías que por sus condiciones y jerarquía sirven para el desplazamiento de tráfico masivo interurbanos. Y el segundo, está conformado por vías de competencia municipal, que a su vez están subdivididas en dos niveles:

- *Clase 1:* Con función de penetración a los sectores residenciales, orientados a canalizar el flujo vehicular público y privado.
- *Clase 2:* Con función de servicio interno de las áreas residenciales y comerciales, orientadas a canalizar principalmente los flujos peatonales hacia los sectores de mayor actividad. [9]

Adicionalmente dentro del mismo documento, son definidos puntualmente los tipos de vías generales que se presentan en cada ciudad:

- **Vías principales:** Son aquellas que presentan sección transversal de dos calzadas por sentido; alojan intensos flujos de tránsito de vehículos livianos; son preferidas para la operación del sistema de transporte masivo de pasajeros de alta frecuencia y paraderos distantes y regulados; conectan complejos comerciales y/o industriales de impacto urbano.
- **Vías secundarias:** Sección transversal de una calzada por sentido, permiten un alto porcentaje de vehículos convencionales de transporte público de pasajeros, baja velocidad de operación y alta rotación de su demanda, sobre estas vías se ubican los usos comerciales, y adicionalmente actúan como eje de distribución de tránsito.
- **Vías colectoras:** Su sección transversal es una calzada en uno o dos sentidos de circulación, a partir de las vías secundarias, penetran a sectores urbanos homogéneos, preferiblemente residenciales, distribuyendo el tráfico por las vías locales al interior de estos sectores, no deben cruzar las vías arterias (principales y secundarias), deben ubicarse a distancias no inferiores a 150 (m) entre sí, y con respecto a las intersecciones, si la vía secundaria tiene separación central se debe garantizar la solución de retorno a una distancia no menor de 50 (m) ni mayor de 80 (m) respecto al punto de intersección de los ejes de la vía colectoras y la vía secundaria. Por último, otra de sus funciones es permitir la circulación del transporte público en escala local. [9]

- **Vías locales:** El sistema de calles locales comprende todas las vías no incluidas en los sistemas más altos. Primariamente permite el acceso directo a las propiedades adyacentes y conexiones con los sistemas de orden mayor. Ofrece la movilidad de más bajo nivel y usualmente no contiene itinerarios de buses [1]. En resumen, las vías locales se pueden catalogar como aquellos tramos viales cuya principal función es la de permitir la accesibilidad a las unidades de vivienda.

Para mayor entendimiento, en la Figura 1 se ilustran los diferentes tipos de vías anteriormente mencionados, de un sector específico de la ciudad de Barrancabermeja.

Figura. 1 Clasificación vías urbanas en Barrancabermeja.



Fuente: Mapa tomado de Google Maps y edición propia.

2. MARCO NORMATIVO

El marco normativo pretendía guiarse en su mayoría por lo planteado en el Plan de Ordenamiento Territorial de Barrancabermeja; sin embargo, este municipio cuenta con uno muy antiguo (2002), el cual no tiene estándares establecidos para que la ciudad crezca con un patrón de vías establecido.

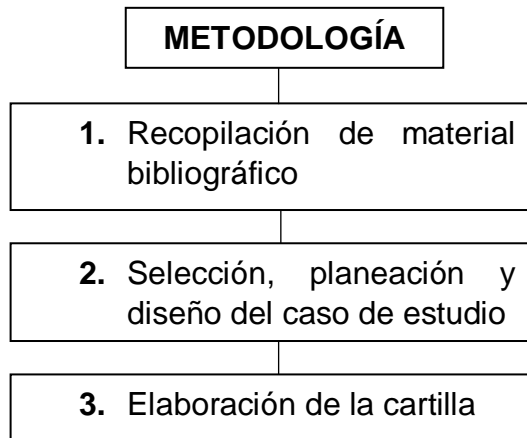
En consecuencia, fue preciso buscar un documento que tuviera parámetros y valores definidos para los diferentes elementos que se pretenden diseñar. Se utilizaron, por su experiencia y credibilidad, los criterios y recomendaciones de las normas internacionales generadas por la AASHTO en su libro “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets”. [1]

Cuando este no fue suficiente, la Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá D.C [2], el Manual de Diseño de carreteras [3] y la Guía Práctica de la Movilidad Peatonal Urbana [4] fueron consultados.

Durante el desarrollo del ítem 4. *Caso de estudio: Barrio Villanueva*, se mostrarán las indicaciones utilizadas de cada uno de los documentos anteriormente mencionados.

3. METODOLOGÍA

A continuación, se muestra un esquema del orden de pasos implementado para el desarrollo del trabajo:



3.1 RECOPIACIÓN DEL MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

Se realizó una búsqueda de libros, artículos, manuales y normas tanto nacionales como internacionales, que incluyeran temas relacionados con el diseño urbanístico de vías, y refinando la búsqueda al marco de vías urbanas.

El propósito de la investigación tenía como objetivo encontrar documentos técnicos en los cuales poder soportar el trabajo, así como identificar si ya existen procedimientos desarrollados para el diseño de vías urbanas y a partir de la interpretación de ellos, presentar una metodología propia.

3.2 SELECCIÓN, PLANEACIÓN Y DISEÑO DEL CASO DE ESTUDIO

3.2.1 Selección del caso de estudio.

Desde la concepción de este proyecto de grado, se pensó en elaborar una cartilla guía que planteara el diseño de una vía local, sin embargo, para facilitar el entendimiento de ésta fue escogido un ejemplo real. Por esto, se hizo un recorrido por la ciudad de Barrancabermeja, encontrando un barrio ideal para este fin: el Barrio Villanueva perteneciente a la comuna 3. Éste inició como un asentamiento

humano ilegal en 1994 y se legalizó el 26 de diciembre del 2012. A partir de ahí sus habitantes han solicitado recursos públicos para la construcción del sistema de alcantarillado pluvial que les posibilitaría la inscripción al proceso de pavimentación de sus calles. En el año 2015 fue adjudicado el proceso de construcción de dicho sistema y la obra fue terminada a comienzos del 2017. Por esta razón, se identificó que el proceso de pavimentación del barrio está próximo a concretarse.

De esta manera, la intención es no solo utilizar el barrio Villanueva como un ejemplo guía de esta investigación, sino también dejar a disposición de la Oficina de Autopavimentación de Barrancabermeja (institución encargada de su pavimentación), los diseños aquí presentados puesto que cuentan con estándares y criterios de diseño geométrico que contribuyen a la seguridad y comodidad de sus habitantes.

3.2.2 Planeación del caso de estudio

En segunda instancia, después de seleccionado el barrio Villanueva, se procedió a una visita de campo en la cual se comprobó el estado de las vías y la existencia del alcantarillado pluvial como se muestra en la *imagen 1*.

Imagen 1. Ejemplo de verificación del estado de las vías del caso de estudio.



Fuente: Autores

Después de ello, y tras haber establecido previamente una cita con el director de la Oficina de Autopavimentación de la ciudad, Fernando Andrade Niño; se logró conocer de primera mano la realidad del barrio y a su vez las intenciones de esta dependencia por colocarlo dentro de su cronograma de ejecución a corto plazo. Igualmente fue suministrado el levantamiento topográfico utilizado por la empresa Aguas de Barrancabermeja para la construcción del sistema pluvial, donde se detalla la posición de cada una de las casas, curvas de nivel, posición de postes de luz, ubicación final de pozos y alcantarillas, etc.

Posteriormente, se hizo evidente la necesidad de un estudio del tránsito, que reveló información acerca del movimiento de vehículos y peatones en el barrio. Para esto se realizaron dos aforos, uno en día típico y el otro en un día atípico, donde como resultado fueron observados qué usuarios hacen uso de estas vías junto con su cantidad. Todo lo anterior con el fin de concluir parámetros iniciales, como el vehículo de diseño y la frecuencia de peatones y vehículos para así establecer dimensiones de calzadas y andenes.

Por último, dentro de la planeación del proyecto se estableció el sentido que tendrán cada una las calles, de acuerdo a lo observado en las visitas de campo, a las pendientes de cada una de ellas y al criterio de los autores con la colaboración de la directora de tesis; puesto que esto será esencial para la propuesta de señalización.

3.2.3 Diseño del caso de estudio

La elaboración del diseño del caso de estudio fue el medio por el cual se logró armar la metodología propia de la cartilla. La primera parte del diseño está dedicado a las secciones transversales de cada una de las calles, y para esto los documentos consultados de la ASSHTO suministraron las dimensiones y valores de sus elementos como ancho de carril, bombeo y ancho de andén. También se determinó que el espacio disponible entre casas no permite dos carriles por calle y por consiguiente, solo es posible indicar un sentido por vía. Solo en calles sin

salida, o calles tapón, se plantearon dos sentidos, pues se sobreentiende que los vehículos deberán salir de alguna manera de allí.

Una segunda parte está orientada a explicar el diseño de las intersecciones, teniendo en cuenta el radio de giro del vehículo de diseño y la forma que tendrán las esquinas del barrio; para lo cual, nunca se perdió de vista que en este proyecto la seguridad de todos sus usuarios va primero y la comodidad de los conductores después. En esta instancia la herramienta AutoCAD Civil 3D fue utilizada.

Por último, se hacen una serie de recomendaciones de señalización y un mínimo de sugerencias para que la propuesta de diseño incluya a las personas con movilidad reducida. Cabe aclarar que el Plan de Ordenamiento Territorial actual de la ciudad no tiene en cuenta a este tipo de usuarios en las exigencias urbanas que presenta.

La información del diseño del caso de estudio está señalada con más detalle en el *ítem 4* de este documento.

3.3 ELABORACIÓN DE LA CARTILLA

Para la elaboración de la cartilla se reunió la información tanto recopilada como de elaboración propia que estuvo presente en todo el proceso, y a partir de ella se formuló un procedimiento de carácter ordenado que expone de forma simple el diseño de una vía local en Barrancabermeja. Conjuntamente, se trató de utilizar la mayor cantidad de ilustraciones, tablas y figuras que sinteticen y muestren de mejor manera lo que se quiere explicar y también sean el medio mostrar los resultados del diseño hechos para el caso de estudio, cabe resaltar que para esta etapa se utilizó el software de dibujo AutoCAD Civil 3D.

NOTA: Dentro de la carpeta de anexos del CD que contendrá este trabajo, se encuentra el anexo G, que hace referencia al archivo que contiene la cartilla materializada.

4. CASO DE ESTUDIO: BARRIO VILLANUEVA

En este ítem del artículo se pretende mostrar los resultados del diseño urbanístico propuesto para el barrio Villanueva, así como exponer algunos problemas comunes que pueden aparecer durante el diseño con las respectivas soluciones empleadas en este caso específico. Para ello, se va a seguir el orden que maneja la cartilla en sus *capítulos 2 y 3*.

4.1 ESTUDIOS PRELIMINARES

Su fin último es obtener información acerca del área que se quiere diseñar y para ello se requieren los siguientes documentos.

4.1.1 Levantamiento topográfico

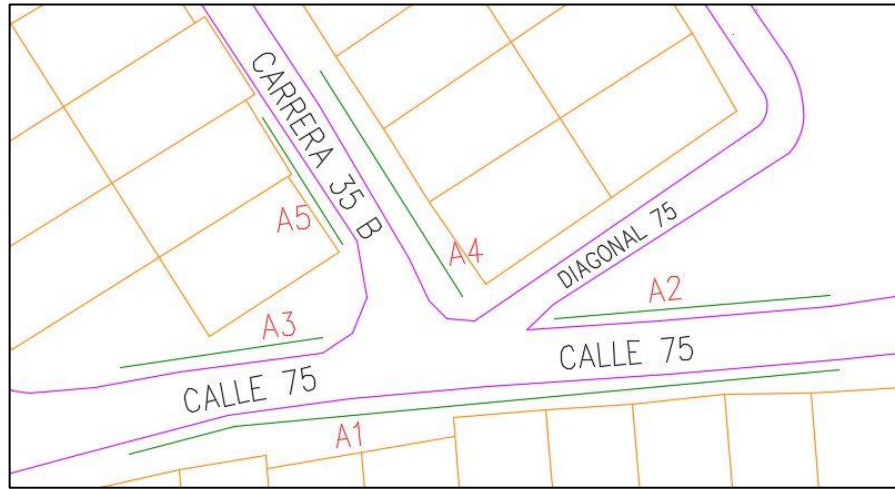
El levantamiento topográfico, como ya fue mencionado anteriormente, fue proporcionado por la oficina de Autopavimentación y contiene información de curvas de nivel, disposición de las viviendas, postes de luz, alcantarillas, entre otros.

