

**PROPUESTA DE ALTERNATIVA PARA LA
INTERSECCIÓN ENTRE LA AUTOPISTA SUR Y LA
AVENIDA PILSEN EN ITAGÜÍ, ANTIOQUIA**

KEVIN MAURICIO CAMPO ENRIQUEZ

JOSÉ CAMILO GONZÁLEZ JARAMILLO

Trabajo de grado para optar al título de ingeniero civil

Andrés Pava Restrepo, docente de planta



**UNIVERSIDAD EIA
INGENIERIA CIVIL
VÍAS Y SISTEMAS DE TRANSPORTE
ENVIGADO
2021**

Este proyecto va dedicado en primera instancia a Dios por brindarnos la salud, la fortaleza y la sabiduría para desarrollar con éxito todas nuestras metas; se dedica también a los padres de José Camilo González y los padres de Kevin Mauricio Campo Enríquez y por último se dedica a la Universidad EIA, sus docentes y nuestros compañeros, quienes nos brindaron su conocimiento y experiencia con cariño, paciencia y dedicación.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer primeramente a Dios por regalarnos la vida, la salud, la fortaleza y la sabiduría para cumplir con nuestros objetivos y permitirnos llegar hasta este punto, agradecemos a nuestros padres: Lucila Jaramillo, José Jesús González, Carlos Hernán Campo y Amparo Enríquez por todo su apoyo, cariño y amor incondicional brindado en todos estos años, agradecemos a nuestro director de trabajo de grado, quien además fue nuestro profesor en materias de la universidad, Andrés Pava Restrepo, por su dirección, conocimiento, paciencia y vocación en todo este proyecto para obtener los mejores resultados, agradecemos en general a todos los profesores de la universidad EIA, y a nuestros compañeros en si por todo el conocimiento y experiencias brindadas, en especial José Manuel López y a Diana Milena Andrade.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

CONTENIDO

	pág.
1. PRELIMINARES	16
1.1 Planteamiento del problema	16
1.2 Objetivos del proyecto	21
1.2.1 Objetivo General.....	21
1.2.2 Objetivos Específicos	21
1.3 Marco de referencia.....	22
1.3.1 Antecedentes	22
1.3.2 Marco teórico.....	27
1.3.2.1 Diagnóstico de una intersección	27
1.3.2.2 Modelación	38
1.3.2.1 Análisis de alternativas	44
2 METODOLOGÍA.....	52
2.1 DIAGNOSTICO DE LA INTERSECCIÓN.....	52
2.1.1 Caracterización geométrica	52
2.1.2 Caracterización vehicular	54
2.1.2.1 Aforo manual.....	55
2.1.2.2 Aforo con cámara de grabación.....	56
2.1.2.3 Aforo con uso de dron	57
2.1.3 Caracterización semafórica	60
2.1.3.1 Control semafórico 1	61
2.1.3.2 Control semafórico 2	63
2.1.3.3 Control semafórico 3	64

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

2.1.4	Construcción del modelo de diagnóstico.....	66
2.1.5	Calibración del modelo.	74
2.2	ANALISIS DE ALTERNATIVAS.....	79
2.2.1	Alternativa 1	81
2.2.2	Alternativa 2	84
2.2.3	Alternativa 3	86
3	PRESENTACIÓN Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	90
3.1	MODELO DE DIAGNOSTICO	90
3.2	ANALISIS DE ALTERNATIVAS	93
3.2.1	Costos	93
3.2.2	Capacidad	100
3.2.3	Niveles de servicio.....	101
3.2.4	Emisiones contaminantes	102
3.2.5	Tiempos de viajes.....	103
3.3	SELECCIÓN DE ALTERNATIVA GANADORA	106
3	CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES	108
	REFERENCIAS	114
	ANEXOS	119

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de volúmenes de tránsito de acuerdo con el periodo, tomada de Elaboración propia, (2020).....	30
Tabla 2. Aplicación de los volúmenes de tránsito tomada de Elaboración propia, (2020)	31
Tabla 3. Niveles de servicio en intersecciones semaforizadas. Tomada del Manual de Capacidad de Carreteras Americano – HCM2010, (2020)	38
Tabla 4. Características generales. Tomada de RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA MEJORAR LA MOVILIDAD EN CARRERA PRIMERA RUTA 50 DEL MUNICIPIO DE FACATATIVA COON SISTEMAS DE TRASNPORTE INTELIGENTE Y SIMULACIONES EN EL SOFTWARE AIMSUN. (2019).	40
Tabla 5. Extracción de datos. Tomada de RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA MEJORAR LA MOVILIDAD EN CARRERA PRIMERA RUTA 50 DEL MUNICIPIO DE FACATATIVA COON SISTEMAS DE TRASNPORTE INTELIGENTE Y SIMULACIONES EN EL SOFTWARE AIMSUN. (2019).	41
Tabla 6. Tabla de comparación del estadístico GEH. Tomada de USO DE HERRAMIENTAS DE MICROSIMULACIÓN PARA LA DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS DE CONTROL DE TRÁNSITO PARA LA CIUDAD DE SANTIAGO. (2010).....	44
Tabla 7. Como funciona un análisis multicriterio (II). Tomada de Análisis de alternativas e identificación de soluciones, (2013).	49
Tabla 8. Fases del control semafórico 1. Tomada de Elaboración propia, (2021).	62
Tabla 9. Tabla 8. Fases del control semafórico 2. Tomada de Elaboración propia, (2021).	64
Tabla 10. Hora de máxima demanda, tomado de elaboración propia, (2021)	72
Tabla 11. Proyección vehicular al año 2031, tomado de elaboración propia, (2021).	81
Tabla 12 Niveles de servicio del modelo diagnóstico, tomado de elaboración propia, (2021)	90
Tabla 13 Emisiones modelo de diagnóstico, tomado de elaboración propia, (2021)	91
Tabla 14. Maniobra con mayor longitud de cola, tomado de elaboración propia, (2021)..	92
Tabla 15. Tiempos de viaje según rutas, tomado de elaboración propia, (2021).....	92

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Tabla 16. Presupuesto global alternativa 1, tomado de elaboración propia, (2021)	95
Tabla 17. Presupuesto global alternativa 2, tomado de elaboración propia, (2021)	96
Tabla 18. Presupuesto global alternativa 3, tomado de elaboración propia, (2021)	98
Tabla 19. Puntuación a los costos, tomado de elaboración propia, (2021).....	100
Tabla 20. Puntuación a la capacidad, tomado de elaboración propia, (2021).	100
Tabla 21. Puntuación al nivel de servicio, tomado de elaboración propia, (2021).	102
Tabla 22. Puntuación al nivel de emisiones contaminantes, tomado de elaboración propia, (2021).	103
Tabla 23. Puntuación al tiempo de viajes según las rutas, tomado de elaboración propia, (2021).	105
Tabla 23. Matriz de evaluación multicriterio, tomado de elaboración propia, (2021).	107

