



**APOYO EN EL DISEÑO DE CICLOINFRAESTRUCTURA EN LOS MUNICIPIOS DEL
ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ**

Ernesto Sebastian Romero Delgado

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Civil

Asesor

Claudia Marcela Aldana Ramírez, MSc

Universidad de Antioquia
Facultad de ingeniería
Ingeniería Civil
Medellín, Antioquia, Colombia
2023

Cita

(Romero Delgado, 2023)

Referencia

Romero Delgado, E. S. (2023) *Apoyo en el diseño de cicloinfraestructura en los municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá* [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Estilo APA 7 (2020)



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Diana Catalina Rodríguez Loaiza.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
1 Objetivos	10
1.1 Objetivo general	10
1.2 Objetivos específicos.	10
2 Marco teórico	10
2.1 CIUDAD CICLO-INCLUSIVA	10
2.2 SEGURIDAD VIAL	10
2.3 INFRAESTRUCUTRA ADAPTADA PARA CICLISTAS	10
2.4 CICLOINFRAESTRUCTURA	11
2.5 VIAS CICLISTICAS	11
2.6 VIAS CICLO ADAPTADAS	11
2.7 ELEMENTOS DE SEGREGACIÓN	11
2.8 TIPOLOGIAINTERSECCIÓN	11
2.9 RADIOS DE CURVAS	12
2.10 SEÑALES VERTICALES PARA CICLORUTAS	12
2.11 DECLARACIÓN PARA CICLORUTAS	12
2.12 VELOCIDAD DE REFERENCIA	12
2.13 GEOLOCALIZACIÓN	12
2.14 AUTOCAD (VEHICLE TRACKING)	13
3 Metodología	16
3.1 Revisión bibliográfica correspondiente al apoyo en el diseño de cicloinfraestructura	16
3.2 Geolocalización	16

3.3	Apoyo en los APU	17
3.4	Levantamiento señalización vertical	17
3.5	Propuesta señalización vertical	19
3.6	Modulación radios de giro	19
3.7	Revisión de estudio de movilidad	23
4	Resultados y Análisis	24
4.1	Levantamiento Señalización vertical.	24
4.2	Señalización vertical propuesta.	28
4.3	Modulación radios de giro	30
4.3.1	Corredor vial Iglesia Chiquinquirá-Tulio Ospina	30
4.3.2	Corredor vial Parque Fabricato – Universidad San Buena Aventura	33
4.4	Revisión de estudio de movilidad	36
5	Conclusiones	37
	Referencias	38

Lista de tablas

Tabla 1 Radio de curvatura para un ángulo de inclinación de 15°	13
Tabla 2 Radio mínimo de giro para un ángulo de inclinación mayor a 15°	14
Tabla 3 Radio giro en intersecciones de vías ciclistas	14
Tabla 4 Dimensiones de peatones y vehículos	15
Tabla 5 Tipo de vehículo y velocidad seleccionada para la modulación	22
Tabla 6 Señalización informativa (SI) existente	23
Tabla 7 Señalización preventiva (SP) existente	24
Tabla 8 Señalización reglamentaria (SR) existente	25
Tabla 9 Señalización reglamentaria (Biciusuarios) (SCR) existente	26
Tabla 10 Señalización preventiva (SP) propuesta	27
Tabla 11 Señalización reglamentaria (SR) propuesta	28
Tabla 12 Señalización propuesta no existente en el manual de señalización	29
Tabla 13 Vehículos modelación Vehicle Tracking	29

Lista de figuras

Figura 1 Geolocalización cámaras Medellín.	17
Figura 2 Señalización existente corredor saludable Avenida Las Vegas	18
Figura 3 Plano levantamiento topográfico	18
Figura 4 Corredor vial Iglesia Chiquinquirá-Tulio Ospina	20
Figura 5 Corredor vial Parque Fabricato – Universidad San Buena Aventura	21
Figura 6 Señalización existente AutoCAD	27
Figura 7 Propuesta señalización vertical AutoCAD	30
Figura 8 Modulaci3n veh3culo pesado (cam3n de la basura) Vehicle Tracking	31
Figura 9 Modulaci3n Diagonal 61 con Avenida 42, maniobra 1 Vehicle Tracking	32
Figura 10 Modulaci3n Diagonal 61 con Avenida 42, maniobra 2 Vehicle Tracking	32
Figura 11 Modulaci3n veh3culo liviano (taxi) Vehicle Tracking	33
Figura 12 Modulaci3n veh3culo pesado (cam3n articulado) Vehicle Tracking	34
Figura 13 Modulaci3n Intersecci3n Cra60 con calle 45 (entrada universidad), Vehicle Tracking	35
Figura 14 Modulaci3n Intersecci3n Cra56a con Cra55, Vehicle Tracking	36

Resumen

El AMVA es una entidad del orden administrativo que articula la región más urbana y poblada del departamento de Antioquia, conformada por los 10 municipios que son Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Envigado, Itagüí, Sabaneta, La Estrella, Caldas y su municipio núcleo Medellín. La subdirección de movilidad se encarga del buen servicio de transporte público de pasajeros, en esta parte se trabajó en la cicloinfraestructura, en la cual se busca que se cumpla con las condiciones de eficiencia, accesibilidad, comodidad, economía, seguridad y sostenibilidad, buscando una ciudad ciclo inclusiva.

Este proceso se realiza inicialmente conociendo del tema y conociendo el propósito, con lo cual se llevan a cabo diferentes actividades, las cuales se realizan para apoyar en los diferentes proyectos de cicloinfraestructura en el AMVA. Para llevar a cabo alguna de las actividades se tiene que tener conocimientos y dominio del programa como Excel, AutoCAD y Vehicle Tracking. En lo cuales se hace el apoyo de cotizaciones para tener la base de datos actualizada y por la misma parte tener los APU de los proyectos, por otra parte, los programas de Autodesk permiten realizar el apoyo en la señalización vertical de los proyectos y la modulación de radios e giro para revisión del diseño de cicloinfraestructura y finalmente por medio de los Lineamientos para los estudios de movilidad municipio de Medellín, se hace el apoyo en la revisión del estudio de movilidad de un corredor vial.

Palabras clave: Cicloinfraestructura, señalización, radios de giro, segregación, intersecciones, ciudad ciclo-inclusiva.

Abstract

The AMVA is an entity of the administrative order that articulates the most urban and populated region of the department of Antioquia, made up of the 10 municipalities that are Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Envigado, Itagüí, Sabaneta, La Estrella, Caldas, and its core municipality Medellín. The sub-directorate of mobility is in charge of the good public passenger transport service, in this part work was done on the cycling infrastructure, which sought to comply with the conditions of efficiency, accessibility, comfort, economy, safety, and sustainability, seeking a cycle-inclusive city.

This process is carried out initially knowing about the subject and the purpose with which different activities are carried out, those activities are conducted to support the various cycle infrastructure projects in the AMVA. To carry out any of the activities, you must have knowledge and mastery of programs such as Excel, AutoCAD, and Vehicle Tracking. In these programs, the support of quotes is made to have the updated database and also to have the APU of the projects. On the other hand, the Autodesk programs allow support in the vertical signaling of the projects and the modulation of turning radii for the review of the cycle infrastructure design, and finally, through the Guidelines for the mobility studies of the municipality of Medellín, support is made in the review of the mobility study of a road corridor.

Keywords: Cycling infrastructure, signaling, turning radii, segregation, intersections, cycle-inclusive city.

Introducción

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá es una entidad administrativa de derecho público que asocia a los 10 municipios que conforman el AMVA: Medellín es la ciudad núcleo, alrededor de la cual están conectados los municipios de Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Itagüí, Sabaneta, Envigado, La Estrella y Caldas. Teniendo en cuenta que el AMVA actúa como autoridad de transporte público metropolitano y autoridad ambiental urbana, implementado una movilidad ciclo-inclusiva es decir que cualquier persona pueda hacer el uso de la bicicleta, además generar una movilidad activa es decir que las personas hagan de nuestro cuerpo para desplazarse, ya sea a pie o en bicicleta, al utilizar estos medios de transporte se ayuda al medio ambiente, ya que se da un mejor uso al espacio vial, es decir generando un ambiente más limpio y evitando la contaminación al aire.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se quiere dar continuidad a la movilidad sostenible satisfaciendo las necesidades de los ciudadanos de manera que no afecten su entorno, el medio ambiente y el territorio que habitan. Por eso, vincular ese concepto a la movilidad es una de las grandes labores que realiza el AMVA, para que los habitantes de los diez municipios que conforman la región asuman un papel activo por la transformación de sus desplazamientos y contribuir así a una mejor calidad del aire, economizar tiempo, dinero y mejorar la calidad de vida de todos.