El plano se puede observar a una escala que permita su correcta visualización en el *anexo A*.

4.1.2 Estudio del tránsito

Se realizaron dos aforos en el barrio; el primero el día viernes 3 de marzo considerado como atípico, y el segundo el miércoles 15 de marzo considerado como día típico. Los aforos realizados fueron tanto vehiculares como peatonales y se llevaron a cabo en la intersección de la calle 75 con la carrera 35B, la cual fue considerada como la más transitada durante la primera visita de campo. Esta intersección también contiene a la diagonal 75, sin embargo, se percibió que el número de vehículos y de personas que por allí transitan era demasiado bajo para tenerlo en cuenta dentro del aforo.

Figura. 2 Disposición de los movimientos para el aforo peatonal



Fuente: Elaboración propia

Los formatos utilizados para los aforos se encuentran en el *anexo B* y posteriormente en el *anexo C* estarán disponibles los resultados de los aforos tanto vehicular como peatonal en ambos días de estudio.

Posteriormente, se procesó la información y se resumió en las siguientes tablas:

Tabla 1. Número de peatones por minuto para cada uno de los andenes de la intersección en estudio en el día atípico.

Hora	A1	A2	A3	A4	A5
6-7	22	8	1	8	1
7-8	31	9	4	9	4
8-9	35	7	6	7	6
9-10	37	22	11	22	11
10-11	27	11	11	11	11
11-12	44	6	13	6	13
12-13	49	8	5	8	5
13-14	29	23	13	23	13
14-15	32	17	8	17	8
15-16	20	12	12	12	12
16-17	25	21	12	21	12
17-18	31	20	4	20	4
18-19	51	13	11	13	11
19-20	18	7	3	7	3
Max	51	23	13	23	13

p/min	0.85	0.38	0.22	0.38	0.22
-------	------	------	------	------	------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Número de peatones por minuto para cada uno de los andenes de la intersección en estudio en el día típico.

Hora	A1	A2	A3	A4	A5
6-7	27	7	5	7	5
7-8	23	10	7	10	7
8-9	20	14	3	14	3
9-10	26	13	9	13	9
10-11	19	12	11	12	11
11-12	38	8	18	8	18
12-13	52	14	6	14	6
13-14	31	16	6	16	6
14-15	20	5	9	5	9
15-16	37	14	12	14	12
16-17	18	8	5	8	5
17-18	42	19	20	19	20
18-19	33	25	19	25	19
19-20	19	10	5	10	5
Max	52	25	20	25	20
p/min	0.87	0.42	0.33	0.42	0.33

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Composición del tráfico en porcentaje del Día típico

CATEGORÍA	CANTIDAD	PORCENTAJE
Vehículo liviano	123	74%
Bus mediano	26	16%
Bus grande	-	-
2	17	10%
3	-	-
3S2	-	-
Total	166	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Composición del tráfico en porcentaje del Día atípico

CATEGORÍA	CANTIDAD	PORCENTAJE
-----------	----------	------------

Vehículo liviano	124	79%
Bus mediano	24	15%
Bus grande	-	-
2	9	6%
3	-	-
3S2	-	-
Total	157	100%

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Registro fotográfico

Se captaron fotos a cada una de las calles, sin embargo, se seleccionaron las siguientes 2 imágenes que resumen las problemáticas actuales que se encuentra en el barrio. En ellas, se puede observar la falta de andenes, de una buena capa de rodadura para los vehículos, de señalización y de delimitación de espacios. También deja ver las alcantarillas, árboles, postes de luz, entre otros elementos que deben ser tenidos en cuenta dentro del diseño.

Imagen 2. Foto de la carrera 35 entre calles 75 a y 76



Fuente: Autores

Imagen 3. Foto de la Calle 75ª, entre carreras 35 a y 35 b.



Fuente: Autores

Para consulta del registro fotográfico completo dirigirse al *anexo D*.

4.2 ASPECTOS GENERALES Y CARACTERIZACIÓN DE LAS VÍAS

4.2.1 Vehículo de diseño

Los vehículos livianos se adoptaron como vehículo de diseño pues son el tipo de automotor representativo de ambos aforos con un 74% y 79% del total, de acuerdo a las *tablas 3 y 4* que muestran la composición del tránsito del sector en estudio.

Luego se extrajeron del Manual de diseño geométrico de carreteras las dimensiones y radios de giro para este tipo de vehículo requiere, las cuales se muestran en el *anexo E*.

Teniendo en cuenta que las vías locales dentro de una ciudad son la conexión hacia las unidades residenciales, el vehículo con el que se suele diseñar estas vías son los vehículos livianos, pues solo en algunos casos hay una notoria presencia de buses escolares o de camiones que comercializan mercancía en el sector.

4.2.2 Pendientes longitudinales

Para este ejemplo, se tuvo en consideración la inclinación del terreno actual pues es el mismo que predomina en las vías. Por ello, teniendo en cuenta lo anterior se estudió cada tramo por separado y las pendientes fueron calculadas a través de la interpolación de las curvas de nivel.

Además, se chequearon las siguientes indicaciones hechas por la ASSHTO: Las pendientes para calles locales residenciales deben ser tan inclinadas como prácticas, teniendo en cuenta el terreno en el que se encuentren. El gradiente para vías locales debe ser menor al 15% y para proporcionar un adecuado drenaje, la pendiente mínima para las calles debe ser mayor al 0.30%. [1]

En la siguiente tabla se pueden observar las pendientes para cada tramo de las vías que componen el barrio Villanueva:

Tabla 5. Pendiente longitudinal para cada tramo de vía del caso de estudio.

VÍA	DESDE	HASTA	PENDIENTE (%)
Cra 35 c	Diagonal 75		3.91%
Cra 35 c*	-	-	3.91%
Cra 35 b (1)	Calle 75	Calle 75A	3.08%
Cra 35 b (2)	Calle 75A	Calle 76	1.02%
Cra 35 a (1)	Calle 75	Calle 75A	1.05%
Cra 35 a (2)	Calle 75A	Calle 76	1.77%
Cra 35 (1)	Calle 75	Calle 75A	1.54%
Cra 35 (2)	Calle 75A	Calle 76	4.14%
Cra 34 d (1)	Calle 75	Calle 75A	8.44%
Cra 34 d (2)	Calle 75A	-	2.32%
Cra 34 c (1)	Calle 75	Calle 75A	8.47%
Cra 34 c (2)	Calle 75A	-	2.90%
Calle 75 (1)	-	Carrera 34C	7.96%
Calle 75 (2)	Carrera 34C	Carrera 34D	10.15%
Calle 75 (3)	Carrera 34D	Carrera 35	4.34%
Calle 75 (4)	Carrera 35	Carrera 35A	1.09%
Calle 75 (5)	Carrera 35A	-	8.09%
Calle 75 (6)	Carrera 35A	Carrera 35B	9.14%
Calle 75 (7)	Carrera 35B	Vía propuesta	10.91%

Calle 75 (8)	Vía propuesta	Vía propuesta	10.70%
Calle 75 (9)	Vía propuesta	-	6.04%
Diagonal 75	Carrera 35B	Carrera 35C	3.03%
Calle 75A (1)	-	Carrera 34C	6.04%
Calle 75A (2)	Carrera 34C	Carrera 35B	7.54%
Calle 76 (2)	Carrera 35	Carrera 35A	9.76%
Calle 76 (3)	Carrera 35A	Carrera 35B	5.99%
Vía nueva	Calle 75	Diagonal 75	15%

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Velocidad de diseño

La *tabla 6* se utilizó para seleccionar el valor máximo de la velocidad a la cual podrán transitar los vehículos en el barrio Villanueva, teniendo como objetivo principal la seguridad tanto de los usuarios de la vía como de los habitantes del sector. Por esto, aunque la mayoría de las calles presenten pendientes menores al 3% (terrenos planos), la velocidad que se va a adoptar no estará entre 30 y 40 km/h, sino que se adoptará una velocidad de diseño de 20km/h, la cual es mucho más coherente para un barrio pequeño como el del caso de estudio.

Tabla 6. Velocidad de diseño según la jerarquía de la vía y el tipo de terreno.

JERARQUÍA DE LA VÍA	TIPO DE TERRENO		
	Plano	Ondulado	Montañoso
Vías principales	100-120*	80-100*	60-80
Vías secundarias	80-100*	60-80	40-60
Vías colectoras	40-60	30-40	20-30
Vías locales	30-40	20-30	10-20

*Aplica solo para anchos de carril mayores o iguales a 3.50 m

Fuente: Adaptado de la Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá.

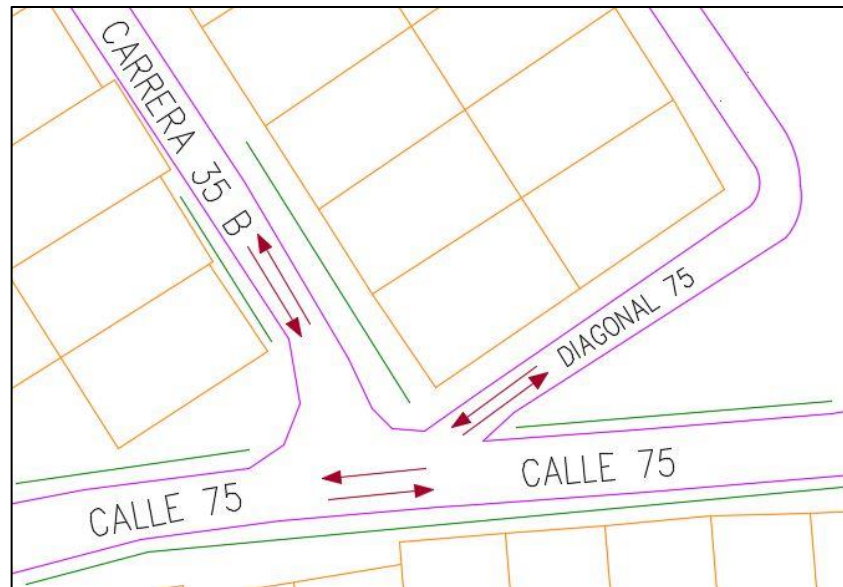
4.2.4 Sentido de las vías

Como solución para promover una movilidad segura dentro del barrio se propuso un cambio en el sentido de las vías teniendo en cuenta el movimiento de vehículos observado durante los aforos, la facilidad para hacer maniobras de giro y el criterio de los autores. En el *anexo F* se puede visualizar cuál fue la propuesta final.

Sin embargo, en el transcurso de éste análisis se observó un caso particular, el cual fue solucionado de la siguiente manera: En la segunda intersección que aparece al entrar al barrio por la calle 75 (*figura 3*), es necesario prohibir el giro hacia la diagonal 75 pues este resultaría muy peligroso teniendo en cuenta los siguientes factores: la intersección tiene más de 4 piernas, la pendiente de una de sus piernas es del 9%, el giro presenta un ángulo menor a 60° y el radio de giro del vehículo de diseño indica que ni siquiera los autos conseguirían realizar la maniobra.