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Recorrido analizado entre la calle 10 (Medellín) hasta la avenida Pilsen (Itagüí) sobre la autopista sur en hora valle, Tomada de Google Maps, (2020)	18
Figura 2. Recorrido analizado entre la calle 10 (Medellín) hasta la avenida Pilsen (Itagüí) sobre la autopista sur en hora pico, tomada de Google Maps, (2020)	18
Figura 3. Localización de la Intersección Autopista Sur con Avenida Pilsen tomada de, elaboración propia sobre mapa base de Google Maps, (2021)	21
Figura 4. Intersección de la Autopista Sur con Avenida Pilsen, tomada de Elaboración propia, (2021)	23
Figura 5. Maniobres identificadas en la intersección (autopista sur con avenida Pilsen). Tomada de Elaboración propia sobre un mapa base tomado de Google Maps, (2019) ...	23
Figura 6. Intercambio vial Rafael Uribe Uribe. Tomado de Constructora Concreto, (2020)	24
Figura 7. Intercambio vial La Ayurá. Tomado del Área Metropolitana, (2020)	25
Figura 8. Intercambio vial Induamérica. Tomado del Área Metropolitana, (2020)	26
Figura 9. Antecedente de microsimulacion, tomado de MODELO DE SIMULACIÓN MICROSCÓPICA VEHICULAR, ESTUDIO DE CASO: CALLE 72 ENTRE CARRERAS 7 y 28B DE LA CIUDAD DE BOGOTÀ D.C, (Alarcon Gama, Garces Garzon, & Rubiano Montoya, 2015)	27
Figura 10. Histograma de comparación del estadístico GEH. Tomada de Estudio de Transporte Masivo del Oriente Antioqueño. (2016)	43
Figura 11. Como funciona un análisis multicriterio (I). Tomada de Análisis de alternativas e identificación de soluciones, (2013).	48
Figura 12. Tipos de intersección a nivel, tomada de MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018 (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)	50
Figura 13. Tipos de intersección a desnivel, tomada de MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018 (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)	51
Figura 14. Malla vial en estudio. Tomada de Elaboración propia sobre un mapa base de Google Maps, (2021).	53
Figura 15. Instrumento de medición. Tomada de Elaboración propia, (2021).	54

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Figura 16. Plantilla para aforos vehiculares. Tomada de Elaboración propia, (2021).	56
Figura 17. Punto de grabación sobre la intersección 2. Tomada de Elaboración propia, (2021).	57
Figura 18. Punto de grabación sobre la intersección 3. Tomada de Elaboración propia, (2021).	57
Figura 19. Plano aéreo tomado por el dron. Tomada de Elaboración propia, (2021).	58
Figura 20. Dron utilizado para la grabación. Tomada de Elaboración propia, (2021).	58
Figura 21. Resumen de metodología aplicada en los aforos vehiculares, tomado de elaboración propia sobre mapa base de Google Maps, (2021).	59
Figura 22. Controles semafóricos. Tomada de Elaboración propia sobre mapa base de Google Maps, (2021).	61
Figura 23. Grupos del control semafórico 1. Tomada de PQRDS 21013099904327, Alcaldía de Itagüí, (2021).	62
Figura 24. Diagrama de bandas del control semafórico 1. Tomada de PQRDS 21013099904327, Alcaldía de Itagüí, (2021).	63
Figura 25. Grupos del control semafórico 2. Tomada de PQRDS 21013099904327, Alcaldía de Itagüí, (2021).	63
Figura 26. Diagrama de bandas del control semafórico 2. Tomada de PQRDS 21013099904327, Alcaldía de Itagüí, (2021).	64
Figura 27. Grupos del control semafórico 3. Tomada de PQRDS 21013099904327, Alcaldía de Itagüí, (2021).	65
Figura 28. Diagrama de bandas del control semafórico 3. Tomada de PQRDS 21013099904327, Alcaldía de Itagüí, (2021).	66
Figura 29. Malla vial modelada en PTV Vissim, tomado de Elaboración propia, (2021)... ..	67
Figura 30. Área de conflicto por superposición de links, toma de Elaboración propia, (2021)	68
Figura 31. Zonas de conflicto, tomada de Elaboracion propia, (2021).	69
Figura 32. Control semafórico, tomado de Elaboración propia, (2021).	70
Figura 33. Modelo vehicular del camión C2S3, tomado de Elaboración propia, (2021)....	71

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Figura 36. Creación de rutas, tomada de Elaboración propia, (2021)	73
Figura 37. Captura en vista 3D tomada durante la simulación, tomada de Elaboración propia (2021)	74
Figura 38. Vista en planta tomada durante la simulación, tomada de Elaboración propia, (2021)	74
Figura 39. Resultados calibración GEH, tomado de elaboración propia, (2021)	76
Figura 40. Histograma y resultados del estadístico GEH, tomado de elaboración propia, (2021)	77
Figura 41. Parámetros de aceptación GEH, tomado de "TRANSPORT MODEL DEVELOPMENT", (2019).	77
Figura 42. Mapa de distribución de velocidades, tomado de elaboración propia, (2021)..	78
Figura 43. Mapa de distribución de velocidades, tomado de Google Maps, (2021).....	78
Figura 44. Proyección vehicular livianos, tomado de elaboración propia, (2021).	79
Figura 45. Proyección vehicular motos, tomado de elaboración propia, (2021).	80
Figura 46. Proyección vehicular buses, tomado de elaboración propia, (2021).....	80
Figura 47. Prediseño alternativa 1, tomada de secretaria de Infraestructura de Itagüí, (2021)	82
Figura 48. Modelo de la alternativa 1, tomado de elaboración propia basado en diseño de la Secretaria de Infraestructura de Itagüí, (2021)	82
Figura 49. Acercamiento al inicio del puente sobre la Autopista Sur, tomado de elaboración propia basado en diseño de la Secretaria de Infraestructura de Itagüí, (2021)	83
Figura 50. Mapa de distribución de volúmenes, tomado de elaboración propia, (2021) ...	84
Figura 51 Detalle de maniobras alternativa 2, tomado de elaboración propia, (2021)	85
Figura 52 Ciclo semafórico alternativa 2, tomado de elaboración propia, (2021)	86
Figura 53. Boceto en 3D de la alternativa 2, tomado de elaboración propia, (2021)	86
Figura 54. Conflicto de giros a la izquierda, tomado de elaboración propia sobre mapa base de Google Maps, (2021)	87
Figura 55. Detalle de maniobras alternativa 3, tomado de elaboración propia, (2021)	88