La Movilidad Sostenible se representa con la pirámide invertida de la movilidad, que establece la prioridad a los peatones, los ciclistas, después el transporte público, transporte de carga y por últimos las motos y los autos, por lo tanto, se tiene que la bicicleta se ha convertido muy utilizada por las personas, este modo de transporte que ha sido fundamental para tener acceso a los diferentes lugares, como el trabajo, el lugar de estudios, las viviendas, entre otros.

La bicicleta tiene una alta efectividad como modo de transporte en términos de ocupación de espacio, consumo de energía y velocidad promedio, para distancias cortas y medias, por lo tanto, se lleva a cabo la cicloinfraestructura es decir una infraestructura vial con diseño cicloinclusivo, que constituyen las ciclorredes, llevando acabo en cada diseño los requisitos básicos que son, atractiva, coherente, cómoda, directiva y segura.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Apoyar en el diseño de la cicloinfraestructura en los 10 municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

1.2 Objetivos específicos.

- Identificar las necesidades del usuario del AMVA en términos de movilidad, seguridad, necesidad.
- Apoyo en los Análisis de precios unitarios (APU) para los diferentes proyectos.
- Apoyar en la señalización vertical en el diseño de los proyectos de Cicloinfraestructura.
- Apoyo en la modelación de radios de giro en los proyectos de Cicloinfraestructura, con el programa Vehicle Tracking (AutoCAD)

2 Marco teórico

2.1 CIUDAD CICLO-INCLUSIVA

Es aquella en la que cualquier persona puede utilizar la bicicleta de manera segura y cómoda para todos sus desplazamientos. (Guía de cicloinfraestructura para ciudades colombianas, 2016)

2.2 SEGURIDAD VIAL

Conjunto de acciones, mecanismos e intervenciones sobre la infraestructura vial y de transporte, que están dirigidas a la prevención de siniestros viales, su mitigación y/o minimización de sus efectos. (Guía ASVU_Bogota)

2.3 INFRAESTRUCUTRA ADAPTADA PARA CICLISTAS

Considera el control del volumen y la velocidad del tránsito para favorecer a peatones y ciclistas. Si no es suficiente, se deben remediar los conflictos en cruces e intersecciones y reasignar espacio en calzadas. Como última medida, se pueden hacer intervenciones fuera de la calzada, para proporcionar un entorno que satisfaga las necesidades de los usuarios. (PMB 2030, 2015)

2.4 CICLOINFRAESTRUCTURA

Conjunto formado por la infraestructura para la bicicleta y los complementos que la hacen funcional para este vehículo. (Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas, 2016)

2.5 VIAS CICLISTICAS

Las vías ciclistas son espacios reservados exclusivamente a la circulación de bicicletas, que no se traslapan con el espacio de otros usuarios. (Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas, 2016)

2.6 VIAS CICLO ADAPTADAS

El uso compartido de la calzada con el tránsito motorizado, o la autorización del uso de la infraestructura peatonal. (Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas, 2016)

2.7 ELEMENTOS DE SEGREGACIÓN

Se utilizan con el propósito de reforzar la información para los conductores en cuanto a la segregación existente en la vía de áreas destinadas a distintos tipos de usuarios como vehículos y peatones o a distintos modos de transporte (Manual de Señalización Vial, 2015)

2.8 TIPOLOGIAINTERSECCIÓN

La forma de la intersección y su regulación determinan sus características y condicionan su diseño cicloinclusivo. Se distinguen cinco tipos básicos de intersecciones:

- Cruces concionales no semaforizados
- Cruces convecionales semaforizados
- Glorietas
- Intersecciones a desnivel

Otro tipo de cruces (cruce en tramos, de vías de aceleración y desaceleración, carriles de giros a la derecha independientes, etc.)

2.9 RADIOS DE CURVAS

Las vueltas que se realizan a velocidades inferiores a los 15 km/h, se consideran como vueltas a baja velocidad. Esta situación se presenta generalmente en intersecciones agudas, donde el radio de las curvas es controlado por las huellas de giro mínimas de los vehículos. (Ingeniería de tránsito _ fundamentos, 2018)

2.10 SEÑALES VERTICALES PARA CICLORUTAS

Las señales asociadas al uso de bicicletas en vías con o sin dispositivos para ellas, cumplen tres funciones básicas: regular la circulación (reglamentarias), advertir sobre peligros (preventivas) y guiar a los ciclistas a través de ciclorrutas (informativas). (Manual de Señalización Vial, 2015)

2.11 DECLARACIÓN PARA CICLORUTAS

Las demarcaciones deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello las dispuestas en ciclobandas y ciclocalles se deben realizar con materiales que aseguren su retrorreflexión cuando las bicicletas circulen junto a otros vehículos motorizados. (Manual de Señalización Vial, 2015)

2.12 VELOCIDAD DE REFERENCIA

Es de gran importancia, ya que determina el radio y el peralte de las curvas y las distancias mínimas de visibilidad. Asimismo, afecta el espacio requerido al circular en bicicleta y, por lo tanto, condiciona el ancho necesario de las vías ciclistas. (Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas, 2016)

2.13 GEOLOCALIZACIÓN

Los datos de geolocalización identifican la ubicación geográfica de personas u objetos, lo que puede revelar el desempeño de alguna actividad u operación (Detection of vehicle-based operations from geolocation data, 2021). En este caso aplica para las señales verticales, horizontales, semaforización, vegetación, cámaras de seguridad, estaciones de EnCicla y lugares que hacen parte de un corredor vial.

2.14 AUTOCAD (VEHICLE TRACKING)

Proporciona un conjunto de herramientas de diseño de transporte entre las que se incluyen la predicción del camino barrido por vehículos con dirección, los trenes ligeros y los aviones, así como el diseño de la distribución de estacionamientos y el trazado de rotondas. (autodesk latinoamerica, 2022).

A continuación, en la Tabla 1 se observa la información para el diseño de la cicloinfraestructura, los cuales se deben tener en cuenta en el diseño cuando un ciclista tiene un ángulo de inclinación de 15° con respecto a la vertical.

Tabla 1

RADIO DE CURVATURA PARA UN ÁNGULO DE INCLINACIÓN DE 15°

VELOCIDAD (km/h)	RADIO DE CURVATURA (m)
10	2.9
20	11.8
30	26.5
40	47.2
50	73.7
$R = \frac{0,0079 * V^2}{Tan(\theta)}$	
R= Radio de curvatura (m) V= Velocidad de diseño (km/h) θ= Angulo de inclinación de ciclista con respecto a la	

FUENTE: PMB 2030, 2015 y elaboración propia

En la Tabla 2 se observa la información para el diseño de la cicloinfraestructura, los cuales se deben tener en cuenta en el diseño cuando un ciclista tiene un ángulo de inclinación mayor a 15° con respecto a la vertical.

Tabla 2

RADIO MINIMO DE GIRO PARA UN ÁNGULO DE INCLINACIÓN MAYOR A 15°

PERALTE %	VELOCIDAD (km/h)								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
2	2	5	10	15	24	32	47	59	86
4	2	5	9	14	22	30	43	55	79
6	2	4	9	13	21	28	41	51	73
8	2	4	8	13	20	27	38	48	68
10	2	4	8	12	19	25	36	46	64
12	2	4	7	11	18	24	34	43	60
f	0.34		0.31		0.28		0.25		0.21
$R = \frac{v^2}{127 * (\frac{e}{100} + f)}$			R= Radio de giro (m) V= Velocidad de diseño (km/h)			e= Peralte % f= coeficiente de fricción			

FUENTE: PMB 2030, 2015 y elaboración propia

En la tabla 3 se tiene información de los radios mínimos de giro en intersecciones con respecto a la velocidad.

Tabla 3

RADIOS DE GIRO EN INTERSECCIONES DE VIAS CICLISTAS.