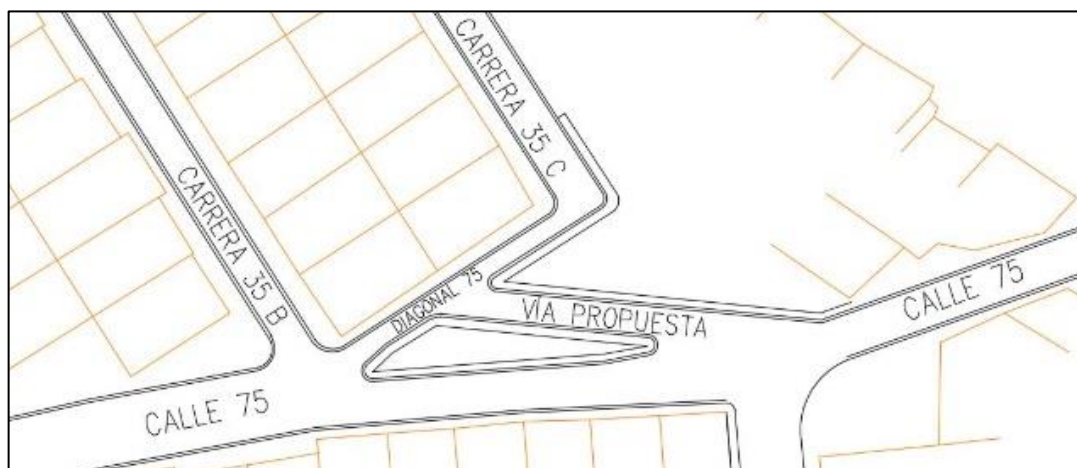
Por dichas razones, surge la necesidad de conectar estas dos vías de otra manera para dar acceso a los habitantes de la carrera 35 c, por medio de una vía nueva que conecta la calle 75 con la diagonal 75, como se muestra en la *figura 4* y de la cual se describirán sus características en los demás ítems de este capítulo.

Figura. 3 Detalle de la primera intersección



Fuente: Elaboración propia

Figura. 4 Detalle de la vía propuesta



Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Número de carriles

El número de carriles en las calles del barrio Villanueva dependió principalmente del espacio disponible, y en segunda instancia del sentido de flujo propuesto para cada una de las calles.

Todas las vías de un solo sentido tendrán un único carril, y las calles que tienen dos sentidos tendrán dos carriles como se muestra en la *tabla 7*.

Tabla 7. Número de carriles para cada vía del barrio Villanueva

VÍA	DESDE	HASTA	SENTIDO	Nº DE CARRILES
Cra 35 c	Diagonal 75	-	Doble	2
Cra 35 c*	-	-	Doble	2
Cra 35 b (1)	Calle 75	Calle 75A	Único	1
Cra 35 b (2)	Calle 75A	Calle 76	Único	1
Cra 35 a (1)	Calle 75	Calle 75A	Único	1
Cra 35 a (2)	Calle 75A	Calle 76	Único	1
Cra 35 (1)	Calle 75	Calle 75A	Único	1
Cra 35 (2)	Calle 75A	Calle 76	Único	1
Cra 34 d (1)	Calle 75	Calle 75A	Único	1
Cra 34 d (2)	Calle 75A	-	Doble	2
Cra 34 c (1)	Calle 75	Calle 75A	Único	1
Cra 34 c (2)	Calle 75A	-	Doble	2
Calle 75 (1)	-	Carrera 34C	Doble	2

Calle 75 (2)	Carrera 34C	Carrera 34D	Doble	2
Calle 75 (3)	Carrera 34D	Carrera 35	Doble	2
Calle 75 (4)	Carrera 35	Carrera 35A	Doble	2
Calle 75 (5)	Carrera 35A	-	Doble	2
Calle 75 (6)	Carrera 35A	Carrera 35B	Doble	2
Calle 75 (7)	Carrera 35B	Vía propuesta	Doble	2
Calle 75 (8)	Vía propuesta	Vía propuesta	Doble	2
Calle 75 (9)	Vía propuesta	-	Doble	2
Diagonal 75	Carrera 35B	Carrera 35C	Único	1
Calle 75A (1)	-	Carrera 34C	Doble	2
Calle 75A (2)	Carrera 34C	Carrera 35B	Único	1
Calle 76 (1)	-	Carrera 35	Doble	2
Calle 76 (2)	Carrera 35	Carrera 35A	Único	1
Calle 76 (3)	Carrera 35A	Carrera 35B	Único	1
Vía nueva	Calle 75	Diagonal 75	Único	1

Fuente: Elaboración propia

4.3 SECCIONES TRANSVERSALES

Si en las autopistas, autovías y vías rápidas urbanas, donde no existen importantes restricciones de suelo, la sección transversal se construye mediante la suma de la anchura óptima de cada uno de sus elementos (andenes, calzada, etc.), en las vías locales, por el contrario, las limitaciones impuestas por las alineaciones urbanas, obligan a concebir la sección transversal con una anchura máxima que es necesario distribuir entre sus elementos. [5]

Es por ello que fue necesario medir una a una las calles y carreras de la red, para así delimitar el ancho disponible de cada tramo de vía y los valores que adoptarán los elementos de sus respectivas secciones transversales. Como herramienta para sintetizar esta información fue creada la *tabla 8*.

Tabla 8. Dimensiones de los elementos de la sección transversal de cada vía en el barrio Villanueva

VÍA	DESDE	HASTA	ANCHO DISPONIBLE	HOMBROS	CARRIL	CALZADA
Cra 35 c	Diagonal 75	-	7.20	0.6	2.70	5.40
Cra 35 c*	-	-	6.60	0.6	2.70	5.40
Cra 35 b (1)	Calle 75	Calle 75A	6.89	0.6	3.31	3.31

Cra 35 b (2)	Calle 75A	Calle 76	5.10	0.8	2.70	2.70
Cra 35 a (1)	Calle 75	Calle 75A	7.44	0.6	3.74	3.74
Cra 35 a (2)	Calle 75A	Calle 76	7.42	0.6	3.82	3.82
Cra 35 (1)	Calle 75	Calle 75A	7.92	0.6	4.32	4.32
Cra 35 (2)	Calle 75A	Calle 76	6.09	0.6	2.89	2.89
Cra 34 d (1)	Calle 75	Calle 75A	7.12	0.6	3.32	3.32
Cra 34 d (2)	Calle 75A	-	6.12	0.6	2.16	4.32
Cra 34 c (1)	Calle 75	Calle 75A	7.30	0.6	3.70	3.70
Cra 34 c (2)	Calle 75A	-	6.20	0.6	2.50	5.00
Calle 75 (1)	-	Carrera 34C	6.67	0.6	2.44	4.87
Calle 75 (2)	Carrera 34C	Carrera 34D	8.70	0.6	3.10	6.20
Calle 75 (3)	Carrera 34D	Carrera 35	6.42	0.6	2.31	4.62
Calle 75 (4)	Carrera 35	Carrera 35A	7.88	0.6	2.74	5.48
Calle 75 (5)	Carrera 35A	-	9.80	0.6	3.55	7.10
Calle 75 (6)	Carrera 35A	Carrera 35B	9.79	0.6	3.55	7.09
Calle 75 (7)	Carrera 35B	Vía propuesta	6.22	0.6	2.21	4.42
Calle 75 (8)	Vía propuesta	Vía propuesta	7.07	0.6	2.64	5.27
Calle 75 (9)	Vía propuesta	-	6.18	0.6	2.19	4.38
Diagonal 75	Carrera 35B	Carrera 35C	4.23	0.6	2.43	2.43
Calle 75A (1)	-	Carrera 34C	5.82	0.6	2.01	4.02
Calle 75A (2)	Carrera 34C	Carrera 35B	7.20	0.6	2.70	5.40
Calle 76 (1)	-	Carrera 35	5.10	0.6	2.50	2.50
Calle 76 (2)	Carrera 35	Carrera 35A	5.10	0.6	2.50	2.50
Calle 76 (3)	Carrera 35A	Carrera 35B	5.10	0.6	2.50	2.50
Vía nueva	Calle 75	Diagonal 75	0.00	0.6	2.10	2.10

Fuente: Elaboración propia

Los elementos a considerar dentro de la sección transversal son los siguientes:

4.3.1 Bombeo

Para el caso de estudio se escogió un bombeo plano, es decir, que existe un quiebre del bombeo en la mitad de la vía con pendientes uniformes a cada lado de ella. El valor del bombeo seleccionado es del 2%, el cuál es muy poco evidente

para el conductor. Además, este bombeo ayudará a las aguas lluvias a encaminarse hacia las alcantarillas.

El valor del bombeo se verifico con la siguiente información señalada por la ASSHTO: Cuando el pavimento sea de clase alta el rango del bombeo puede estar entre 1.5 y 2 por ciento, mientras que para pavimentos de clase baja debe estar entre 2 y 6 por ciento. Cuando el valor del bombeo está por debajo del 2%, incluyendo 2%, este es apenas perceptible en términos de dirección del vehículo. Sin embargo, bombeos mayores al 2% son muy notorios y requieren un esfuerzo consciente de la dirección del vehículo. [1]

4.3.2 Ancho de andén

El ancho de andén se adaptó al número de peatones por minuto mayor extraído de los aforos. Con un valor de 0.87 peatones por minuto, se puede inferir que los andenes no tendrán un flujo grande de personas y se deberá garantizar la dimensión mínima de 0.6 metros por peatón como está establecido en la Guía Práctica de la Movilidad Peatonal Urbana del Instituto Nacional de Desarrollo Urbano (IDU). Sin embargo, en donde sea posible se pondrá más de 1.2 m por andén para permitir que dos personas, una por sentido, puedan transitar por este espacio.

4.3.3 Hombro de vía

Recorriendo las calles de Barrancabermeja se pudo observar que la mayoría de las rutas locales no tienen hombro de vía, dando prioridad al ancho del carril en sus secciones transversales. En aquellas que existe, su valor es de 0.18 m medido desde el andén hasta la línea amarilla que señala el inicio de la calzada.

En este proyecto se tomó la decisión de dar preferencia a la seguridad de los peatones, y establecer un espacio de seguridad entre vehículos y personas, aunque sea de apenas 0.18 metros. Además, a pesar de que en el barrio Villanueva existen limitaciones de espacio, un hombro de vía de 0.18 m puede servir también para tener un área en la cual realizar maniobras evasivas, para no

invadir la calzada cuando sucedan paradas de emergencia e incluso para que los ciclistas tengan un lugar por donde transitar en ausencia de carriles independientes para este tipo de usuarios.

4.3.4 Ancho de carril

El ancho de carril se calculó de la diferencia entre el ancho disponible, los hombros de vía y ancho de andén.

En algunos casos, el ancho disponible era tan poco, que los carriles no alcanzaron a cumplir el mínimo de 2.7 metros estipulado por la AASHTO; sin embargo, se verificó que por lo menos sus dimensiones fueran mayores a las indicadas para el vehículo de diseño.

4.3.5 Líneas de parqueo

Según la AASHTO, en áreas residenciales una línea paralela de parqueo de mínimo 2.1 metros de ancho debe ser provista en uno o dos lados, acorde a las condiciones de espacio e intensidad del desarrollo económico en el sector. Mientras que, en zonas comerciales e industriales, el ancho mínimo de las líneas de parqueo debe ser de 2.4 metros y usualmente están dispuestas a ambos lados de la vía. [1]

En el caso de estudio no se diseñaron líneas de parqueo, pues no era posible ubicarlas a lo largo de todo el segmento de vía debido a la irregularidad en el posicionamiento de las casas. En adición, debido a que el espacio en la mayoría de calles no es el deseado, se concluyó no situar estos espacios puesto que podrían dar origen a desordenes e inconformidades por parte de los dueños de los predios.

4.3.6 Bordillos

De acuerdo a la ASSHTO, las vías son normalmente diseñadas con bordillos que permiten un mayor uso del ancho disponible y para un control del drenaje,

protección de peatones y delineación. El bordillo debe ser de 100 a 150 mm de alto, dependiendo de las consideraciones de drenaje, control de tráfico, etc.