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Figura 56. Boceto en 3D alternativa 3, tomado de elaboración propia, (2021)	88
Figura 57. Detalle maniobras de deprimido, tomado de elaboración propia, (2021).....	89
Figura 58. Mapa de distribución de velocidades en modelo base proyectado a 10 años, tomado de elaboración propia, (2021)	93
Figura . Boceto Intercambio Vial Induamerica, tomado de Área Metropolitana de Valle de Aburrá, (2018)	94
Figura . Deprimido Transversal Inferior con Loma Los Parra, tomado de Google Maps, (2021)	97
Figura . Red de acueducto y alcantarillado, tomado de Geoportal de Empresas Públicas de Medellín (EPM), (2021).....	99
Figura . Redes de gas, tomado de Geoportal de Empresas Públicas de Medellín (EPM), (2021)	99
Figura 61a. Mapa de distribución de velocidades en la Alternativa 1, tomado de elaboración propia, (2021)	104
Figura 61b. Mapa de distribución de velocidades en la Alternativa 2, tomado de elaboración propia, (2021)	104
Figura 61c. Mapa de distribución de velocidades en la Alternativa 3, tomado de elaboración propia, (2021)	105
Figura 62. Detalle de maniobras como alternativa a las intersecciones de la Avenida Pilsen, tomado de elaboración propia, (2021)	109
Figura 63. Esquematización desviaciones en la ejecución del soterrado sobre la Avenida Pisen calz. Norte, tomado de elaboración propia, (2021).....	112
Figura 64. Esquematización desviaciones en la ejecución del soterrado sobre la Avenida Pisen calz. Norte, tomado de elaboración propia, (2021).....	113
Figura 65. Esquematización desviaciones en la ejecución del soterrado sobre la Avenida Pisen calz. Norte, tomado de elaboración propia, (2021).....	113

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Aforos vehiculares tomados el 5 de marzo del 2021.....	119
Anexo 2. Aforos proyectados a 10 años.	129
Anexo 3 Resultados de las simulaciones.....	138
Anexo 4. Plan de implementación.....	140

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

RESUMEN

La intersección de la Calle 37B (Avenida Pilsen) con la carrera 42 (Autopista Sur) es un cruce vial ubicado en el municipio de Itagüí en el sur del área metropolitana del Valle de Aburrá, Antioquia. Cruce vial que al igual que muchas vías en el área metropolitana se han visto afectadas por el gran incremento del parque automotor lo cual tratándose de una avenida que comunica a través de un puente las vías principales a los costados del río Medellín y una autopista que conforma el corredor vial del río que atraviesa todo el valle comunicando el Norte con el Sur a nivel municipal, intermunicipal y del país tienen un gran impacto en toda la movilidad. Problema asociado a que la intersección cuenta solo con un control semafórico para permitir todas las maniobras en el cruce creando un embotellamiento tanto en la Avenida Pilsen con la Autopista Sur creando grandes colas de espera y disminuyendo los tiempos de viaje. Siguiendo la definición de una autopista es contraproducente cortar el flujo mediante un semáforo pues esta pierde su razón de ser.

El presente proyecto pretende presentar una propuesta para mejorar la movilidad en esta intersección mediante la implementación de una alternativa que contemple los criterios de tránsito necesarios que justifiquen la intervención para los cuales se comienza con el diagnóstico de la intersección actual mediante un estudio de tránsito que contempla la obtención de información primaria como aforos y levantamientos geométricos y de información secundaria como referencias bibliográficas, seguido de la utilización de un software de modelación para la representación de la zona en estudio y la posterior calibración y evaluación del comportamiento vehicular para la obtención de resultados evaluables y comparables. Posteriormente se hace el planteamiento de las posibles alternativas de solución las cuales se representan sobre el modelo base calibrado a un periodo de diseño de 10 años y se evalúa con los volúmenes llevados a este periodo para observar el grado de utilidad a periodo de diseño para que la alternativa tenga una vida útil efectiva y se justifique su realización y proceder después con la evaluación de estas alternativas utilizando criterios que permitan definir la mejora o deterioro de la movilidad con la implementación de las alternativas evaluando el costo-beneficio para terminar seleccionando la alternativa que presente un mejor grado de lo antes mencionado a la cual se le realizara un plan de implementación que consiste en un presupuesto en Fase I y un cronograma de obra donde se definan la planeación de toda la ejecución de la obra así como recomendaciones.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

ABSTRACT

The intersection of Calle 37B (Avenida Pilsen) with Carrera 42 (Autopista Sur) is a road junction located in the municipality of Itagüí in the south of the metropolitan area of Valle de Aburrá, Antioquia. A road crossing that, like many streets in the metropolitan area, has been affected by the increase in the number of vehicles, in this case, is the avenue that communicates through a bridge the main roads on the sides of the Medellín River and a highway that conforms the road corridor of the river that crosses the entire Valley communicating the North with the South at the municipal, inter-municipal and the country levels have a great impact on all mobility. The problem is associated with the fact that the intersection has only one traffic light control to allow all maneuvers at the intersection creating a traffic jam on both Avenida Pilsen and the Autopista Sur creating large waiting lines and reducing travel times. Following the definition of a highway, it is counterproductive to cut off the flow utilizing a traffic light because it loses its reason for being.

This project aims to present a proposal to improve mobility at this intersection through the implementation of an alternative that contemplates the necessary traffic criteria that justify the intervention, a diagnosis of the current intersection begins through a traffic study that includes obtaining primary information such as seating capacity and geometric surveys and secondary information such as bibliographic references, followed by the use of modeling software to represent the area under study and the subsequent calibration and evaluation of vehicular behavior to obtain evaluable results and comparable. Subsequently, the approach of the possible solution alternatives is made, which are represented on the base model calibrated to a design period of 10 years and evaluated with the volumes taken to this period to observe the degree of utility to the design period so that the alternative has an effective useful life and its realization is justified and then proceed with the evaluation of these alternatives using criteria that allow defining the improvement or deterioration of mobility with the implementation of the alternatives evaluating the cost-benefit to finish selecting the alternative that presents a better degree than the aforementioned to which an implementation plan will be made consist of a budget in Phase I and a work schedule where the planning of the entire execution of the work as well as recommendations, are defined.

INTRODUCCIÓN

La construcción de una vía se traduce en comunicación ya que el principal objetivo de estas es conectar 2 puntos mediante un recorrido transitable, seguro y cómodo, esto a su vez está directamente relacionado con el crecimiento económico de una región o país, ya que organizaciones como el BID y la OCDE relacionan a la inversión en infraestructura con las calves del desarrollo económico (Hoyos Chaverra, 2019). Todo esto porque las vías permiten el transporte de insumos, comida, productos, materiales, herramientas, entre otros, así como el transporte de personas que van de un lugar a otro aportando a la economía del lugar de destino lo que se traduce en desarrollo y crecimiento económico.