VELOCIDAD (km/h)	RADIO DE GIRO (m)
12	3.2
15	6.5
20	10.0

FUENTE: Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas, 2016 y elaboración propia

La tabla 4 nos brinda información de las dimensiones de los peatones, silla de ruedas y los diferentes vehículos de transporte.

Tabla 4

DIMENSIONES DE PEATONES Y VEHÍCULOS.

DIMENSIONES DE PEATONES Y VEHÍCULOS			
	Ancho máximo (m)	Longitud máxima (m)	Altura máxima (m)
Peatones	0,7		1,8
Sillas de ruedas	0,75	1,2	0,94
Bicicletas	0,6	1,7	1,05
Motocicletas	1,02	2,3	0,8
Automóviles	1,4 a 1,9	3,0 a 5,5	1,4 a 2,1
Buses y camiones rígidos	2,6	12,5	3,1
Buses y camiones articulados	2,6	18,3	3,01
Tranvía	2,4	21,0	3,35
Tren ligero	2,85	32,0	3,55
Metro	2,5 a 3,2	23,0	3,60
Tren regional	3,2	26,0	3,60

FUENTE: Vías urbanas una ciudad para todos, 2020

3 Metodología

Con el fin de alcanzar los objetivos planteados en el informe, se realizaron las siguientes actividades.

3.1 Revisión bibliográfica correspondiente al apoyo en el diseño de cicloinfraestructura

Para la realización de este informe se inició con la revisión de distintas fuentes relacionadas con cicloinfraestructura, como son el PMB 2030, Guía de cicloinfraestructura para ciudades colombianas, el manual de señalización vial, entre otros. Estos documentos se enfocan en el diseño de la cicloinfraestructura, algunos más que otros, los cuales brindan las especificaciones necesarias para realizar un diseño, teniendo en cuenta cada detalle en el proceso, como los radios de giro, las pendientes, las segregaciones, la señalización vertical. Por lo tanto, se realiza la lectura de cada uno de estos documentos para el proceso del apoyo del diseño de cicloinfraestructura.

Además, se hace una capacitación en el manejo del programa que brinda la plataforma de autodesk, el cual es Vehicle Traking, este programa hace parte de AutoCAD, en el cual se realizan las diferentes formas de apoyo en el proceso de diseño, como por ejemplo la señalización vertical y modulación de los radios de giro, etc.

3.2 Geolocalización

La Subdirección de movilidad del AMVA nos brinda unos datos de las cámaras de seguridad de en la Ciudad de Medellín, estos vienen dados en un archivo de Excel los cuales contienen información como, el número de la cámara la ubicación en dirección y en coordenadas (latitud, longitud), además tiene información del estado de la cámara, estos datos se utilizan para crea un archivo KML para observar los datos geográficos en un navegador.

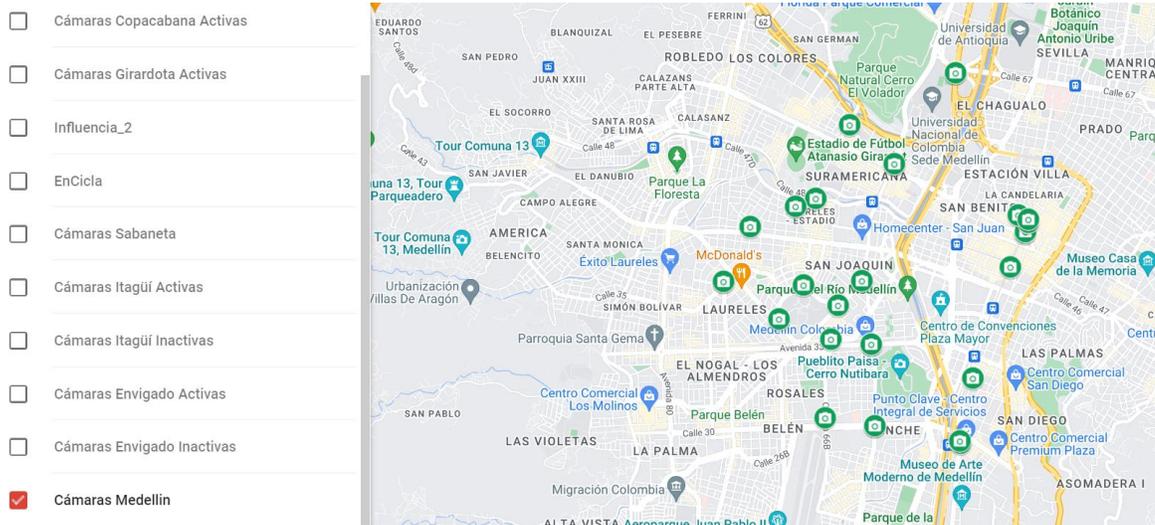


Figura 1: Geolocalización cámaras Medellín.

3.3 Apoyo en los APU

En la parte de movilidad del AMVA se tiene una base de datos de los precios actualizados de los materiales necesarios para llevar a cabo los proyectos de cicloinfraestructura, para mantenerlos actualizados se hace cotizaciones en los diferentes distribuidores de materiales de construcción los cuales conocemos como grandes empresas que manejan estos tipos de materiales, como el cemento, tubería, clavos, madera, señalización, semaforización, etc. También en depósitos o conteras, donde se encuentra los materiales como arena, triturado, base granular, entre otros. Con estos materiales con sus precios actualizados el AMVA realiza los APU.

3.4 Levantamiento señalización vertical

En este proceso se realiza un recorrido donde se llevará a cabo el proyecto de cicloinfraestructura, que este caso se lo conoce como el corredor vial saludable sobre la Avenida Las Vegas Carrera 48 entre las calles 77 sur y 52 sur. Esto se realiza para observar la señalización existente como se ve en la Figura 2 y tomar nota ya sea en un plano como se observa en la Figura 3 o con las coordenadas por medio de google maps y obtener la ubicación exacta de las señales. Estos datos se llevan al AutoCAD para ubicarlas en la topografía y el diseño del corredor vial saludable.



Figura 2: Señalización existente corredor saludable Avenida Las Vegas.

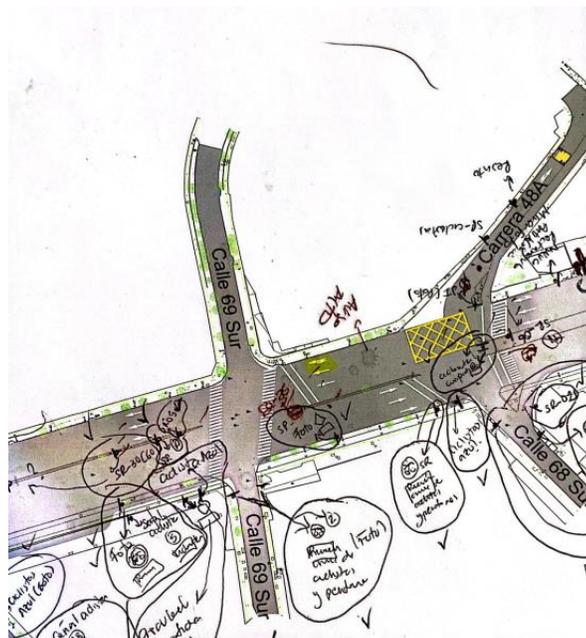


Figura 3: Plano levantamiento topográfico.

3.5 Propuesta señalización vertical

Luego de realizar el proceso de levantamiento de la señalización existente en el corredor vial saludable sobre la Avenida Las Vegas, se procede a realizar la propuesta de la señalización vertical teniendo en cuenta el diseño del proyecto de cicloinfraestructura, el Manual de Señalización Vial 2015 y la seguridad del usuario, este proceso se realiza en el diseño que se tiene en AutoCAD.