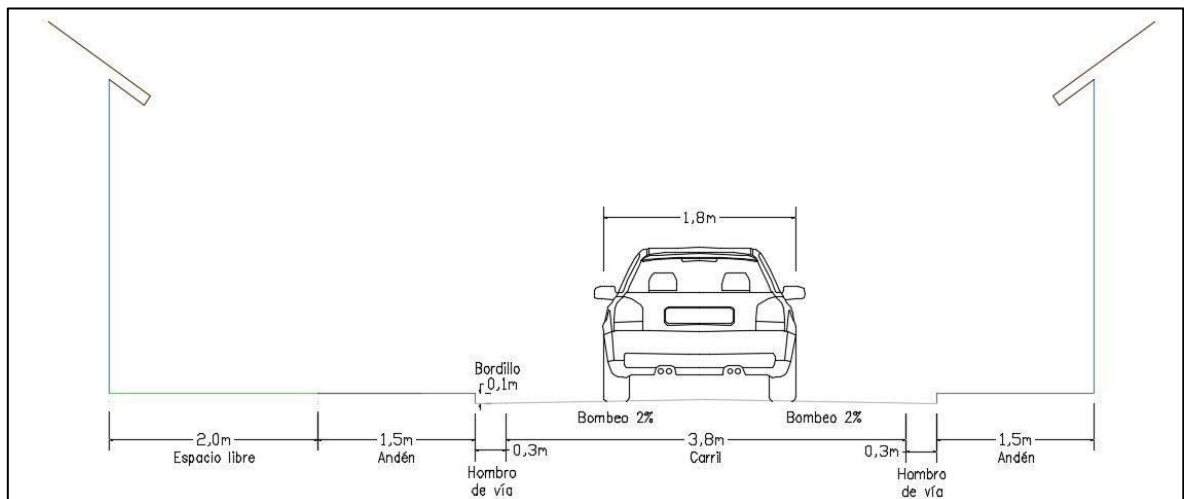
En este caso se propuso un alto de bordillo de 10 cm.

4.3.7 Líneas para bicicletas

En el barrio Villanueva no se asignaron líneas para bicicleta por dos razones. En primer lugar, el estudio del tránsito muestra una proporción de usuarios de bicicleta bajo; y en segundo lugar, el espacio disponible en la mayoría de las vías fue el mayor limitante pues solo fue posible establecer dimensiones mínimas tanto para anden como para carril.

En la *figura 5*, se puede visualizar un ejemplo de sección transversal del barrio Villanueva, la cual cuenta con la mayoría de elementos mencionados en los ítems anteriores y los que no se observan fueron omitidos en este caso debido a la limitación de espacio.

Figura. 5 Ejemplo de sección transversal para el barrio Villanueva utilizando el software AutoCAD Civil 3D



Fuente: Elaboración propia

4.4 INTERSECCIONES

Para las intersecciones del barrio Villanueva se tuvieron en cuenta las siguientes recomendaciones de la ASSHTO: Las calles en intersecciones deberían

encontrarse aproximadamente a un ángulo de 90° y el diseño del alineamiento debería ajustarse para evitar un ángulo menor a 60°.

Para cumplir estas sugerencias fueron utilizados dos radios de giro distintos, por un lado el radio efectivo de giro del vehículo de diseño y por otro, el radio del bordillo o acera. El radio efectivo de giro es el radio mínimo apropiado para girar desde el carril derecho de la vía de acercamiento hasta el carril de recepción de la vía conectada mediante la intersección. Este radio es determinado mediante la selección del vehículo de diseño apropiado para las calles diseñadas y el carril de la calle receptora en el cual el vehículo de diseño va a girar.

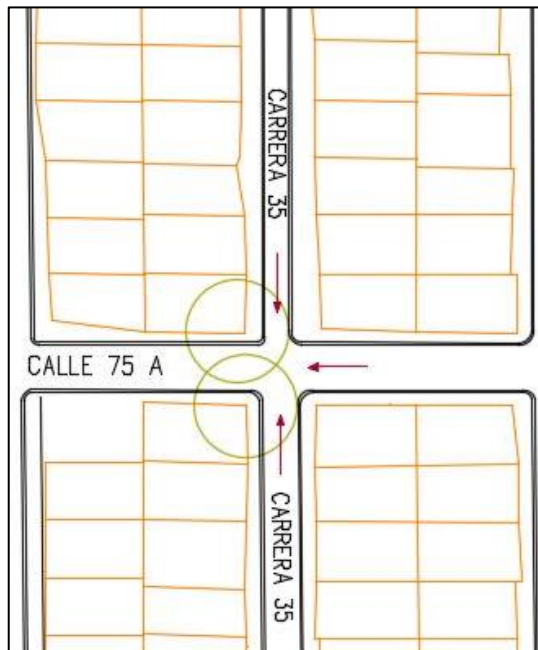
El radio de la acera no debe ser mayor que aquel necesitado para acomodar el radio de giro de diseño. [1]

Consecutivamente, se verificó que en cada cruce el vehículo de diseño fuera capaz de realizar la maniobra con las dimensiones propuestas de la vía. Si esto no ocurría, se volvía a dimensionar la zona que presentara inconvenientes hasta que el vehículo se ajustara a las curvas marcadas.

Luego se optó por darle una curvatura a las esquinas de cada calle para generar una holgura mayor mientras los vehículos realizan las maniobras de giro.

Lo anterior se hizo usando el software AutoCAD Civil 3D, como se muestra en la *figura 6*.

Figura. 6 Ejemplo de la verificación del giro del vehículo de diseño en una intersección.



Fuente: Elaboración propia

5. PROPUESTA DE SEÑALIZACIÓN

La propuesta de señalización es el complemento al diseño urbanístico de un proyecto, pues una señalización adecuada garantiza que lo diseñado sea usado correctamente. [6]

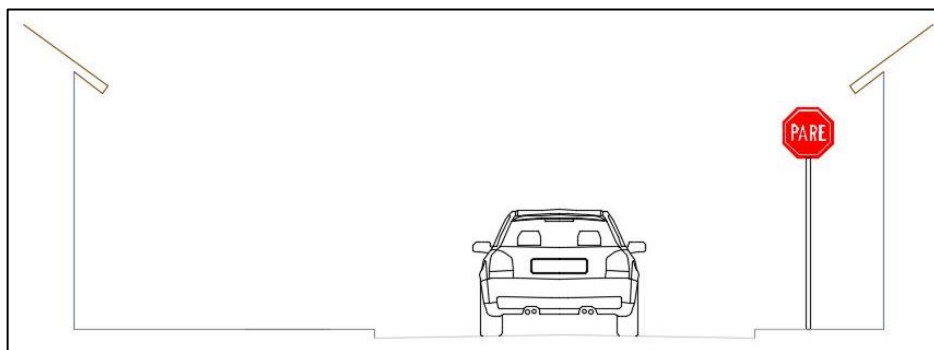
Puntualmente, se tendrán en consideración los lineamientos del Manual de señalización vial del año 2015.

5.1 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

La función de las señales verticales es reglamentar las limitaciones, prohibiciones o restricciones, advertir de peligros, informar acerca de rutas, direcciones, destinos y sitios de interés. Son esenciales en lugares donde existen regulaciones especiales, permanentes o temporales, y en aquellos donde los peligros no son de por sí evidentes. [6]

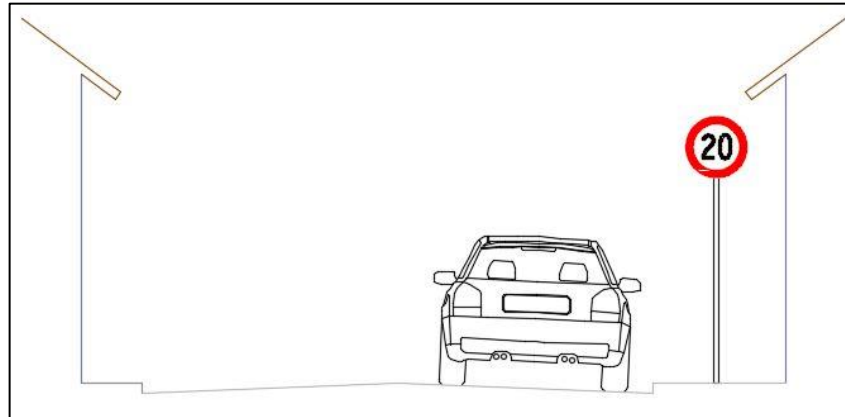
Después de la revisión de la señalización vertical en el manual mencionado, se determinó que el caso de estudio solo son requeridas señales de pare, giros prohibidos y velocidad máxima permitida, las cuales se clasifican como reglamentarias; mientras que las señales preventivas, informativas, y transitorias no son necesarias debido a la pequeña envergadura del proyecto. Las respectivas representaciones graficas de estas señales se pueden apreciar en las siguientes figuras:

Figura. 7 Señal vertical de PARE



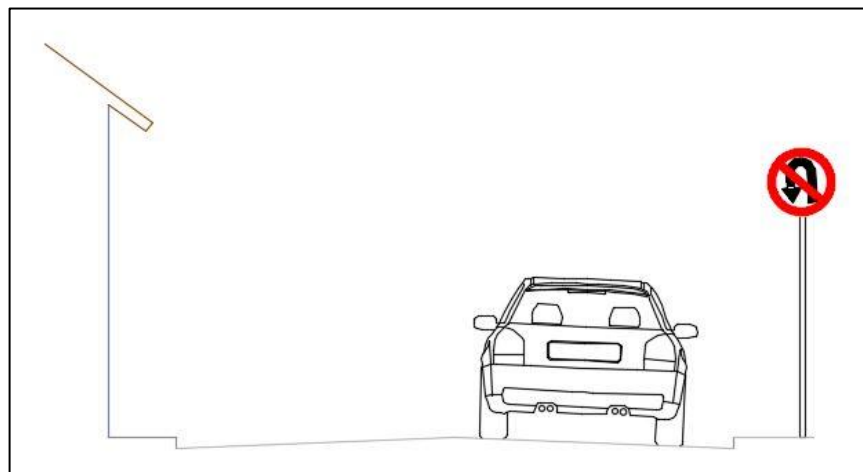
Fuente: Elaboración propia

Figura. 8 Velocidad máxima permitida en el barrio Villanueva de 20 km/h



Fuente: Elaboración propia

Figura. 9 Prohibido girar en U



Fuente: Elaboración propia

5.2 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

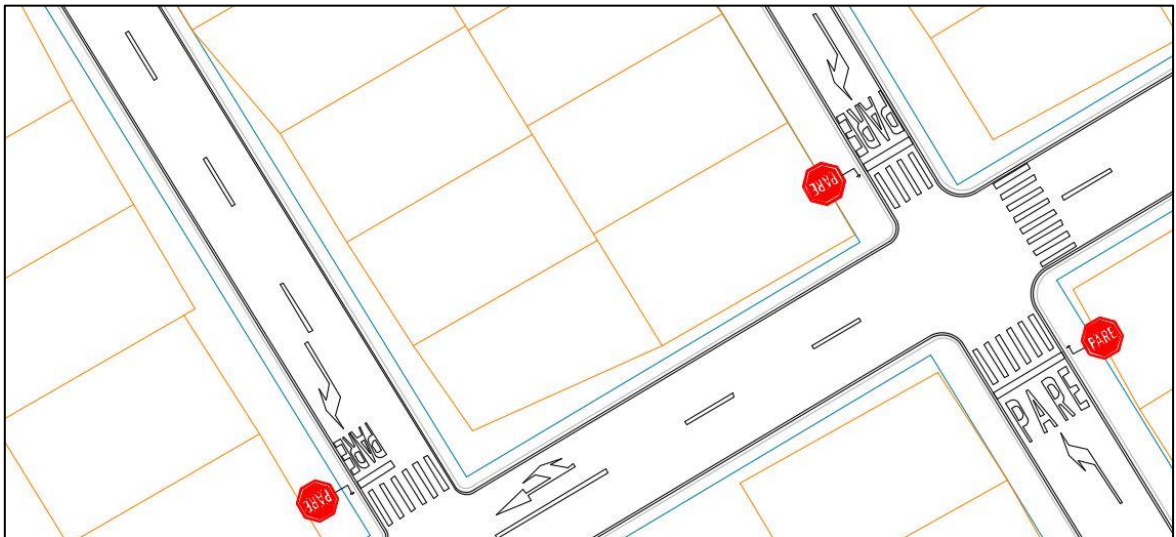
Por otro lado, la señalización horizontal corresponde a la aplicación de marcas viales conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se adhieren sobre el pavimento, bordillos o sardineles, estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas o también en los dispositivos que se colocan sobre la superficie de rodadura, todo esto con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.