Colombia, es el caso específico en donde todo tipo de infraestructura vial que permita el transporte terrestre es clave para el desarrollo económico puesto que aquí las tres cuartas partes de la carga esto es más del 73% se movilizan por carreteras (Revista Semana, 2019). Sin embargo, pese a todo el aspecto positivo que una vía tiene para una región, también es parte del centro de discusión cuando esta vía pierde su efectividad y se convierte en el foco de problemas de movilidad. Como es el caso del Valle de Aburrá en donde el crecimiento urbanístico y poblacional supera cada día más la capacidad de la infraestructura vial existente por lo que se ha convertido en una preocupación recurrente entre gobernantes y habitantes de los municipios que conforman esta región. (EL COLOMBIANO, 2021)

Motivados por esta problemática, llevada específicamente al problema de movilidad en la Autopista Sur a meditaciones de su cruce con la Avenida Pilsen en el municipio de Itagüí, se da comienzo inicialmente al estudio y justificación del problema para pasar a desarrollar la metodología necesaria para proponer una solución eficiente y con una buena relación costo-beneficio que mejore el estado de movilidad de estos dos corredores viales tan importantes para la comunicación en el Sur del Valle de Aburrá.

1. PRELIMINARES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La movilidad es un factor clave del desarrollo de un territorio como lo expresó Dangond y colaboradores (2010) en su reflexión sobre la movilidad urbana en Colombia al definirla como el acto de permitir a los ciudadanos, colectivos y empresas tener acceso a la multiplicidad de servicios, equipamientos y oportunidades que ofrece la región (Obra Social Caja Madrid, 2010). El anterior es uno de los conceptos en los que la zona geográfica del área metropolitana del Valle de Aburrá, ubicada en Antioquia, ha presentado falencias en los últimos años como lo manifestó Juan Diego Ortiz Jiménez para El Colombiano afirmando que los recorridos en el Valle de Aburrá se demoran un 44% más, conclusión realizada a través de la Encuesta Origen-Destino del 2017 (EOD, 2017).

Según el Plan Maestro de Movilidad para la Región Metropolitana del Valle de Aburrá (2009), el problema mencionado anteriormente es consecuencia de la falta de una buena conectividad entre las vías principales de la ciudad, como es el caso del corredor multimodal a los dos lados del río Medellín (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2009). Manifestando que estas obras han sido concebidas en forma independiente para solucionar congestiones puntuales, sin formar parte de un plan integral que uniformice la capacidad de tramos relevantes de cada corredor vial y que garantice la accesibilidad eficientemente entre el norte y el sur, siendo la zona norte y la zona sur del área metropolitana los focos de expansión urbana, por el desarrollo industrial que se presentó a mediados del siglo XX (CAMARA DE COMERCIO DE MEDELLIN PARA ANTIOQUIA, 2019).

Este corredor multimodal del Río Medellín, al estructurarse a orillas de este afluente que atraviesa gran parte del Área Metropolitana, es una de las principales vías de todo el Valle, pero que no se ha desarrollado bien al no integrar de manera eficiente las zonas oriental y occidental del Valle como lo manifestó el columnista José María Bravo para El Mundo (Bravo, 2012) y es que este problema se ve reflejado en la saturación elevada que presenta el corredor del río en donde circulan 112.000 vehículos por día como lo mencionó Iván Sarmiento, experto en movilidad de la Universidad Nacional de Colombia (Sarmiento, 2019).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Lo anterior se agrava en sectores específicos como el Sur del Valle de Aburrá, en donde las cifras de ocupación son determinantes: 38 por ciento de las viviendas nuevas vendidas en 2016 en Aburrá, Oriente y Occidente antioqueño fueron en el Sur, esto se puede validar en el censo nacional del 2018 realizado por el DANE en comparación con el del censo del 2015, que las ciudades de Caldas, Itagüí, La Estrella y Sabaneta tuvieron un aumento de su población del 21,9% por encima del crecimiento del Valle de Aburrá que fue del 12,4% (DANE, 2018). En cuanto al transporte el 60 por ciento del parque automotor circulante en la región se concentran en dos comunas de Medellín (El Poblado y Laureles) y en dos municipios del Sur: Envigado y Sabaneta. En conclusión, la expansión urbana acelerada y la alta tenencia de vehículos tienen embotellada el Aburrá Sur como lo indican las cifras. Tanto es así que el Área Metropolitana invertirá \$250 mil millones en proyectos en Itagüí, Envigado y Sabaneta concretados en cuatro obras viales que ayudarán a reducir esta problemática (Jiménez, 2017).

Pero la problemática de movilidad en el Valle de Aburrá, acercado a el corredor vial del Río en la zona sur se delimitan a otros subproblemas que suman a esta problemática como lo es el caso específico de la Autopista Sur, y es que para quienes transitan esta autopista a la altura de Itagüí se enfrentan no solo a un problema de seguridad ya que este tramo registra el 50% de los incidentes viales del municipio (Lozano, 2019), sino también a una congestión vehicular producto de tres semáforos ubicados en plena autopista, dos de ellos en las calles 50 y 51 y el tercero ubicado en la intersección de la Avenida Pilsen con la Autopista Sur (CiudadSur, 2020).

Para evidenciar lo mencionado anteriormente, en la Figura 1, en un trayecto de 7,5 km que se recorre en horas valle, el tiempo estimado de demora está entre 8 y 16 minutos alcanzando una velocidad promedio de 37,5 km/h. En contraste, hacer el mismo recorrido en horas pico, Figura 2, el tiempo de viaje puede variar entre 16 y 40 minutos y su respectiva velocidad promedio es de 16,1 km/h, cabe resaltar que la velocidad límite de este corredor es de 80 km/h, como lo indica la secretaría de movilidad de Medellín (*Alcaldía de Medellín, 2012*). Estas velocidades no quieren decir que todo el trayecto sea con esta velocidad, pero si evidencian en primera instancia que la autopista está en aproximadamente un 47% de su capacidad y que el aumento de tiempo en los viajes es de un 60%, por consecuencia de la reducción de velocidad en un 57%, indicando que este punto la fluidez del tráfico se ve afectada debido a las paradas que se deben hacer en la intersección para dar paso a otras maniobras. La herramienta Google Traffic indica que el tramo en estudio tiene tramos con tonos rojizos oscuros representando un tráfico lento, y escalas de naranja y rojo más claro que siguen representando problemas de congestión graves y moderados, lo que se traduce en velocidades promedio bajas y tiempos de recorridos mayores.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