3.6 Modulación radios de giro

Teniendo en cuenta el diseño de la cicloinfraestructura brindado por el Ingeniero encargado del Diseño, se hace el apoyo en la verificación de los radios de giro, por medio de una modulación con la ayuda del programa que brinda AutoCAD conocido como Vehicle Tracking. En primero instancia la modelación se realizó para el corredor vial Iglesia Chiquinquirá-Tulio Ospina y luego para corredor vial Parque Fabricato – Universidad San Buena Aventura los dos en el Municipio de Bello. En el diseño del primer corredor se tiene que para el tramo 1 cuenta con el diseño de una cicloruta unidireccional costado sur, segregada por zona verde, 1 carril vehicular unidireccional compartido con el ciclista, con zona de uso múltiple, el tramo 2 cuenta con el diseño de una ciclorruta bidireccional costado sur, segregada, bahía de parqueo, 1 carril vehicular, la vía se debe de volver unidireccional y se haría un par vial en el sector, ampliación del andén norte, el tramo 3 cuenta con el diseño de una ciclorruta bidireccional costado occidente, franja de circulación peatonal y resguardo, bahía de parqueo, 1 carril vehicular, el tramo 4 cuenta con el diseño de ciclorruta bidireccional costado sur, ampliación de 50 cm , 2 carriles vehiculares de 3mts, se tendría conflicto con el comercio informal en ambos costados de la vía, el tramo 5 cuenta con el diseño de ciclorruta bidireccional costado oriente (como esta) hasta diagonal 54, ciclorruta unidireccional segregada en cada costado, 2 carriles vehiculares de 3mts, se puede observar el la Figura 4 los tramos mencionados.

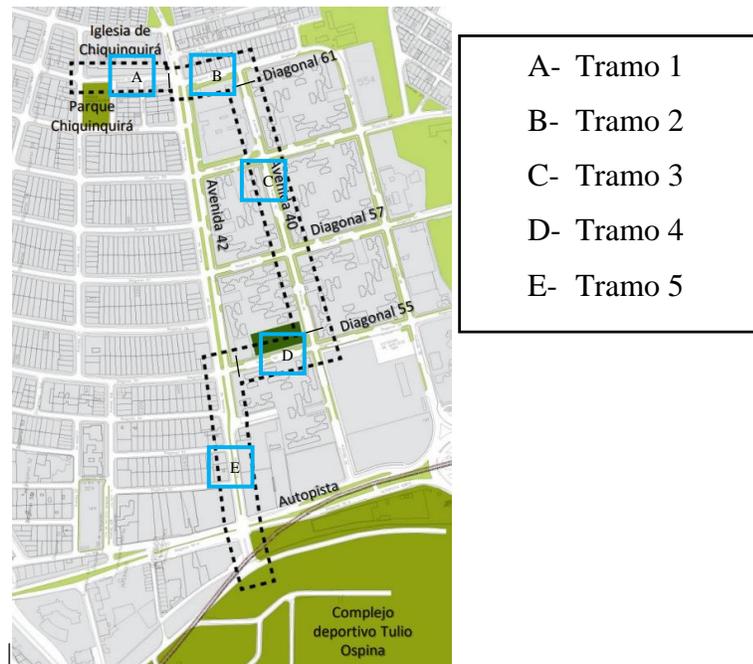


Figura 4: Corredor vial Iglesia Chiquinquirá-Tulio Ospina

En el diseño del segundo corredor se tiene que para el tramo 1 cuenta con el diseño de una cicloruta bidireccional compartido costado occidental, 2 carriles vehicular unidireccional, sin zona de uso múltiple, el tramo 2 cuenta con el diseño de una ciclorruta unidireccional, disminuyendo andén a cada costado, el tramo 3 cuenta con el diseño de una ciclorruta unidireccional, disminuyendo el andén a ambos costados, el tramo 4 cuenta con el diseño de una ciclorruta bidireccional costado sur, el tramo 5 cuenta con el diseño de una ciloritura unidireccional en contraflujo segregada y carril compartido, tramo 6 cuenta con el diseño de una ciclorruta bidireccional costado norte, zona para parqueo al costado sur. se puede observar la la Figura 5 los tramos mencionados.

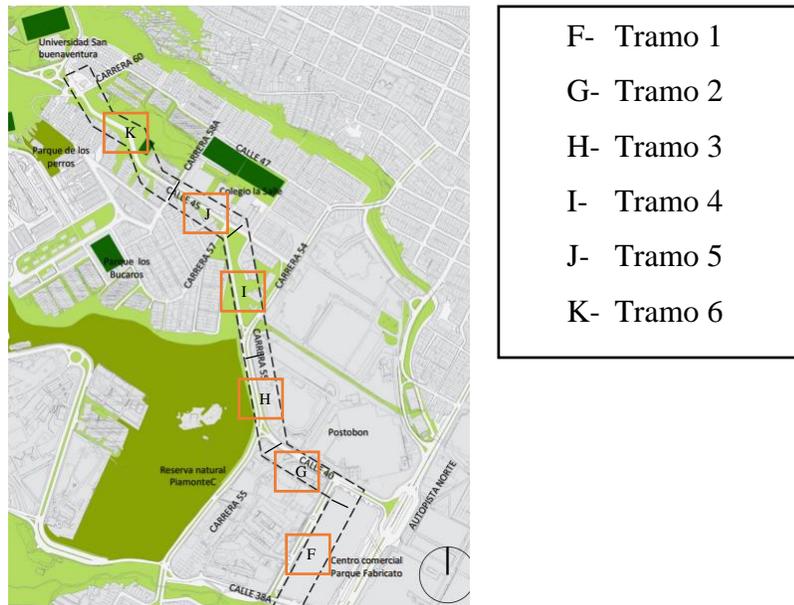


Figura 5: *Corredor vial Parque Fabricato – Universidad San Buena Aventura.*

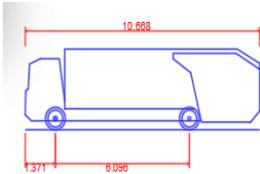
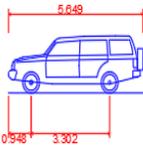
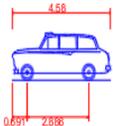
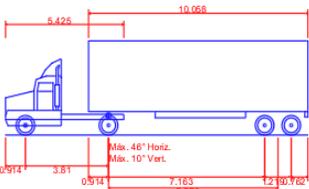
Luego teniendo la información brindada en el diagnóstico del corredor vial Iglesia Chiquinquirá-Tulio Ospina donde nos dice que los vehículos que transitan por este corredor, son vehículos livianos, buses y camiones rígidos, también se tiene que el corredor cuenta con 9 intersecciones, y el diagnóstico nos muestra las maniobras que realizan los vehículos en cada intersección, además tenemos los sentidos viales del corredor, entre otra información. El programa Vehicle Tracking brinda una amplia base de datos en los cuales se encuentran muchos tipos de vehículos con sus respectivas dimensiones, teniendo en cuenta la información brindada por el diagnóstico se hace la selección del vehículo para hacer la modulación. En la Tabla 5 se observa las dimensiones de los vehículos con los que se realiza la modulación, es decir que para las zonas que son entradas residenciales hace con una camioneta y un taxi, los cuales serían vehículos livianos y en las intersecciones se realiza con el recolector de la basura ya que este cumple con las dimensiones más críticas según la información dada en el diagnóstico.

De igual manera con el diagnóstico brindado del corredor vial Parque Fabricato – Universidad San Buena Aventura donde nos dice que los vehículos que transitan por este corredor, son vehículos livianos, buses, camiones rígidos y en algunas zonas vehículos articulados y se tiene que el corredor cuenta con 6 intersecciones. En la Tabla 5 observamos las dimensiones de estos vehículos por lo tanto la modulación en las intersecciones se hace con una camioneta el cual sería el vehículo

liviano, para el bus y el camión rígido se toma el recolector de la basura ya que este cumple con las dimensiones más críticas y por último el camión articulado ya que en una parte del corredor se encuentra el ingreso a la plata de Postobon.

Tabla 5

VEHICULOS MODELACIÓN VEHICLE TRACKING.

CAMION DE LA BASURA (BUSES, CAMION RIGIDO)	AUTOMOVIL
 <p>Rear-Load Garbage Truck Longitud total 10.668m Anchura total 2.553m</p>	 <p>Chevrolet Suburban 3/4 Ton LS Longitud total 5.649m Anchura total 2.009m</p>
AUTOMOVIL	CAMION ARTICULADO
 <p>London Taxi TX4 Euro 5 (2007) Longitud total 4.580m Anchura total 1.800m</p>	 <p>WB-40 - Intermediate Semi-Trailer Longitud total 13.868m Anchura total 2.438m</p>

FUENTE: Base de datos Vehicle Tracking y elaboración propia.