Dado que se ubican en las calzadas, las demarcaciones presentan la ventaja, frente a otros tipos de señales, de transmitir su mensaje al conductor, sin que este distraiga su atención del carril en que circula.

Adicionalmente es difícil robar o hacer objeto de vandalismo una demarcación; sin embargo, presentan como desventaja que son percibidas a menor distancia, su visibilidad se ve afectada por lluvia, neblina, polvo o por otros vehículos que circulen en la vía. [6]

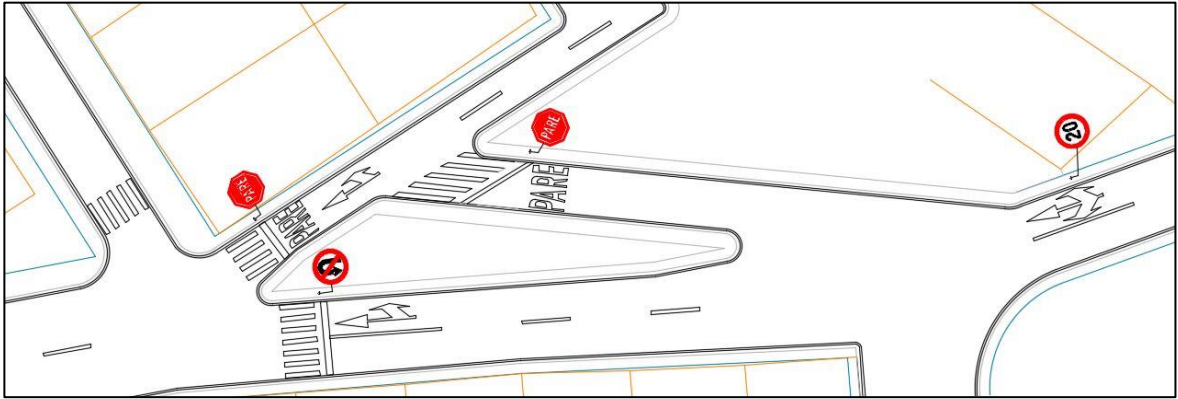
Las demarcaciones utilizadas en el caso de estudio fueron: PARE, líneas de borde, línea de separación de flujos, cruce de cebra, giro a la izquierda y giro a la derecha; las cuales pueden ser observadas en las siguientes figuras realizadas con el software AutoCAD Civil 3D.

Figura. 10 Detalle de la señalización propuesta en la calle 75ª entre carreras 35 y 34D



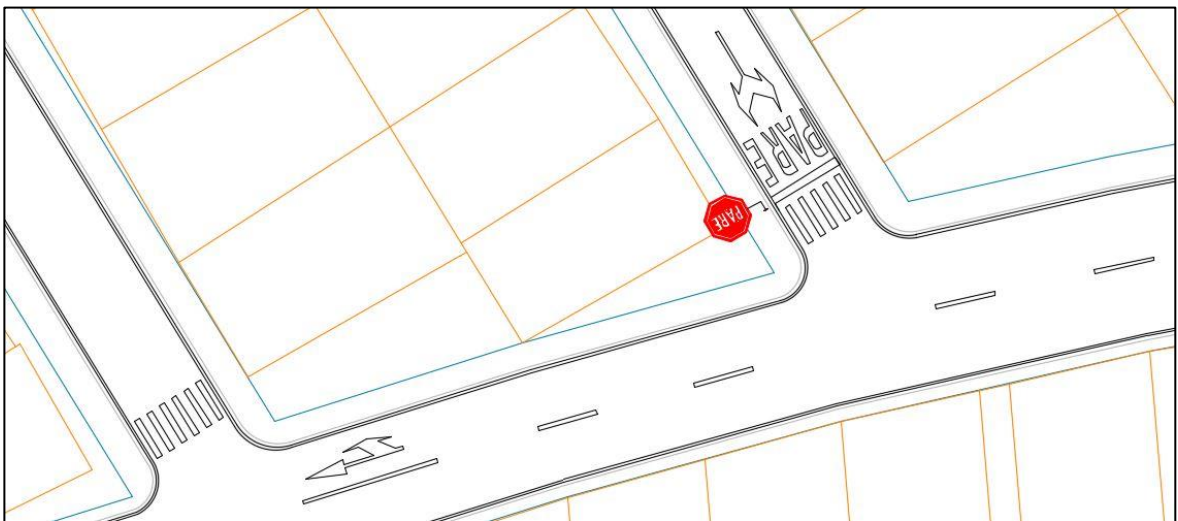
Fuente: Elaboración propia

Figura. 11 Detalle de la señalización propuesta para la entrada del barrio Villanueva



Fuente: Elaboración propia

Figura. 12 Detalle de la señalización propuesta para la Calle 75 entre carreras 35 y 35 A



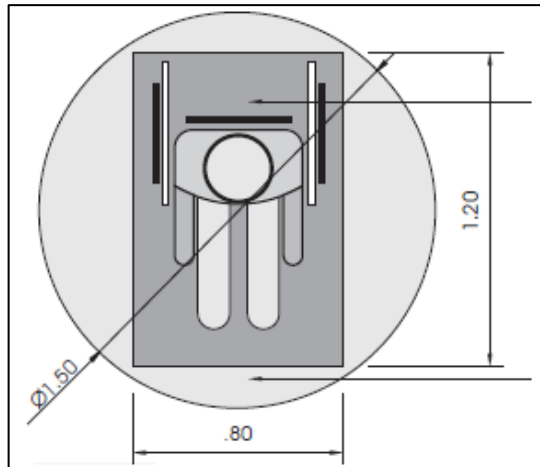
Fuente: Elaboración propia

6. RECOMENDACIONES PARA PEATONES CON MOVILIDAD REDUCIDA

Los usuarios pueden tener movilidad reducida por diferentes razones, pero se puede pensar en dos muy comunes, puede ser por dificultades motoras, o por la pérdida o deficiencia de alguno de los sentidos. Para el último caso la adecuación de los andenes consta de una serie de accesorios como el piso podo táctil. No obstante, para el primer caso las dimensiones de los andenes pueden variar a causa de las ayudas que los peatones puedan utilizar como caminadoras o sillas de ruedas.

El peatón en silla de ruedas demanda como mínimo un rectángulo de 1.20 metros de largo por 0.80 metros de ancho como se muestra en la *figura 13*. [4]

Figura. 13 Requerimiento de espacio para peatones en silla de ruedas.



Fuente: Recuperado de Guía práctica de la movilidad peatonal urbana

En el caso de estudio no hubo inclusión de este tipo de peatones pues se trabajó con lo exigido por el POT de Barrancabermeja. Sin embargo, se recomienda siempre tenerlos en cuenta para el diseño de los andenes y por eso se hacen las siguientes salvedades y sugerencias:

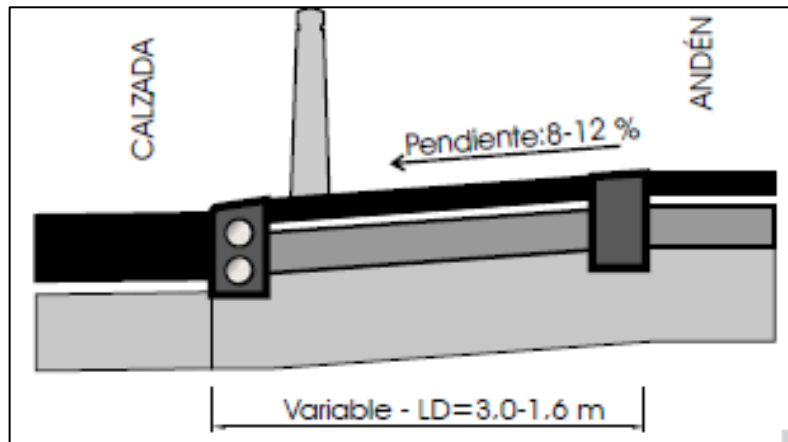
6.1 VADOS

Se deben ubicar vados o rampas para que las personas en sillas de ruedas tengan acceso al andén. Dichos vados conectan el desnivel existente entre la calzada y el

andén, y su remate con la calzada debe ser al mismo nivel. Se ubican en los cruces viales (extremos de la manzana) o también pueden ubicarse a mitad de manzana para resolver la movilidad en un andén estrecho. [4]

El dimensionamiento de los vados se puede hacer utilizando la información presentada en las *figuras 14 y 15*, y en la *tabla 9*.

Figura. 14 Vista en perfil de un vado



Fuente: Recuperado de Guía Práctica de la Movilidad Peatonal Urbana

La clasificación según la escala urbana para la longitud de desarrollo (L.D.) indicada en la *figura 9* es la siguiente [4]:

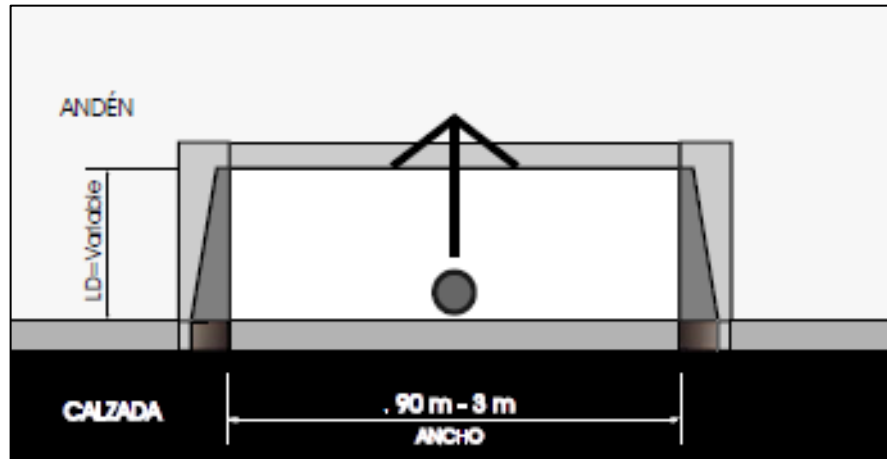
- Vía primaria y secundaria L.D.= 3 metros
- Vía colectora L.D.= 2 metros.
- Vía local L.D.= 1.6 metros

Tabla 9 Clasificación de vados según escala urbana

GEOMETRÍA	Vía primaria y secundaria	Vía colectora	Vía local
Ancho mínimo	3	2	0.9
Pendiente transversal	2%	2%	0%
Pendiente longitudinal	8%	10%	12%

Fuente: Adoptado de la Guía Práctica de la Movilidad Peatonal Urbana

Figura. 15 Vista en planta de un vado



Fuente: Recuperado de la Guía práctica de la movilidad peatonal urbana

6.2 DESCANSOS

Los descansos se colocarán entre tramos de andén, cuando exista la posibilidad de un giro y frente a cualquier tipo de acceso. El largo del descanso deberá tener una dimensión mínima libre de 1.20 metros.

Cuando exista la posibilidad de un giro a 90°, el descanso deberá tener un ancho mínimo de 1 metro; si el ángulo de giro supera los 90°, la dimensión mínima del descanso deberá ser de 1.20 metros.

Se establecen las siguientes pendientes longitudinales máximas para los tramos rectos de andén entre descansos, en función de la extensión de los mismos medidos en su proyección horizontal. [7]

- Longitud de 1.5 m; la pendiente máxima será del 12%
- Longitud entre 1.5 m y 3 m; la pendiente máxima será del 10%
- Longitud entre 3 m y 10 m; la pendiente máxima será del 8%
- Longitud entre 10 m y 15 m; la pendiente máxima será del 6%.