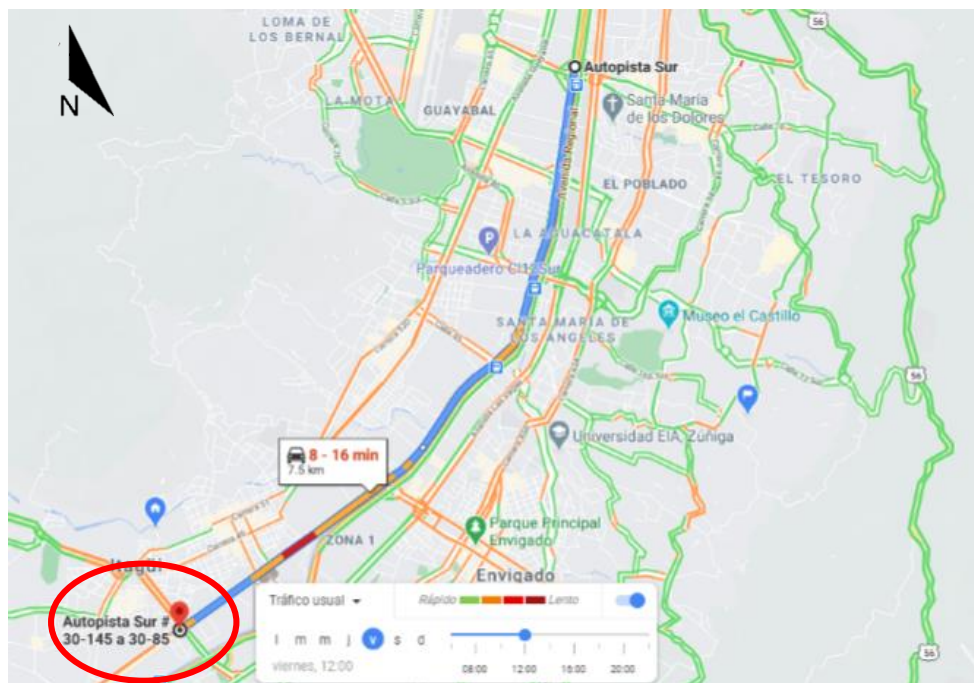


Figura 1. Recorrido analizado entre la calle 10 (Medellín) hasta la avenida Pilsen (Itagüí) sobre la autopista sur en hora valle, Tomada de Google Maps, (2020)

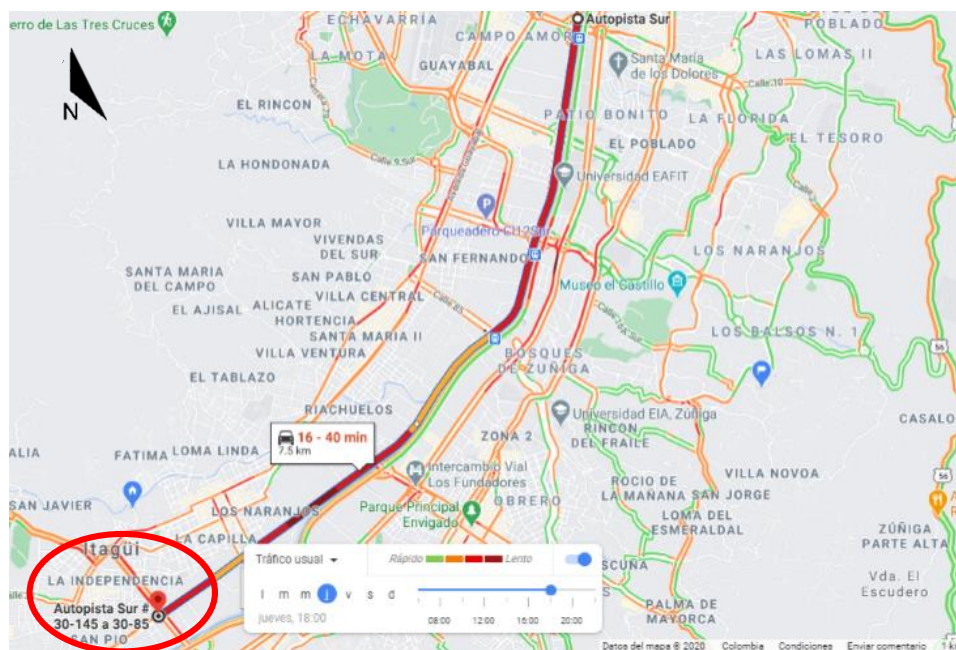


Figura 2. Recorrido analizado entre la calle 10 (Medellín) hasta la avenida Pilsen (Itagüí) sobre la autopista sur en hora pico, tomada de Google Maps, (2020)

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Pero el problema de fluidez en la intersección no se da en un solo sentido pues también cubre las dos direcciones de movimiento de la avenida Pilsen al llegar al punto de cruce, y es que esta avenida es la responsable de la colocación de semáforos para dar paso a sus 4 maniobras, ilustradas en la Figura 2a, y evitar el cruce de los dos giros a la izquierda de las maniobras 2 y 6, además de las otras 2 maniobras que se realizan en la autopista Sur para derivar a esta avenida. También es necesario resaltar que, aunque las maniobras 7 y 3 ya están independizadas, también están semaforizadas (intermitente) pues no se da la correcta transición, quitándole importancia a la individualización de la maniobra, en especial la maniobra número 7 no tiene una delimitación clara de su carril de aceleración para incorporarse a la autopista.



Figura 2a. Maniobras de la intersección Avenida Pilsen con Autopista Sur, tomado de elaboración propia sobre mapa base de Google Maps, (2021).

Para poder inferir cuantos viajes se ven involucrados con la zona de influencia directa a la intersección se filtraron datos en la encuesta origen destino del área metropolitana del Valle de Aburrá, los datos que se tomaron en consideración fueron, el modo principal de viaje tomando el transporte público sin incluir al metro, Metroplús y tranvía; moto; auto; taxi; otros. También se filtró la distancia del viaje solo dejando distancias mayores a 3 kilómetros, para descartar los viajes cortos que no tiene que ver con la autopista sur y la avenida

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

pilsen. Los datos de origen se dejaron para toda el área metropolitana e incluyendo algunos municipios exteriores y como destinos se tomaron en cuenta Caldas (rural y urbana), Itagüí (El Rosario, Rural, San Francisco, San Pío, Zona Centro), La Estrella (rural y urbana), Medellín (Corregimiento de San Antonio de Prado), Sabaneta Sur (rural y urbana) y Zona exterior (Armenia Mantequilla, Angelópolis, Titiribí, Venecia, Fredonia, Santa Bárbara y Montebello). Los viajes promedio diarios fueron de 252.425 que es aproximadamente 4% del total de viajes, los tiempos de viajes promedio fueron de 42 minutos unos 6 minutos más que el total de los tiempos, concordando con los datos expuestos anteriormente por Google traffic y las distancias promedio recorridas de 11,5 kilómetros son 4,6 kilómetros más que la distancia promedio de toda la encuesta. Los dos intervalos de horas donde más se transita, el primero es entre las 5 AM y las 8 AM, y el segundo entre las 4 PM y las 7 PM, horas pico donde la congestión se hace más evidente (Área metropolitana Valle de Aburrá, 2017). Esto quiere decir que los habitantes que se demoran 42 minutos por trayecto en promedio tienen 17 minutos acumulados de retraso por desplazamiento, al año están desperdiciando 68 horas en embotellamientos solo en un sentido de la rutina.