El programa vehicle tracking para la modulación nos permite ingresar la velocidad con la que se va a trabajar, para la verificación de los radios mínimos en las intersecciones con los vehículos y sus respectivas velocidades mencionadas en la Tabla 6, para las velocidades se deber tener en cuenta, que los vehículos describen los radios mínimos de giro a velocidades inferiores a 15 km/h (Ingeniería de tránsito _ fundamentos y aplicaciones, 2018). Finalmente se tiene el trayecto que genera el vehículo y por medio de una animación se verifica los radios mínimos de giro.

Tabla 6

TIPO DE VEHÍCULO Y VELOCIDAD SELECCIONADA PARA LA MADULACIÓN.

TIPO VEHICULO	LONGITUD (m)	Vel modulación (km/h)
<i>Camión Articulado</i>	13.868	10
		5
<i>Recolector de basura</i>	10.668	10
		5
<i>Camioneta</i>	5.649	15
<i>Taxi</i>	4.58	15

FUENTE: AutoCAD, Ingeniería de tránsito _ fundamentos y aplicaciones y Elaboración Propia

3.7 Revisión de estudio de movilidad

Se hace un apoyo en la revisión de los estudios de movilidad de los corredores, esto se realiza teniendo en cuenta los lineamientos para estudios de movilidad municipio de Medellín 2021, ya que cada estudio de movilidad se evalúa por medio de estos lineamientos, por lo tanto, se hace el apoyo de la revisión del estudio de Movilidad de la cicloinfraestructura de la calle 41 – Los Huesos, mirando detenidamente que en el estudio lleve cada ítem que se requiere.

4 Resultados y Análisis

4.1 Levantamiento Señalización vertical.

Al obtener los datos en campo como se observa en la Figura 3, el cual nos muestra la toma de datos de la ubicación de las señales existentes en el corredor vial saludable sobre la Avenida Las Vegas Carrera 48 entre las calles 77 sur y 52 sur, se obtuvieron las diferentes señales informativas, señales preventivas y señales reglamentarias, en la Tabla 7,8,9 y 10 se observa algunas de las diferentes señales encontradas en el corredor.

Tabla 7

SEÑALIZACIÓN INFORMATIVA EXISTENTE.

SI-09		SI-08		SI-11	
SI-05		SI-05		SI-05	
SI-05		SI-05		SI-05	
SI-05		SI-05		SI-05	
SI-05		SI-05		SI-05	
	SI-26			SI-26	

FUENTE: Manual Señalización Vial 2015 y elaboración propia.

Tabla 8

SEÑALIZACIÓN PREVENTIVA EXISTENTE.

SP-20	 <p>SP-20 GLORIETA</p>	SP-46A	 <p>SP-46A PROXIMIDAD DE CRUCE PEATONAL</p>	SP-46	 <p>SP-46 ZONA DE PEATONES</p>
SP-23	 <p>SP-23 PROXIMIDAD DE SEMÁFORO</p>	SP-59	 <p>SP-59 CICLISTAS EN LA VÍA</p>	SP-31	 <p>SP-31 REDUCCIÓN DE LA CALZADA A LA DERECHA</p>
SP-21	 <p>SP-21 INCORPORACIÓN DE TRÁNSITO DESDE LA IZQUIERDA</p>	SP-46B	 <p>SP-46B UBICACIÓN DE CRUCE PEATONAL</p>		

FUENTE: Manual Señalización Vial 2015 y elaboración propia.

Tabla 9

SEÑALIZACIÓN REGLAMENTARIA EXISTENTE.

SR-02		SR-30		SR-42	
SR-08		SR-09		SR-17	
SR-37		SR-01		SR-32	
SR-07		SR-03		SR-28	
SR-18		SR-20		SR-09	
SR-05		SR-10			

FUENTE: Manual Señalización Vial 2015 y elaboración propia.

Tabla 10

SEÑALIZACIÓN REGLAMENTARIA EXISTENTE (Usuarios Ciclorrutas).

<p>SRC-03</p>	 <p>CIRCULACIÓN NO COMPARTIDA</p>	<p>SRC-30</p>	 <p>CICLORUTA</p>	<p>SRC-05</p>	 <p>CIRCULACIÓN COMPARTIDA</p>
---------------	--	---------------	--	---------------	---

FUENTE: Manual Señalización Vial 2015 y elaboración propia.

Se procede a llevar estos datos al programa AutoCAD para tener una visión más clara en el plano topográfico que nos brindan del corredor vial, como se puede observar en la Figura 6, esta nos muestra una parte de la señalización vertical existente ya llevada a AutoCAD.



Figura 6: Señalización existente AutoCAD

4.2 Señalización vertical propuesta.

Luego de tener los datos obtenidos en el levantamiento de la señalización vertical existente en campo, se obtiene Xref (archivo de AutoCAD), como observamos en la Figura 6, en el cual se trabajó para la propuesta de la señalización vertical teniendo en cuenta el Manual de Señalización Vial 2015, en las Tablas 11,12 y 13, podemos observar las señalización vertical que se propuso y algunos señales que no aparecen en el Manual, pero se hizo la propuesta de utilizarlas para reducir costos podemos observar en la Tabla 13, la señal que se observa en la Tabla 13 (PRIORIDAD CICLISTA), esta se implementa en la ciudad de Bogotá y se toma del Manual del buen ciclista (3ra Ed), se hace la propuesta de utilizarla en este corredor teniendo en cuenta la seguridad del biciusuario. En la figura 7 se observa una parte de la propuesta en el plano de AutoCAD.

Tabla 11

SEÑALIZACIÓN PREVENTIVA PROPUESTA.

<p>SPC-25A</p>	<p>SP-25A</p>  <p>UBICACIÓN DE RESALTO</p>	<p>SP-46B</p>	<p>SP-46B</p>  <p>UBICACIÓN DE CRUCE PEATONAL</p>
<p>SPC-01</p>	<p>SPC-01</p>  <p>VEHÍCULOS EN LA CICLORRUTA</p>	<p>SP-59B</p>	<p>SP-59B</p>  <p>UBICACIÓN DE CRUCE DE CICLISTAS</p>

FUENTE: Manual Señalización Vial 2015 y elaboración propia.

Tabla 12

SEÑALIZACIÓN REGLAMENTARIA PROPUESTA.

SR-01		SR-02		SRC-03	
-------	---	-------	---	--------	---

FUENTE: Manual Señalización Vial 2015 y elaboración propia.

Tabla 13

SEÑALIZACIÓN PROPUESTO NO EXISTENTE EN EL MANUAL DE SEÑALIZACIÓN.

SP-46B+SP-59B		Manual del buen ciclista 3ra Ed, Bogotá		SI-11	
---------------	--	---	---	-------	---

FUENTE: Manual Señalización Vial 2015 y elaboración propia.



Figura 7: *Propuesta señalización vertical AutoCAD*

Además de hacer la propuesta de señalización vertical para el proyecto de cicloinfraestructura, se propone hacer mantenimiento algunas señales que se encuentran en mal estado y en algunos casos se hace la propuesta de cambiarlas, esto sería en un caso crítico porque lo que se busca es reutilizar los materiales, evitando el gasto innecesario de materiales.

4.3 Modulación radios de giro

Luego de recibir información de los tipos de vehículos que transitan por el corredor donde se llevara a cabo el proyecto de cicloinfraestructura, se procede hacer la modelación para los corredores viales.