7. CONCLUSIONES

- En un comienzo la revisión bibliográfica se concentró en buscar información nacional sobre el diseño de vías locales, y así tener una noción de lo que existe actualmente en Colombia en relación a este aspecto; complementando con lo estipulado en el POT (Plan de Ordenamiento territorial) municipal, puesto que este documento es la guía principal para conocer los lineamientos viales usados en la ciudad de estudio, Barrancabermeja.

Sin embargo, esta búsqueda no fue del todo fructífera pues, en primer lugar, no son muchos los documentos que se centren en estudiar principalmente las vías de menor escala como lo son las locales, por el contrario, la mayor cantidad de información encontrada está relacionada con las carreteras.

Por otro lado, el POT mencionado tiene un contenido deficiente respecto a este tópico y además la falta de actualización del mismo podría catalogar esta última versión del año 2002 como deficiente, ya que no evidencia la actualidad.

Por estas razones, fue necesario acudir a normas internacionales como la AASHTO y manuales de países como España, Chile y Estados Unidos los cuales tienen una infraestructura vial excepcional.

- Las visitas de campo son un factor fundamental pues no solo son el medio a través del cual el diseñador conoce de primera mano el ambiente en el sector, sino que también ayudan a corroborar que la información suministrada por el ente competente sea correcta. Esta salvedad es pertinente mencionarla dado que algunos detalles relevantes a la hora de plantear el diseño o la propuesta de señalización, fueron guiados por el material fotográfico, aforos y anotaciones de dichas salidas.

- A la hora de emprender el diseño urbanístico, se tuvo que sortear limitaciones principalmente asociadas al espacio disponible, lo que en esencia fue una de las razones para realizar esta investigación pues es una situación recurrente en muchas regiones del país,

Por tal motivo, no fue posible mantener en algunas calles y carreras las dimensiones mínimas estipuladas por norma, y en su lugar fue necesario dar prioridad a otros aspectos como: garantizar la seguridad de los peatones, asegurar la movilidad de peatones y vehículos, y reducir en lo posible el desplazamiento del mobiliario existente (postes de alumbrado público, arboles, alcantarillas, etc); pues estas acciones en un proyecto real incrementarían considerablemente los costos.

- En el transcurso del diseño fue propuesto un cambio en el sentido de las vías para contribuir a una mejor movilidad dentro del barrio, asegurar la seguridad de los usuarios más vulnerables como peatones y ciclistas y aprovechar al máximo la infraestructura planteada.
- Tener una herramienta digital como lo es el software AutoCAD Civil 3D es una gran ventaja para representar de manera gráfica todos los detalles que requiere el diseño urbanístico, por su practicidad y su facilidad para realizar rápidamente cualquier cambio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] American association of state highway and transportation officials. "A policy on geometric design of highways and streets" Estados Unidos, 2001. 4 ed p. 383, 395-397, 404-405, 559 ISBN 1560511567
- [2] Corporación Andina de Fomento, Instituto de Desarrollo Urbano y Universidad Nacional de Colombia. "Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá D.C." Bogotá, Colombia 1 ed p. 29, 35-38.
- [3] Ministerio de transporte e Instituto Nacional de vías. "Manual de diseño geométrico de carreteras." 2008. p. 5-6, 50-51.
- [4] IDU, Instituto de desarrollo urbano. "Guía Práctica de la Movilidad Peatonal Urbana." Bogotá, 2005. p. 37-38, 50
- [5] Ministerio de obras públicas y transportes, Secretaría general para las infraestructuras del transporte terrestre y Dirección general de carreteras. "Carreteras urbanas: Recomendaciones para su planeamiento y proyecto". Madrid, España, 1992. 1 ed. p. 65.
- [6] Ministerio de transporte e Instituto Nacional de vías. "Manual de señalización: Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia." Colombia, 2015. p 24-25, 40-41, 48-50, 53, 81, 90-92, 98-99, 366-367, 389-390, 428.
- [7] ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. "Norma técnica colombiana NTC 4143." Bogotá D.C. 2004.

[8] Elsan-Pacsa. "Vías urbanas parte I: Los firmes urbanos." España Diciembre, 2003 Monografía n°2 p. 7.

[9] Alcaldía de Barrancabermeja. "Plan de ordenamiento territorial." Barrancabermeja, 2002. p. 20, 47-48.

BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. "A policy on geometric design of highways and streets" Estados Unidos, 2001. 4 ed p. 383, 395-397, 404-405, 559 ISBN 1560511567

ALCALDÍA DE BARRANCABERMEJA. "Plan de ordenamiento territorial." Barrancabermeja, 2002. p. 20, 47-48.

CORPORACIÓN ANDINA DE FOMENTO, INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. "Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá D.C." Bogotá, Colombia. 1 ed p. 29, 35-38.

ELSAN-PACSA. "Vías urbanas parte I: Los firmes urbanos." España Diciembre, 2003. Monografía n°2 p. 7.

ICONTEC, INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. "Norma técnica colombiana NTC 4143". Bogotá D.C. 2004.

IDU, INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. "Guía Práctica de la Movilidad Peatonal Urbana." Bogotá, 2005. p. 37-38, 50

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES, SECRETARÍA GENERAL PARA LAS INFRAESTRUCTURAS DEL TRANSPORTE TERRESTRE Y DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS. "Carreteras urbanas: Recomendaciones para su planeamiento y proyecto". Madrid, España, 1992. 1 ed. p. 65.

MINISTERIO DE TRANSPORTE E INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. "Manual de diseño geométrico de carreteras." 2008. p. 5-6, 50-51.

MINISTERIO DE TRANSPORTE E INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. "Manual de señalización: Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia." Colombia, 2015. p 24-25, 40-41, 48-50, 53, 81, 90-92, 98-99, 366-367, 389-390, 428.

ANEXOS

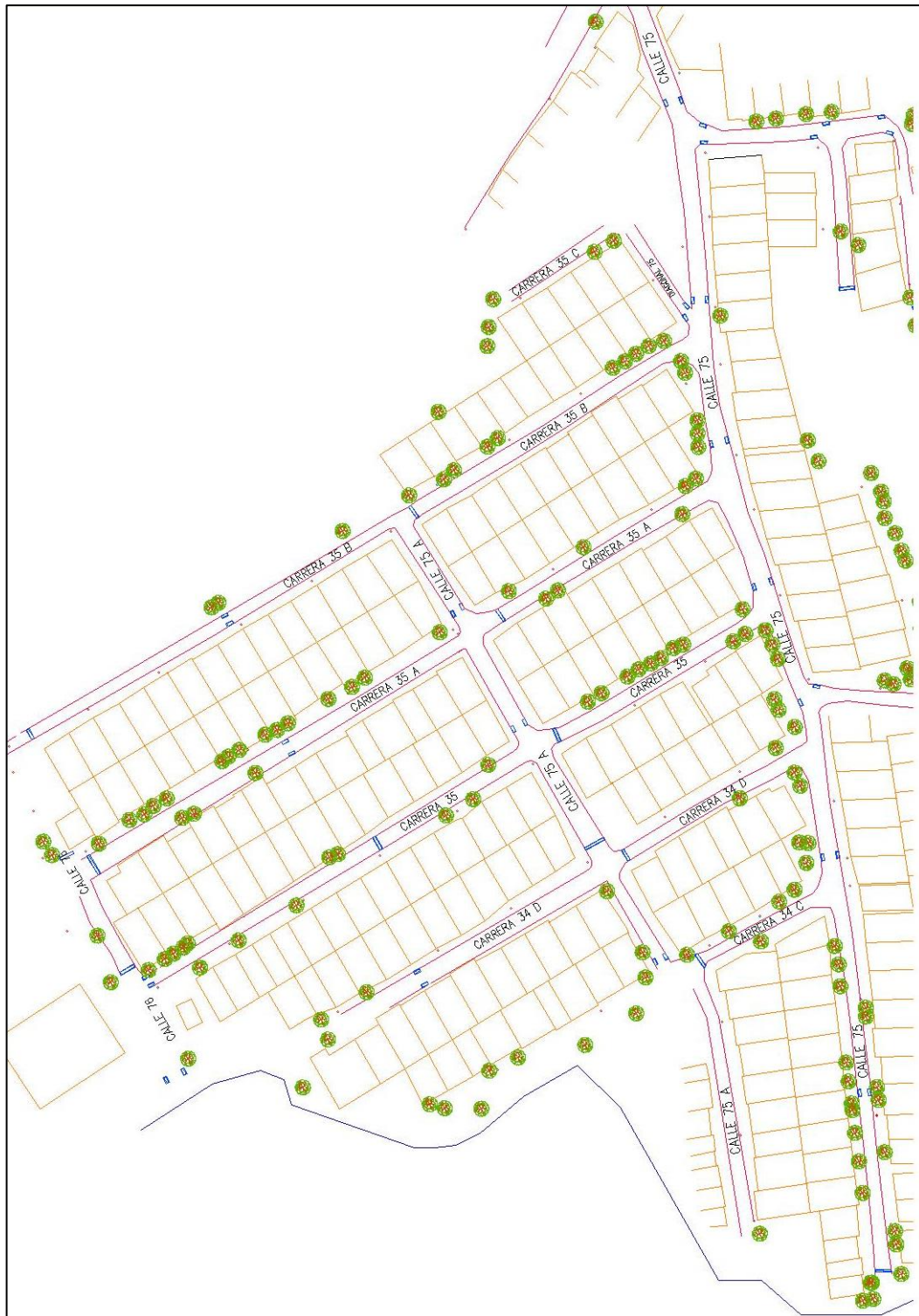
ANEXO A. Planos con las características actuales del barrio Villanueva

Figura. 16 Curvas de nivel del barrio Villanueva



Fuente: Oficina de Autopavimentación

Figura. 17 Nomenclatura y elementos urbanísticos actuales del barrio Villanueva



Fuente: Oficina de Autopavimentación

ANEXO B. Formatos utilizados para la realización del estudio del tránsito

Tabla 10. Formato del aforo peatonal.

ESTUDIO PEATONAL VIVIENDA				
Fecha:	15/03/2017	Hoja: 1 De: 5	Punto: Barrio Villanueva	Ubicación: Calle 75-Cra 35B
Periodo	Peatones Movimiento 1____	Peatones Movimiento 2____	Peatones Movimiento 3____	Peatones Movimiento 4____
0:00-0:15				
0:15-0:30				
0:30-0:45				
0:45-0:00				
0:00-0:15				
0:15-0:30				
0:30-0:45				
0:45-0:00				
	Observaciones:			

Fuente: Suministrado por la directora del proyecto

ANEXO C. Resultados del estudio del tránsito tanto para aforo peatonal como vehicular

AFORO PEATONAL

Día típico: 15 de Marzo de 2017

Tabla 11. Resultados obtenidos del aforo peatonal en el día típico

ESTUDIO PEATONAL VIVIENDA					
Fecha:	15/03/2017	Hoja: 1 5	De:	Punto: Barrio Villanueva	Ubicación: Calle 75- Cra 35B
Periodo	Peatones Movimiento 1____	Peatones Movimiento 2____	Peatones Movimiento 3____	Peatones Movimiento 4____	
6:00-6:15	6	0	1	7	
6:15-6:30	5	0	0	5	
6:30-6:45	13	5	4	12	
6:45-7:00	10	2	0	8	
7:00-7:15	7	4	1	4	
7:15-7:30	11	3	2	10	
7:30-7:45	7	0	3	8	
7:45-8:00	8	3	1	6	
8:00-8:15	9	4	0	5	
8:15-8:30	12	3	3	12	
8:30-8:45	8	6	0	2	

8:45-9:00	5	1	0	4
9:00-9:15	3	2	4	5
9:15-9:30	20	9	1	11
9:30-9:45	11	1	1	11
9:45-10:00	6	1	3	8
10:00-10:15	9	5	4	8
10:15-10:30	6	2	2	6
10:30-10:45	10	3	3	10
10:45-11:00	6	2	2	6
11:00-11:15	11	0	3	14
11:15-11:30	7	2	2	7
11:30-11:45	12	1	10	22
11:45-12:00	16	5	3	14
12:00-12:15	22	2	0	20