Justificación

La intersección mencionada anteriormente, Avenida Pilsen con la Autopista Sur, visualizada en la Figura 3, será el objeto de estudio específico de los tres puntos clave semaforizados que detienen el correcto funcionamiento de la autopista, como un plan de intervención mediante el planteamiento de alternativas de solución con sus respectivas modelaciones de tráfico, para proponer una solución que contribuya a la mejora de la movilidad, principalmente en la Autopista Sur, al ser una vía que desempeña varios roles como corredor interurbano y nacional, y que, como se planteó anteriormente presenta problemas de congestión vehicular ocasionados principalmente por la interrupción del flujo que representa el semáforo en este punto, quitando el sentido fundamental de un corredor vial que se denomina autopista, realizar una intervención en la intersección significaría mejorar los tiempos de viaje, permitiendo liberar el flujo de los vehículos que frecuentan dicha ruta, mejorando así la calidad de vida de los habitantes del sur del Valle de Aburrá y también optimizando los recorridos de las cargas que van dirigidas al centro y al sur del país. Además, incluye la avenida Pilsen vía importante, porque también cumple funciones de arteria metropolitana y municipal según el plan de movilidad del municipio de Itagüí.



Figura 3. Localización de la Intersección Autopista Sur con Avenida Pilsen tomada de, elaboración propia sobre mapa base de Google Maps, (2021)

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.2.1 Objetivo General

Seleccionar la alternativa que presente el mejor costo-beneficio, para mejorar el estado actual de movilidad en la intersección vial de la Autopista Sur (carrera 42) con la Avenida Pilsen (calle 37B) en el municipio de Itagüí, Antioquia, en 18 meses, mediante un análisis que compara variables de movilidad.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar las condiciones actuales de movilidad en la intersección vial de la Autopista Sur con la Avenida Pilsen mediante la construcción de un modelo microscópico utilizando información primaria y secundaria.
- Plantear alternativas de solución a la intersección vial de la Autopista Sur con la Avenida Pilsen, sustentado con modelos microscópicos de cada escenario que permitan el estudio del comportamiento del tráfico de las alternativas y su respectiva validación.
- Analizar las alternativas para la intersección vial de la Autopista Sur con la Avenida Pilsen a partir de los resultados de la modelación, mediante un análisis multicriterio que permita la identificación de la mejor propuesta.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- Proponer un plan de implementación para la alternativa seleccionada, en donde se contemplen los costos de la ejecución del proyecto.

1.3 MARCO DE REFERENCIA

1.3.1 Antecedentes

La intersección de la Autopista Sur con la Avenida Pilsen surge desde que se creó la Avenida Pilsen, de la necesidad de conectar la Autopista Sur con Cervecería Unión en el municipio de Itagüí y además San Antonio de Prado, por el crecimiento del tráfico en el 2006, la Avenida Pilsen es expandida de una calzada unidireccional que era ocupada por vehículos de carga para el cargue y descargue de las empresas aledañas, a una doble calzada (Tabares, 2006), es ahí donde surge el semáforo; en 2010 se crea el puente de la calle 60 Sur que conecta a Itagüí y Envigado, nuevamente se hace modificación en los semáforos para darle continuidad a los vehículos que van desde y hacia el municipio de Itagüí (VÉLEZ, 2010); en el 2015 se cambia el uno de los sentidos de la Autopista Sur quedando solo en dirección Norte-Sur (EL COLOMBIANO, 2015); y en el 2019 se hizo una actualización semafórica en todo el municipio, optimizando los tiempo de los semáforos existentes en la intersección (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019). Las maniobras que tiene la intersección son: Maniobra 1 sentido Oriente-Sur, maniobra 2 sentido Occidente-Oriente, maniobra 3 sentido Occidente-Sur, maniobra 4 sentido Oriente-Occidente, maniobra 5 sentido Norte-Sur, maniobra 6 sentido Norte-Oriente y la maniobra 7 en sentido Norte-Occidente. Algunas maniobras están agrupadas y son las siguientes: Grupo 1 que contiene las maniobras 5, 6 y 7; Grupo 2 que contiene las maniobras 2 y 3; Grupo 3 que contiene las maniobras 1 y 4. Cabe anotar que las maniobras 3 y 7 cuentan con semáforos intermitentes, y tienen carril de aceleración y desaceleración respectivamente. En la Figura 4 se puede apreciar cómo es la intersección actualmente y en la Figura 5 sus respectivos movimientos.



Figura 4. Intersección de la Autopista Sur con Avenida Pilsen, tomada de Elaboración propia, (2021)



Figura 5. Maniobres identificadas en la intersección (autopista sur con avenida Pilsen). Tomada de Elaboración propia sobre un mapa base tomado de Google Maps, (2019)

Para entender cómo se le puede dar una solución óptima al problema de la intersección, a continuación, se presentan diferentes proyectos donde se resolvieron problemas similares al tratado en este documento que, si bien cada problema tiene sus características propias, pueden contribuir a estructurar propiamente diferentes alternativas basadas en experiencias pasadas.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

El intercambio vial Rafael Uribe Uribe, también conocido como puente de la calle 77 Sur, surge de la necesidad de conectar los municipios del sur del Valle de Aburrá que están separados por el río Medellín, y poder brindarles salidas y entradas a las respectivas ciudades. La obra consistió en construir dos ejes independientes que atravesaran la Autopista Sur, el río y la Avenida las Vegas, con longitudes de 486,76 metros y 492,34 metros cada puente, con calzadas de 11,88 m, adicionalmente tiene 3 lazos aéreos de accesos y salidas de 8,40 metros de ancho, con una longitud total de 174 metros (Constructora Conconcreto, 2019) (Ver Figura 6) Viene al caso mencionar esta obra, pues tiene relación directa a la Autopista Sur, además de que tiene características parecidas al punto de estudio y por las razones que se conciben, como lo son la interconexión de municipios, y el paso por la Autopista sur.



Figura 6. Intercambio vial Rafael Uribe Uribe. Tomado de Constructora Conconcreto, (2020)

Buscando equilibrar la carga vehicular que recibe la Autopista Sur y los intercambios viales del Aburrá Sur específicamente los puentes de la calle 12 Sur (sector Aguacatala) y el puente Simón Bolívar (sector estación Envigado del metro), nace el intercambio vial La Ayurá a la altura de la Central Mayorista que contará con 17 ejes viales con longitud total de 6.222 metros, 4.750,4 metros de rampas de accesos y salidas, 5 puentes que miden 1.471,6 metros en total (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2020). Permitiendo así comunicar los municipios de Medellín y Envigado con el municipio de Itagüí como se aprecia en la Figura 7.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



Figura 7. Intercambio vial La Ayurá. Tomado del Área Metropolitana, (2020)

Este intercambio también tiene características parecidas al punto que estamos estudiando, por razones similares a las del intercambiador vial de la calle 77 Sur, pues esta atraviesa transversalmente todo el corredor multimodal del Río Medellín. Por tal motivo es oportuno tenerlo como referente para el desarrollo de este proyecto.