4.3.1 Corredor vial Iglesia Chiquinquirá-Tulio Ospina

Para este corredor se tiene que los vehículos con mayor longitud es el recolector de la basura con una longitud de 11m aproximadamente, y realizando la modelación correspondiente a los puntos críticos que son las intersecciones se obtiene que los radios de giro propuestos cumplen como se observa en la Figura 8, pero en la intersección Diagonal 61 con Avenida 42, se tiene que dos de las 9 maniobras que se presentan ahí pasan por la segregación de la cicloinfraestructura, se

observa en la Figura 9 y 10, por lo tanto se propone que esa segregación sea remontable para darle seguridad al ciclousuario, además se complementarían con señalización de precaución tanto para el vehículo como para el biciusuario

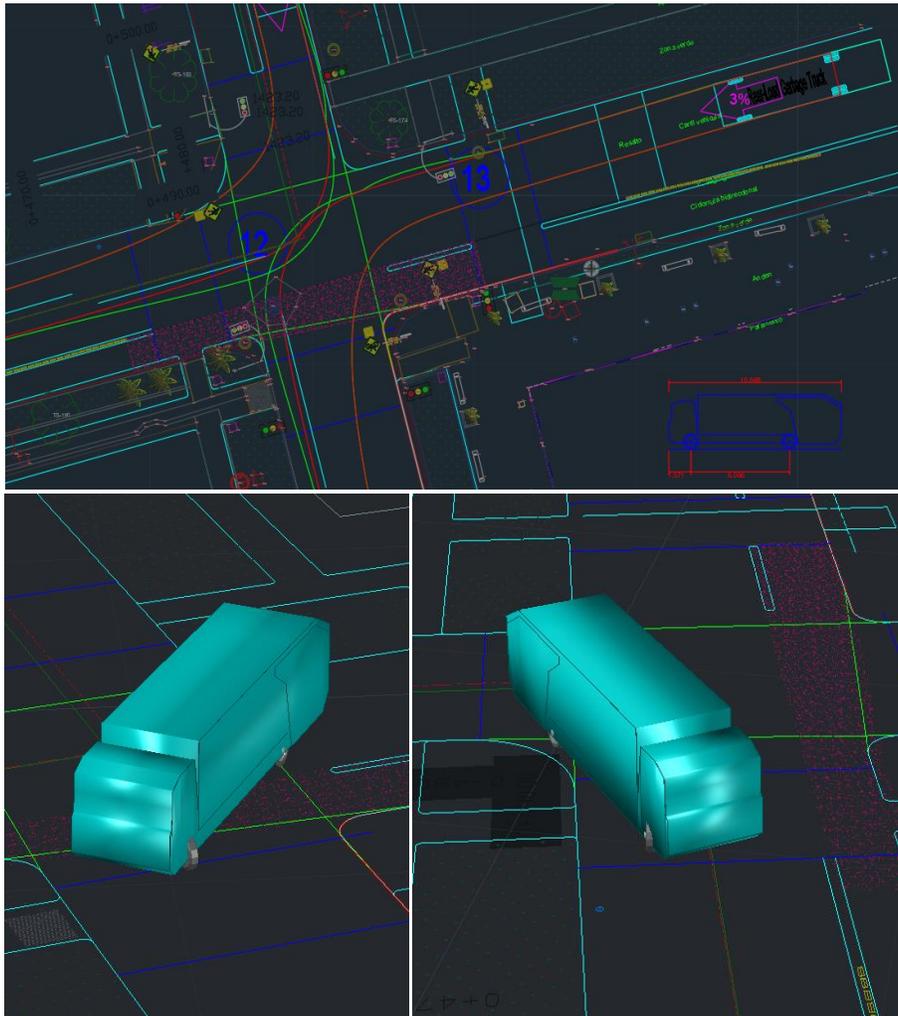


Figura 8: *Modulación vehículo pesado (camión de la basura) Vehicle Tracking*

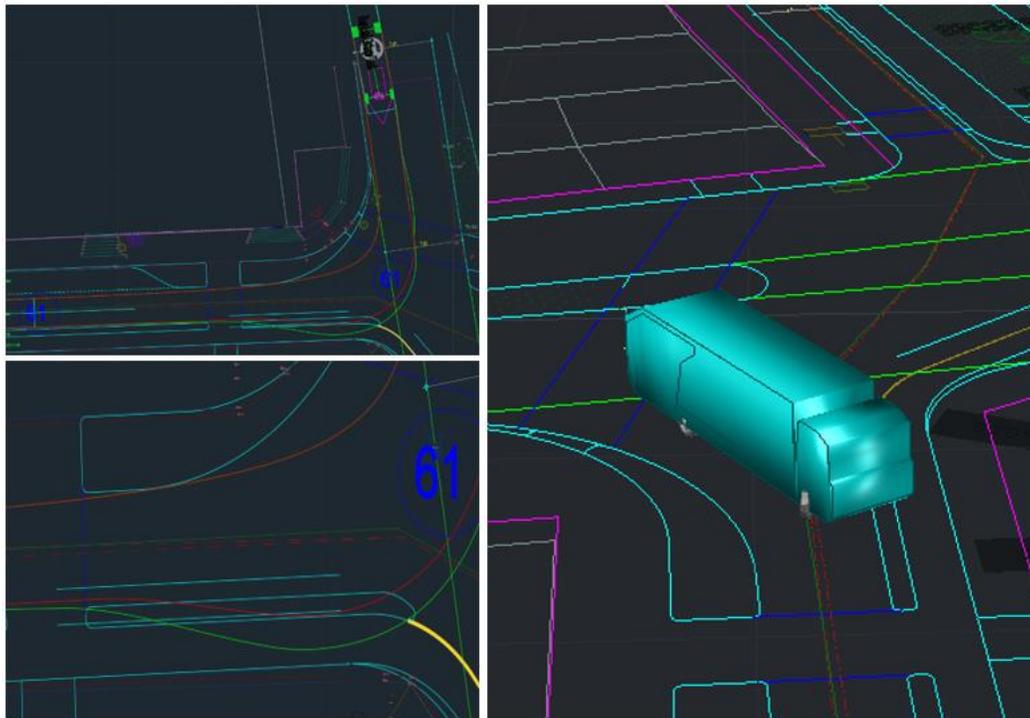


Figura 9: *Modulación Diagonal 61 con Avenida 42, maniobra 1 Vehicle Tracking*

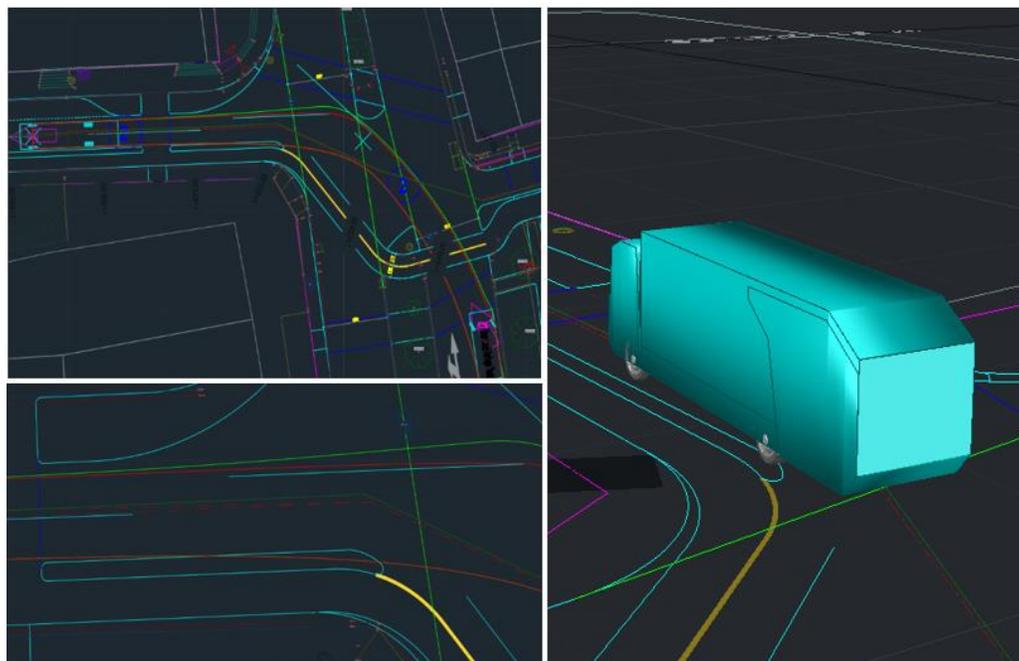


Figura 10: *Modulación Diagonal 61 con Avenida 42, maniobra 2 Vehicle Tracking*

En el corredor hay presencia de ingresos y salidas a zonas residenciales, por lo tanto, se hace una modelación con un vehículo liviano para verificar si el diseño propuesto cumple con los radios de giro y satisfacer las necesidades lo que al finalizar la modelación se observa que cumple.