12:15-12:30	14	4	0	10
12:30-12:45	13	8	4	16
12:45-13:00	13	0	2	15
13:00-13:15	16	3	1	13
13:15-13:30	8	4	4	8
13:30-13:45	9	1	1	9
13:45-14:00	9	1	1	9
14:00-14:15	6	3	5	8
14:15-14:30	7	1	1	7
14:30-14:45	10	1	3	12
14:45-15:00	2	0	0	2
15:00-15:15	14	3	0	11
15:15-15:30	15	4	10	21

15:30-15:45	5	3	1	3
15:45-16:00	17	4	1	14
16:00-16:15	4	1	0	3
16:15-16:30	6	3	3	6
16:30-16:45	6	1	0	5
16:45-17:00	10	3	2	9
17:00-17:15	7	1	3	9
17:15-17:30	19	4	1	16
17:30-17:45	13	7	5	11
17:45-18:00	22	7	11	26
18:00-18:15	15	9	5	12
18:15-18:30	15	7	7	15
18:30-18:45	13	6	4	11

18:45-19:00	15	3	3	14
19:00-19:15	10	5	2	8
19:15-19:30	8	2	2	8
19:30-19:45	5	1	1	5
19:45-20:00	5	2	0	3
20:00-20:15	0	0	0	0
20:15-20:30	0	0	0	0
20:30-20:45	0	0	0	0
20:45-21:00	0	0	0	0
	Observaciones:			

Fuente: Elaboración propia

Día atípico: 3 de Marzo 2017

Tabla 12. Resultados obtenidos del aforo peatonal en el día atípico

ESTUDIO PEATONAL VIVIENDA				
Fecha:	03/03/2017	Hoja: 1 De: 5	Punto: Barrio Villanueva	Ubicación: Calle 75- Cra 35B
Periodo	Peatones Movimiento 1____	Peatones Movimiento 2____	Peatones Movimiento 3____	Peatones Movimiento 4____
6:00-6:15	5	0	1	6
6:15-6:30	9	5	0	4
6:30-6:45	13	2	0	11
6:45-7:00	3	1	0	2
7:00-7:15	10	1	0	9
7:15-7:30	8	2	1	7
7:30-7:45	9	2	3	10
7:45-8:00	13	4	0	9
8:00-8:15	18	3	0	15
8:15-8:30	10	3	1	8
8:30-8:45	10	0	4	14
8:45-9:00	4	1	1	4
9:00-9:15	12	7	2	7
9:15-9:30	10	5	1	6
9:30-9:45	24	3	2	23
9:45- 10:00	13	7	6	12

10:00-10:15	9	2	2	9
10:15-10:30	9	1	4	12
10:30-10:45	9	2	3	10
10:45-11:00	11	6	2	7
11:00-11:15	14	2	7	19
11:15-11:30	9	1	4	12
11:30-11:45	7	0	1	8
11:45-12:00	20	3	1	18
12:00-12:15	9	3	1	7
12:15-12:30	20	1	2	21
12:30-12:45	18	4	0	14
12:45-13:00	10	0	2	12
13:00-13:15	13	6	5	12
13:15-13:30	13	9	4	8
13:30-13:45	14	4	3	13
13:45-14:00	12	4	1	9
14:00-14:15	22	5	2	19

14:15-14:30	6	4	2	4
14:30-14:45	13	7	0	6
14:45-15:00	8	1	4	11
15:00-15:15	2	1	3	4
15:15-15:30	12	7	2	7
15:30-15:45	9	0	7	16
15:45-16:00	9	4	0	5
16:00-16:15	20	7	7	20
16:15-16:30	7	5	3	5
16:30-16:45	10	5	1	6
16:45-17:00	9	4	1	6
17:00-17:15	6	2	4	8
17:15-17:30	13	6	0	7
17:30-17:45	12	4	0	10
17:45-18:00	18	8	0	10
18:00-18:15	20	3	0	17
18:15-18:30	11	3	6	15
18:30-18:45	16	4	2	18


18:45-19:00	15	3	3	15
19:00-19:15	8	2	1	7
19:15-19:30	8	4	2	6
19:30-19:45	6	1	0	5
19:45-20:00	3	0	0	3
20:00-20:15	0	0	0	0
20:15-20:30	0	0	0	0
20:30-20:45	0	0	0	0
20:45-21:00	0	0	0	0
	Observaciones:			

Fuente: Elaboración propia


AFORO VEHICULAR

Día típico: 15 de Marzo de 2017


Figura. 19 Resultados obtenidos del aforo peatonal en el día típico

PROYECTO VIVIENDA														
ESTUDIO DE VOLUMENES VEHICULARES														
Fecha (D.M.A): 15/03/2017		Estación de Aforo: Calle 75 - Cra 35b												
Condición Climática: Ver Observaciones		Movimientos Aбрados : Norte - Sur / Sur - Norte / Este - Oeste u Oeste - Este												
Aforador: María Angélica Orellano Durán		Hoja 1 de 10												
Coordinador: Sandra Milena Cote Vargas		Hora de Inicio : 6:00 am		Hora Final : 8:00 pm										
PER	MOV	AUTOS	TAXIS	COLEC.	BUSETA	METROLINEA	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	C-36	Motos	Bicic.	
6:00 - 6:15 am												7 / S-N 4 / N-S 1 / W-E	12	1
6:15 - 6:30 am												16 / S-N 4 / N-S 3 / W-E	23	1
6:30 - 6:45 am												21 / S-N 4 / N-S 3 / W-E	28	
6:45 - 7:00 am												21 / S-N 16 / N-S 6 / W-E	43	2
7:00 - 7:15 am												15 / S-N 12 / N-S 2 / W-E	29	3
7:15 - 7:30 am												11 / S-N 8 / N-S 2 / W-E	21	5

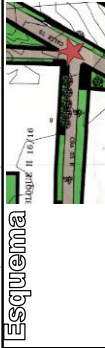
OBSERVACIONES: En estos intervalos de tiempo se presentaron flujos en los periodos de aproximadamente 5 min

PROYECTO VIVIENDA													
ESTUDIO DE VOLUMENES VEHICULARES													
Fecha (D.M.A): 15/03/2017		Estación de Aforo: Calle 75 - Cra 35b		Esquema 									
Condición Climática: Ver observaciones		Movimientos Aforados : Norte - Sur / Este - Oeste u Oeste - Este											
Aforador: María Angélica Orellano Durán		Hoja 1 de 10											
Coordinador: Sandra Milena Cote Vargas		Hora de Inicio : 6:00 am		Hora Final : 8:00 pm									
PER	MOV	AUTOS	TAXIS	COLEC.	BUSETA	METROLINEA	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	≥C6	Motos	Bicic.
7:30 - 7:45 am		N-S 1	N-S 2				X S-N					18 / S-N 9 / N-S 5 / W-E	X S-N
7:45 - 8:00 am		S-N 1	S-N 1		X S-N							18 / S-N 14 / N-S 6 / W-E	X S-N
8:00 - 8:15 am			N-S 2	X N-S								11 / S-N 9 / N-S 9 / W-E	X W-E S-N
8:15 - 8:30 am				X W-E								18 / S-N 14 / N-S 3 / W-E	X S-N W-E
8:30 - 8:45 am		S-N 1	S-N 2	X S-N								9 / S-N 5 / N-S 2 / W-E	X W-E S-N
8:45 - 9:00 am												17 / S-N 6 / N-S 4 / W-E	X S-N

OBSERVACIONES: Desde las 7:30 hasta las 8:00 am, continuaron presentándose algunas lluvias leves. Desde ese horario en adelante, el día se mantuvo soleado.

PROYECTO VIVIENDA													
ESTUDIO DE VOLUMENES VEHICULARES													
Fecha (D.M.A): 15/03/2017		Estación de Afor: Calle 75 - Cra 35b		Esquema 									
Condición Climática: Día soleado		Movimientos Aforados : Norte - Sur / Sur - Norte / Este - Oeste u Oeste - Este											
Aforador: María Angélica Orellano Durán		Hoja 1 de 10											
Coordinador: Sandra Milena Cote Vargas		Hora de Inicio : 6:00 am		Hora Final : 8:00 pm									
PER	MOV	AUTOS	TAXIS	COLEC.	BUSETA	METROLINEA	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	≥C6	Motos	Bicic.
10:30 - 10:45 am		N-S W-E 2					N-S 1					13/S-N 7/N-S 6/W-E 26	X X S-N 2
10:45 - 11:00 am		S-N W-E 2	S-N 1									21/S-N 10/N-S 4/W-E 35	X S-N 1
11:00 - 11:15 am		S-N N-S W-E 3	S-N 1									9/S-N 12/N-S 6/W-E 27	X X W-E 3
11:15 - 11:30 am			S-N 1	S-N 1			N-S 2					8/S-N 7/N-S 6/W-E 21	X X S-N 2
11:30 - 11:45 am			S-N W-E 4				S-N 1					11/S-N 10/N-S 5/W-E 26	X S-N 1
11:45 - 12:00 m		N-S S-N 3	S-N 1									12/S-N 15/N-S 9/W-E 36	X S-N 1


OBSERVACIONES

PROYECTO VIVIENDA													
ESTUDIO DE VOLUMENES VEHICULARES													
Fecha (D.M.A): 03/03/2017		Estación de Aforo: Calle 75 - Cra 35b											
Condición Climática: Día soleado		Movimientos Aforados : Norte - Sur / Sur - Norte / Este - Oeste u Oeste - Este											
Aforador: Maria Angélica Orellano Durán		Hoja 1 de 10											
Coordinador: Sandra Milena Cote Vargas		Hora de Inicio : 6:00 am		Hora Final : 8:00 pm									
PER	MOV	AUTOS	TAXIS	COLEC.	BUSETA	METROLINEA	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	≥C6	Motos	Bicic.
7:00 - 7:45 am				X W-E 1	X S-N 1							21 / S-N 10 / N-S 4 / W-E	X S-N X W-E 3
7:45 - 8:00 am			N-S 2	X N-S X S-N X W-E 3	X S-N 1		X N-S 1					22 / S-N 12 / N-S 5 / W-E	X S-N X N-S X W-E 3
8:00 - 8:15 am		N-S 1	N-S 4	X S-N 1								14 / S-N 15 / N-S 8 / W-E	
8:15 - 8:30 am			S-N 2	X W-E 1	X N-S 1		X S-N 1					18 / S-N 12 / N-S 3 / W-E	X W-E X N-S X W-E 4
8:30 - 8:45 am		0	S-N 3									17 / S-N 8 / N-S 5 / W-E	X W-E X N-S X W-E 3
8:45 - 9:00 am			S-N 1	X N-S X S-N X W-E 3	X N-S 1		X N-S 1					16 / S-N 13 / N-S 6 / W-E	X N-S X W-E X W-E 1

OBSERVACIONES

PROYECTO VIVIENDA													
ESTUDIO DE VOLUMENES VEHICULARES													
Fecha (D.M.A): 03/03/2017		Estación de Aforo: Calle 75 - Cra 35b		Esquema									
Condición Climática: Día soleado		Movimientos Aforados : Norte - Sur / Sur - Norte / Este - Oeste u Oeste - Este											
Aforador: María Angélica Orellano Durán		Hoja 1 de 10											
Coordinador: Sandra Milena Cote Vargas		Hora de Inicio : 6:00 am		Hora Final : 8:00 pm									
PER	MOV	AUTOS	TAXIS	COLEC.	BUSETA	METROLINEA	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	≥C6	Motos	Bicic.
9:00 - 9:15 am		N-S 3		X W-E X N-S 2								15 / S-N 15 / N-S 7 / W-E 37	X S-N X W-E 2
9:15 - 9:30 am		N-S 1	N-S 3	X N-S X S-N 1			X N-S X S-N 3					20 / S-N 8 / N-S 7 / W-E 35	
9:30 - 9:45 am			N-S 4	X N-S X S-N 1			X S-N X N-S 1	X N-S X W-E 2				13 / S-N 10 / N-S 3 / W-E 26	X W-E X S-N 5
9:45 - 10:00 am		N-S W-E 2		X N-S X W-E 2			X N-S X S-N 1					14 / S-N 13 / N-S 13 / W-E 40	X W-E X S-N X S-N 7
10:00 - 10:15 am		N-S W-E 2										14 / S-N 13 / N-S 6 / W-E 33	X S-N X W-E X S-N 3
10:15 - 10:30 am							X S-N X N-S 1					15 / S-N 17 / N-S 7 / W-E 39	X N-S X W-E X S-N 3