La construcción del nuevo intercambio vial de Indumérica (glorieta de pilsen), se lleva a cabo para descongestionar el sur del área metropolitana del Valle de Aburrá, permitiendo optimizar los tiempos de desplazamientos de los habitantes de Itagüí, La Estrella y San Antonio de Prado. Las características de la obra que va en más de un 50% de su ejecución son: Puente en doble calzada de 260 metros, 1,8 kilómetros de vías nuevas y recuperadas, 1.176 metros de bici-carril, 269 metros de ciclorrutas y demás mobiliario para el confort de los ciudadanos del sector intervenido (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2018) (Ver Figura 8). Este intercambio será una conexión para los pobladores del Suroccidente del Aburra Sur, y tiene relación directa con el corredor multimodal del río, pues tanto sus flujos de entrada y de salida son provenientes de este.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



Figura 8. Intercambio vial Induamérica. Tomado del Área Metropolitana, (2020)

Para la identificación de alternativas se tendrán en cuenta estos proyectos que tienen características parecidas a la intersección de la Autopista Sur con la Avenida Pilsen, donde se pueden adaptar diferentes propiedades de esas obras, cómo la configuración de la geometría de la intersección, requerimientos de diseño, técnicas constructivas, mitigación de riesgos asociados a la construcción, costos por experiencias pasadas. Pero además de lo mencionado anteriormente, también se tendrán en cuenta proyectos como el llevado a cabo por Marco Sebastián Alarcón, Carlos David Garzón y Jeyson Orlando Montoya en su estudio de caso de la Calle 72 entre carreras 7 y 28b de la ciudad de Bogotá D.C. en donde se utilizan los modelos microscópicos, como se observa en la Figura 9, para la realización de simulaciones lo que les permitió evaluar la problemática de la intersección en estudio en conjunto con la toma de datos física mediante visitas de campo para la corroboración y comparación de resultados, metodología que les permitió obtener parámetros y criterios sólidos para plantear alternativas de solución que les permitiera mejorar el problema de movilidad en la intersección y a su vez observar, mediante los modelos de las mismas, como se comporta el tráfico con la implementación de las alternativas y analizar su efectividad.

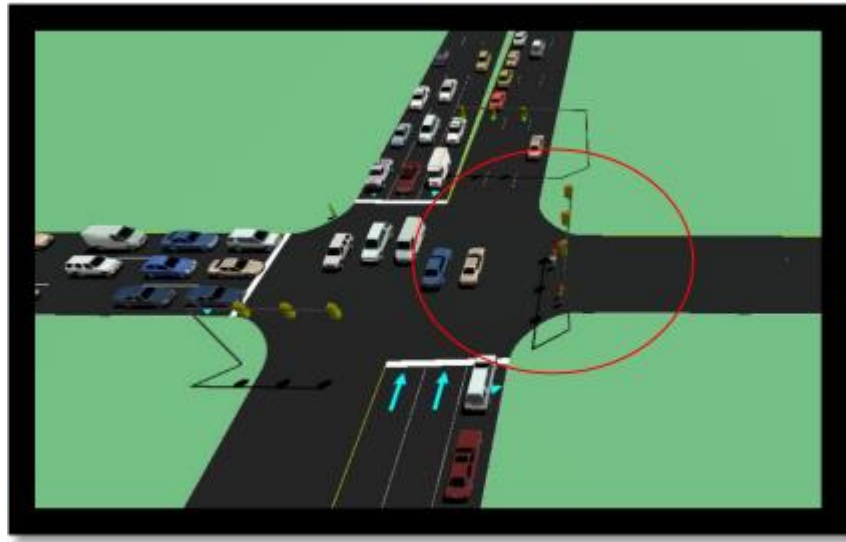


Figura 9. Antecedente de microsimulación, tomado de MODELO DE SIMULACIÓN MICROSCÓPICA VEHICULAR, ESTUDIO DE CASO: CALLE 72 ENTRE CARRERAS 7 y 28B DE LA CIUDAD DE BOGOTÀ D.C, (Alarcon Gama, Garces Garzon, & Rubiano Montoya, 2015)

1.3.2 Marco teórico

1.3.2.1 Diagnóstico de una intersección

El diagnóstico de una intersección conlleva, en su proceso, una serie de términos de necesario conocimiento para comprender ¿Cómo? y cuáles son las variables de tránsito involucradas para lograr una acertada representación del tráfico.

Estudios de tránsito

Según Rodrigo Fernández A. (2010) el tránsito o tráfico es la circulación de personas, algunas de ellas en vehículos, por el espacio público. Cualquier análisis de los problemas del tránsito urbano parte del reconocimiento de las bases conceptuales de este fenómeno. A estas bases conceptuales se les llama teoría del tráfico vehicular, las cuales a su vez son la base de la ingeniería de tránsito que es la aplicación de técnicas de la ingeniería para aminorar los impactos sociales, urbanos y ambientales derivados del tráfico, lo anterior es traducido a planos de ingeniería que realizan los diseñadores viales y son estos planos los que, finalmente, se materializan en las calles. A continuación, según Juan Manuel Gómez Sierra (2020) se detallan algunas de las variables de tráfico más importantes para la representación del tráfico.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- ❖ **Variables Microscópicas:** Las variables microscópicas son aquellas que tienen en cuenta las características individuales de los vehículos.
- **Tiempo Inter vehicular (TIV ó h):** duración del tiempo que separa el paso de dos vehículos sucesivos, medidos en la misma parte, sobre una vía de circulación medido en [s/veh].
- **Distancia Inter vehicular (DIV ó s):** espacio entre dos vehículos sucesivos, medidos en la misma parte, sobre una misma vía de circulación en un momento dado. Se mide en [m/veh].
- ❖ **Variables Macroscópicas:** Las variables macroscópicas agrupan a los vehículos para obtener características generales.
- **Flujo (q):** El flujo en un punto de la vía, corresponde a la cantidad de vehículos N que pasan por ese punto por un periodo de tiempo T como se indica en la Ecuación 1. Se mide en [veh/h].