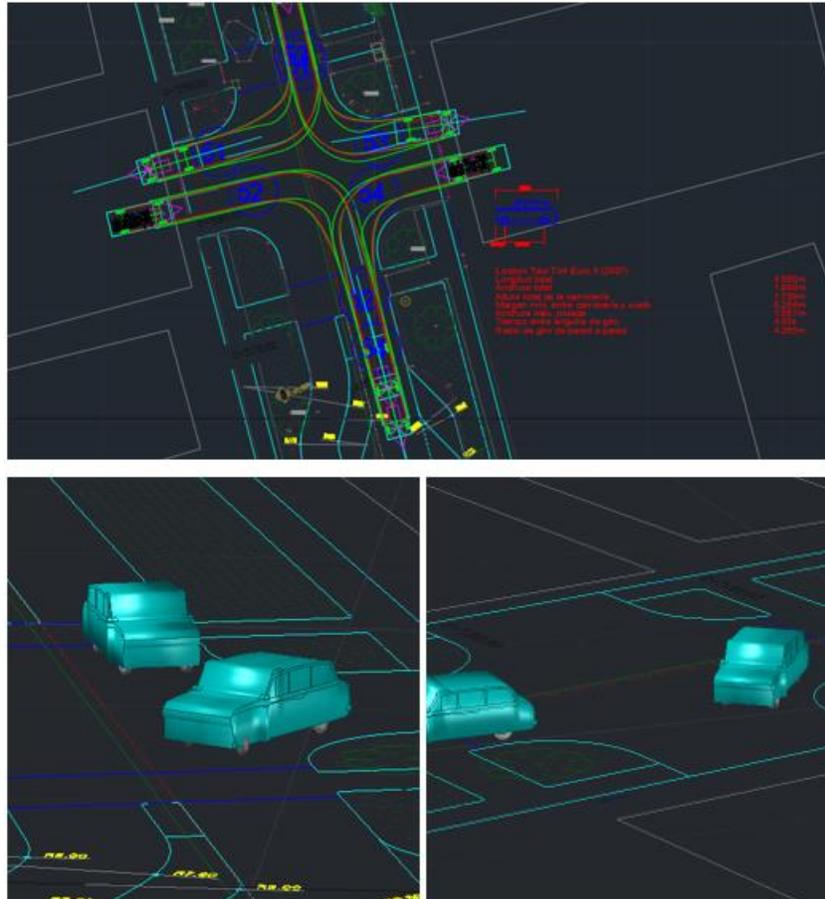


Figura 11: *Modulación vehículo liviano (taxi) Vehicle Tracking*

4.3.2 Corredor vial Parque Fabricato – Universidad San Buena Aventura

Para este corredor se tiene que en algunos trayectos se encuentra el tránsito de vehículos articulados con una longitud de 14m aproximadamente, ya que en dicha zona encontramos la fábrica de Postobon y en el resto del trayecto los vehículos con mayor longitud es el recolector de la basura con una longitud de 11m aproximadamente, y realizando la modelación correspondiente a los puntos críticos que son las intersecciones se obtiene que los radios de giro propuestos cumplen como se observa en la Figura 12, pero la intersección de la Cra60 con calle 45 (entrada universidad), se tiene que una de las 3 maniobras que se presenta ahí pasa por la segregación de la

cicloinfraestructura, se observa en la Figura 13, por lo tanto se propone que esa segregación sea remontable para darle seguridad al ciclousuario, además se complementarían con señalización de precaución tanto para el vehículo como para el biciusuario, lo mismo sucede en la intersección Cra56a x Cra55 como se observa en la Figura 14 donde una de las dos maniobras que hay para por la segregación de la cicloinfraestructura, por lo tanto se propone una segregación remontable como la anterior.