OBSERVACIONES

PROYECTO VIVIENDA													
ESTUDIO DE VOLUMENES VEHICULARES													
Fecha (D.M.A): 03/03/2017 Estación de Abro: Calle 75 - Cra 35b Condición Climática: Día soleado Movimientos Aforados : Norte - Sur / Sur - Norte / Este - Oeste u Oeste - Este Aforador: María Angélica Orellano Durán Hoja 1 de 10 Coordinador: Sandra Milena Cote Vargas Hora de Inicio : 6:00 am Hora Final : 8:00 pm													
													
PER	MOV	AUTOS	TAXIS	COLEC.	BUSETA	METROLINEA	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	≥C6	Motos	Bicic.
12:00 - 12:15 pm		X N-S 1					X N-S 1					21 / S-N 17 / N-S 2 / W-E 40	X S-N X N-S X W-E 2
12:15 - 12:30 pm		X S-N 1		X N-S 1								18 / S-N 19 / N-S 9 / W-E 46	X S-N X N-S X W-E 4
12:30 - 12:45 pm			X N-S X S-N 6	X N-S 1								8 / S-N 13 / N-S 6 / W-E 27	X N-S X W-E 2
12:45 - 1:00 pm		X N-S 1					X N-S 1					13 / S-N 15 / N-S 6 / W-E 34	X N-S X W-E 1
1:00 - 1:15 pm			X S-N X N-S 3									12 / S-N 17 / N-S 10 / W-E 39	X S-N X N-S X W-E 3
1:15 - 1:30 pm		X S-N 1					X S-N 1					13 / S-N 14 / N-S 7 / W-E 34	X S-N X N-S X W-E 5
OBSERVACIONES													

PROYECTO VIVIENDA													
ESTUDIO DE VOLUMENES VEHICULARES													
Fecha (D.M.A): 03/03/2017		Estación de Afro: Calle 75 - Cra 35b		Esquema									
Condición Climática: Día soleado		Movimientos Afroados : Norte - Sur / Sur - Norte / Este - Oeste u Oeste - Este											
Aforador: María Angélica Orellano Durán		Hoja 1 de 10		Hora de Inicio : 6:00 am		Hora Final : 8:00 pm							
Coordinador: Sandra Milena Cote Vargas													
PER	MOV	AUTOS	TAXIS	COLEC.	BUSETA	METROLINEA	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	≥C6	Motos	Bicic.
1:30 - 1:45 pm		N-S X S-N 2										21 / S-N 13 / N-S 4 / W-E 38	
1:45 - 2:00 pm		X S-N 2	S-N 2									20 / S-N 4 / N-S 3 / W-E 27	X S-N X X X X W-E 8
2:00 - 2:15 pm		X N-S X S-N 2	N-S 1									19 / S-N 14 / N-S 4 / W-E 37	X N-S X X X W-E 2
2:15 - 2:30 pm		X N-S X S-N X W-E 3										10 / S-N 12 / N-S 5 / W-E 27	X N-S X X X S-N 3
2:30 - 2:45 pm		X N-S X S-N X W-E 3										10 / S-N 8 / N-S 2 / W-E 20	X S-N X X X S-N 1
2:45 - 3:00 pm		X S-N X N-S X W-E 4	N-S 3									11 / S-N 14 / N-S 5 / W-E 30	X S-N X X X W-E NS 7
													OBSERVACIONES

PROYECTO VIVIENDA													
ESTUDIO DE VOLUMENES VEHICULARES													
Fecha (D.M.A): 03/03/2017		Estación de Aforo: Calle 75 - Cra 35b		Esquema									
Condición Climática: Día soleado		Movimientos Aforados : Norte - Sur / Sur - Norte / Este - Oeste u Oeste - Este											
Aforador: María Angélica Orellano Durán		Hoja 1 de 10											
Coordinador: Sandra Milena Cote Vargas		Hora de Inicio : 6:00 am		Hora Final : 8:00 pm									
PER	MOV	AUTOS	TAXIS	COLEC.	BUSETA	METROLINEA	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	≥C6	Motos	Bicic.
6:00 - 6:15 pm												13 / S-N 22 / N-S 2 / W-E	X X X
6:15 - 6:30 pm			S-N N-S	X S-N								21 / S-N 24 / N-S 7 / W-E	X X X
6:30 - 6:45 pm			2	1								20 / S-N 23 / N-S 5 / W-E	X X X
6:45 - 7:00 pm		N-S		X N-S								18 / S-N 22 / N-S 7 / W-E	X X X
7:00 - 7:15 pm				1								19 / S-N 16 / N-S 5 / W-E	X X X
7:15 - 7:30 pm		N-S		X N-S								17 / S-N 20 / N-S 4 / W-E	X X X
		2		1								41	3
OBSERVACIONES													

ANEXO D. Registro fotográfico del Barrio Villanueva



Imagen 1 Calle 75 tramo 1 (1)



Imagen 2 Calle 75 tramo 1 (2)
Fuente: Autores



Imagen 3 Calle 75 tramo 9 (1)
Fuente: Autores



Imagen 4. Calle 75 tramo 9 (2)
Fuente: Autores



Imagen 5 Calle 75A tramo 1.
Fuente: Autores



Imagen 6. Calle 75A tramo 2 (1)
Fuente: Autores



Imagen 7. Calle 75A tramo 2 (2)
Fuente: Autores



Imagen 8. Calle 75A tramo 2 (3)
Fuente: Autores



Imagen 9. Calle 75A tramo 2 (4)
Fuente: Autores



Imagen 10 Calle 75A tramo 2 (5)
Fuente: Autores



Imagen 11. Calle 76 tramo 1
Fuente: Autores



Imagen 12. Calle 76 tramo 2.
Fuente: Autores



Imagen 13. Calle 76 tramo 3.
Fuente: Autores



Imagen 14. Carrera 34C tramo 1.
Fuente: Autores



Imagen 15. Carrera 34D tramo 2.
Fuente: Autores



Imagen 16. Carrera 35 tramo 1 (1).
Fuente: Autores



Imagen 17. Carrera 35 tramo 1 (2).
Fuente: Autores



Imagen 18. Carrera 35 tramo 2.
Fuente: Autores



Imagen 19. Carrera 35A tramo 1.
Fuente: Autores



Imagen 20. Carrera 35A tramo 2.
Fuente: Autores



Imagen 21. Carrera 35B tramo 2.
Fuente: Autores



Imagen 22. Carrera 35C
Fuente: Autores



Imagen 23. Diagonal 75 (1)
Fuente: Autores



Imagen 24. Diagonal 75 (2)
Fuente: Autores



Imagen 25. Diagonal 75 (3)
Fuente: Autores



Imagen 26. Entrada principal al barrio
Fuente: Autores



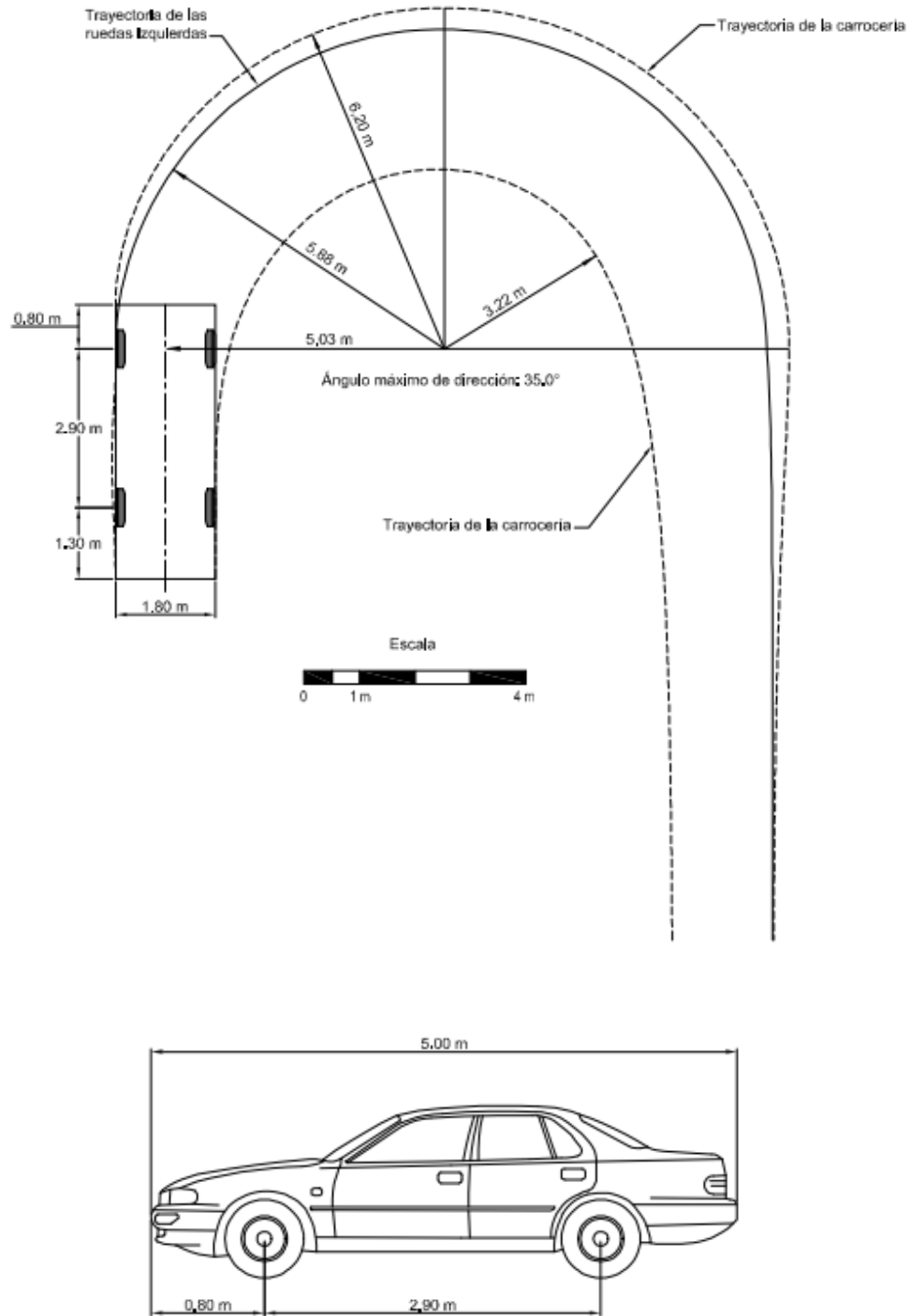
Imagen 27. Entrada secundaria al barrio (1)
Fuente: Autores



Imagen 28. Entrada secundaria al barrio (2)
Fuente: Autores

ANEXO E. Representación gráfica del vehículo de diseño

Figura. 21 Dimensiones y radio de giro del vehículo liviano



Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras del INVIAS

ANEXO F. Propuesta para la modificación del sentido de las vías en el barrio Villanueva

Figura. 22 Sentido de las vías para el barrio Villanueva.



Fuente: Elaboración propia

ANEXO G. Cartilla “*Guía para el diseño de vías locales en Barrancabermeja*”



Imagen 4. Portada de la guía

NOTA: Para leer el contenido de esta guía consultar la carpeta de ANEXOS de este CD.