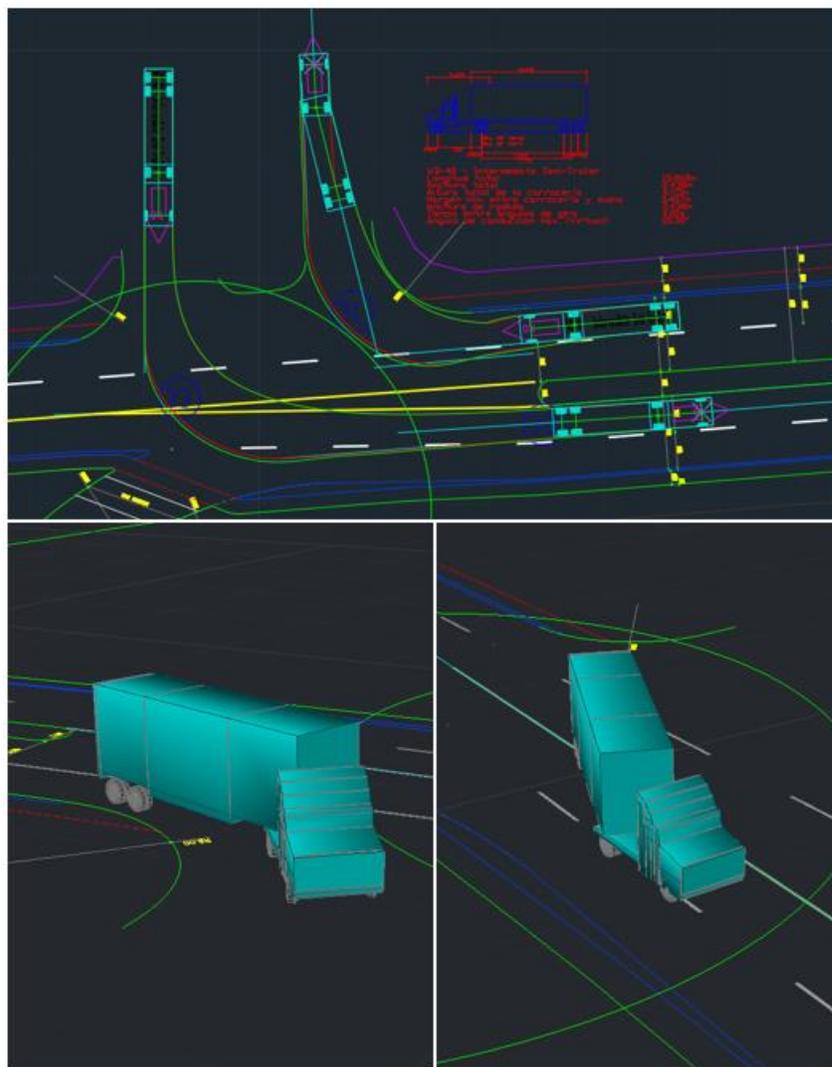


Figura 12: *Modulación vehículo pesado (camión articulado) Vehicle Tracking*

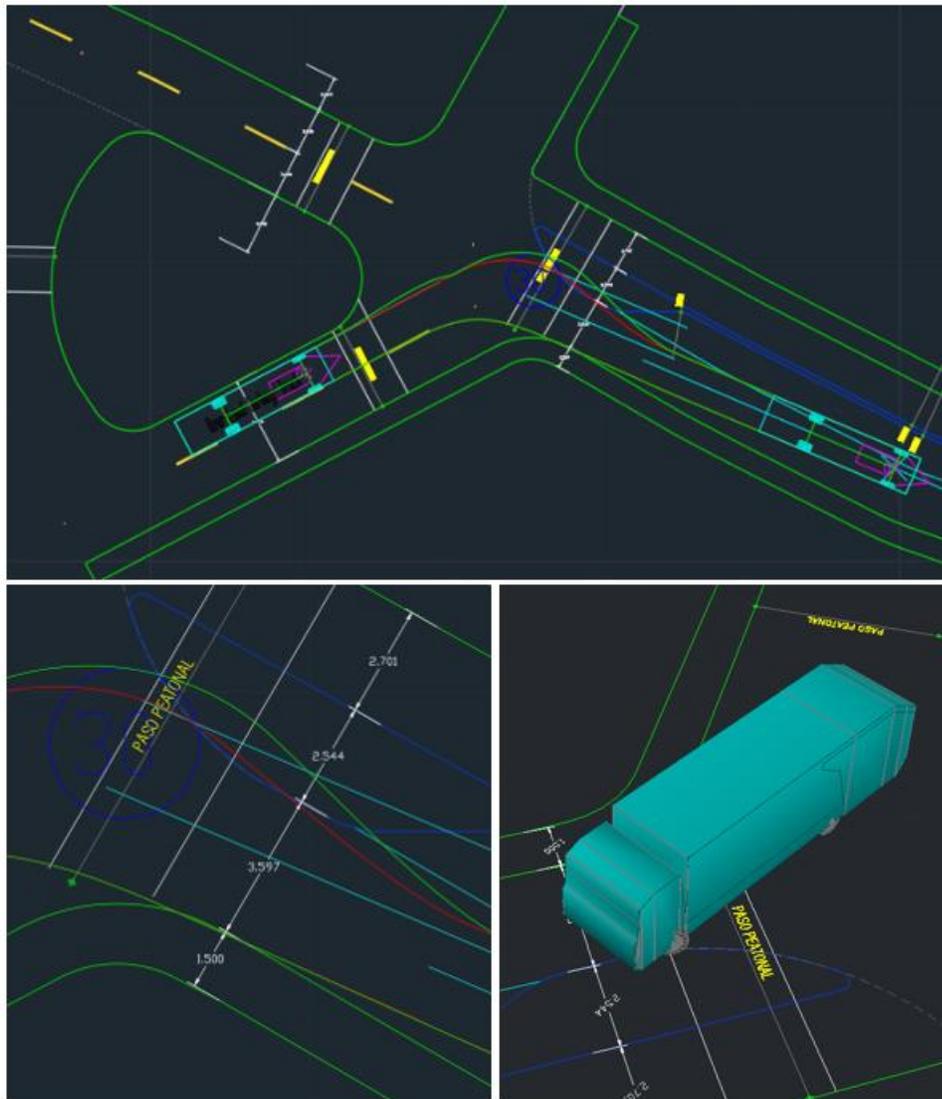


Figura 13: *Modulación Intersección Cra60 con calle 45 (entrada universidad), Vehicle Tracking*

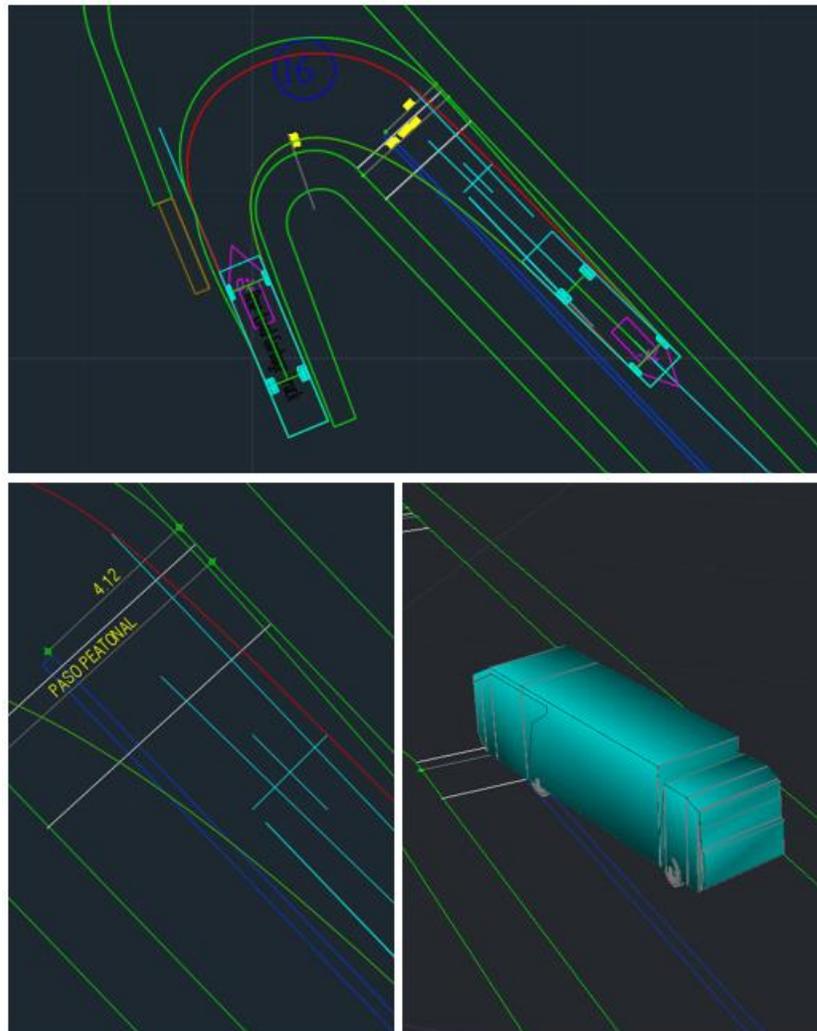


Figura 14: *Modulación Intersección Cra56a con Cra55, Vehicle Tracking*

4.4 Revisión de estudio de movilidad

Luego de hacer la revisión del estudio de movilidad la cicloinfraestructura de la Calle 41-Los huesos, que le hace parte modificar el Objetivo general para que sea más claro y con respecto a los lineamientos para estudios de movilidad municipio de Medellín 2021, se observa que hace falta el ítem 6.2.9 Inventario del estado de la infraestructura vial, el cual debe registrar el estado de los pavimentos, andenes, rebajes etc. Se hace la entrega de la respectiva información para que sea incluida en el estudio.

5 Conclusiones

- Se sabe que las personas hacen uso de la bicicleta ya que el tráfico en la ciudad es muy pesado y además hay personas que lo hacen para poner su granito en el cuidado del medio ambiente por lo tanto en cada diseño se busca darle comodidad y seguridad para que el uso de la bicicleta sea de un volumen mayor.
- Las cotizaciones se realizaron de una muy buena manera ya que a nivel nacional y específicamente en AMVA se tiene acceso a muchas empresas que brindan los materiales necesarios para los diseños de cicloinfraestructura.
- El programa de Excel es muy útil para datos de georeferenciación lo cual ayudo para la parte de la georeferenciación de las cámaras y para el levantamiento de la señalización vertical.
- En el levantamiento de la señalización vertical se tuvo problemas ya que para realizarlas se tenía que tener acompañamiento de alguien del equipo de movilidad y disponibilidad de vehículos que brindan la empresa y además contar con que el clima sea adecuado para poder hacer el recorrido en el corredor y hacer el levantamiento de la señalización vertical.
- El programa de AutoCAD es uno de los programas más utilizados en la parte de diseño en ingeniería para la parte de la creación de los archivos XRef de la señalización vertical existente y propuesta, da mucha facilidad para tener una buena visión y poder trabajar de la mejor manera.
- En la modulación para verificación de radios de giro el programa Vehicle Tracking brinda unas herramientas lo que nos permite hacer una verificación muy amplia ya que este permite hasta ver la modulación en tercera dimensión lo que ayuda mucho para llevar acabo el trabajo.
- La revisión de los estudios de movilidad es algo muy complejo ya que es mucha información que debe llevar, pero los lineamientos que brinda la ciudad de Medellín ayuda mucho para tener un informe completo y con todo lo que debe tener un estudio de movilidad.

Referencias

- Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Elejalde López, H. D., & Martínez Ruíz, J. E. (2015). *Plan Maestro Metropolitano de la Bicicleta 2030*. Medellín: Área Metropolitana del Valle de Aburrá (GUIA).
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Elejalde López, H. D., & Martínez Ruíz, J. E. (2015). *Plan Maestro Metropolitano de la Bicicleta 2030*. Medellín: Área Metropolitana del Valle de Aburrá (MANUAL).
- Ministerio de Transporte (2015). *Manual de Señalización Vial 2015*.
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2016). *Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas*. (C. Pardo & A. Sanz, Eds.). Bogotá D.C. Ministerio de Transporte de Colombia
- Guía ASVU. *Bogotá D.C.*
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2021). *Guía para el Diseño de Infraestructura Ciclista en Intersecciones* (Eds. M. Candia, J. Parés & E. Okpala). Lima, Perú.
- Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola (2018). *Ingeniería de tránsito _fundamentos y aplicaciones* (9ª ed.). Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México.
- Germán Arboleda Vélez (2020). *Vías Urbanas una ciudad para todos* (1ª ed), Alpha Editorial. Colombia.
- Alcaldía de Medellín (2021). *Lineamientos para los estudio de movilidad de Medellín*.
- Secretaria de Movilidad. (2020). *Manual del buen ciclista* (3ª ed). Bogotá D.C. Alcaldía mayor de Bogotá D.C.