$$q = \frac{N}{T} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

N = Numero de vehículos

T= Periodo de tiempo

- **Velocidad (v):** Relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tardó en recorrerlo. Es percibido por los usuarios como un indicador importante de la calidad de servicio de la vía. En tránsito existe diferentes tipos de velocidad:
 - **Velocidad de punto (Vi):** Es la velocidad Vi de un vehículo i cuando pasa por un punto de medición.
 - **Velocidad instantánea (Vj):** Es la velocidad Vj de un vehículo j cuando se encuentra circulando a lo largo de un tramo de la vía en un instante dado.
 - **Velocidad media espacial (Ve):** Es la media aritmética de las velocidades instantáneas de todos los vehículos que se encuentran en un tramo de la vía, calculada mediante la Ecuación 2.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

$$\overline{V_e} = \frac{\sum_{j=1}^m V_j}{m} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

m = Numero de vehículos observados

- *Velocidad media temporal (Vt)*: Es la media aritmética de las velocidades de punto de todos los vehículos que pasan por un punto de la vía durante un intervalo de tiempo definido calculada en la Ecuación 3.

$$\overline{V_t} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

n = Numero de vehículos observados

- *Velocidad de recorrido o de viaje*: Es el resultado de dividir la distancia recorrida, desde el inicio hasta el final del viaje, entre el tiempo total que se tardó en recorrerla. Incluye las demoras propias del tráfico (semáforos, intersecciones, otras). No incluye las detenciones por fuera de la vía (Llenar gasolina, comer, otras)
- *Velocidad de marcha*: Es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el tiempo que el vehículo estuvo de movimiento.
- *Velocidad de proyecto o velocidad de diseño*: Es la velocidad máxima a la cual podrán transitar los vehículos en una sección de vía
- **Densidad (k)**: Es el número de vehículos N que ocupan una longitud específica d, como se observa en la Ecuación 4. Se mide en [km/h].

$$K = \frac{N}{d} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

N = Numero de vehículos

d = Distancia

Estudio de volúmenes vehiculares

El volumen de tránsito se puede definir como la cantidad de vehículos que pasan en un tiempo determinado. Para los volúmenes tenemos la siguiente clasificación en la tabla 1, según Fernando Valles Navarrete y Wilson Giovanni Rodríguez Aguilar (2012).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

PERIODO	TIEMPO
<i>TRANSITO HORARIO (TH)</i>	1 Hora
<i>TRANSITO DIARIO (TD)</i>	1 Día
<i>TRANSITO SEMANAL (TS)</i>	1 Semana
<i>TRANSITO MENSUAL (TM)</i>	1 Mes
<i>TRANSITO ANUAL (TA)</i>	1 Año

Tabla 1. Clasificación de volúmenes de tránsito de acuerdo con el periodo, tomada de Elaboración propia, (2020)

Es importante tener presente en que ámbitos se deben usar los distintos periodos de volúmenes, estos se presentan a continuación según Juan Manuel Gómez Sierra (2020) se presenta, en la tabla 2, las aplicaciones de estos volúmenes de tránsito.

VARIABLE	APLICACIÓN
<i>Flujo de tránsito anual (TA)</i>	Determinar patrones de viajes sobre áreas geográficas. Estimar gastos esperados por los usuarios. Calcular índice de accidentes
<i>Transito promedio diario (TPD)</i>	Estudio de tendencias, planeación de carreteras, selección de rutas Cálculo de tasas de accidentes Evaluaciones económicas Medir la demanda actual en calles y carreteras Definir el sistema arterial de las calles

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

<i>Flujo de tránsito horario (TH)</i>	Determinar la longitud y magnitud de los periodos de máxima demanda Evaluar deficiencias de capacidad Establecer centrales de tránsito Proyectar y rediseñar geométricamente calles e intersecciones
<i>Tasa de flujo (q)</i>	Analizar flujos máximos Analizar variaciones de flujo dentro de las horas de máxima demanda Analizar limitaciones de capacidad en el flujo de tránsito Analizar las características de los volúmenes máximos

Tabla 2. Aplicación de los volúmenes de tránsito tomada de Elaboración propia, (2020)

❖ **Transito Promedio Diario (TPD)**

El TPD se define como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado en días completos igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del periodo (INVIAS, 2008).

❖ **Volúmenes de tránsito horario**

- *Volumen Horario Máximo Anual (VHMA)*: Es la hora de mayor volumen de las 8760 horas del año, que ocurre en una sección de un carril o una calzada (INVIAS, 2008).
- *Volumen horario de máxima demanda (VHMD)*: Es el volumen representativo de los periodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día, es el máximo volumen que se alcanza durante 60 minutos consecutivos (INVIAS, 2008).
- *Volumen horario del proyecto (VHP)*: Es el volumen de tránsito que sirve para determinar las características geométricas de las vías (INVIAS, 2008).

❖ **Factor de Hora de Máxima Demanda**

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Se conoce también como el factor de hora pico y sirve para indicar como están distribuidos los flujos dentro de una hora. Es la relación entre el VHMD y la tasa de flujo máximo dentro de esa hora (INVIAS, 2008), como se indica en la Ecuación 5.

$$FHMD = \frac{VHMD}{n(q_{max})} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

n = Numero de periodos dentro de una hora.

q_{max} = Flujo mayor de los n periodos.

❖ Aforos vehiculares

Los aforos son, un conteo y discriminación de vehículos que se realiza de manera manual y que se debe realizar en días típicos (laborales, no laborales, festivos, fines de semana, etc.) en los cuales se puedan obtener resultados representativos para la caracterización del tránsito local de una zona en días determinados. Estos aforos pueden enfocarse en cualquiera de los siguientes objetivos (Blair Sierra & Guevara Aristizábal, 2012):

- Determinar los tipos de vehículos que circulan por una zona determinada.
- Conocer las clases de maniobras y volumen vehicular que recurre a estas.
- Identificar la variabilidad durante un periodo característico y en los subperiodos valle y pico.
- Determinar la capacidad y nivel de servicio al cual está sometido una vía o un segmento de esta.

Según Catalina Blair Sierra y Daniel Alejandro Guevara Aristizábal (2012) los aforos o conteos vehiculares son un paso básico y fundamental en los estudios de tránsito ya que permiten caracterizar el tránsito según su composición vehicular (clasificación), la cantidad de vehículos que transitan (volumen), la trayectoria de los vehículos (flujo), entre otros, para así obtener las variables que permiten entender el comportamiento del tránsito y como consecuencia de esto asignar soluciones a los problemas que puedan presentarse en cuanto a la circulación, la accesibilidad, la movilidad o el servicio.

En cuanto a el desarrollo de la actividad de aforo vehicular, Rudy Fabian López Avendaño en su proyecto “RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA MEJORAR LA MOVILIDAD EN CARRERA PRIMERA RUTA 50 DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ CON SISTEMAS DE

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

TRANSPORTE INTELIGENTE Y SIMULACIONES EN EL SOFTWARE AIMSUN” (2019) llevo a cabo este conteo de volúmenes, con la ayuda de un grupo de aforadores ubicado estratégicamente, en intervalos de 15 minutos durante un tiempo de 2 horas del tipo horas pico del día en donde discriminaba el tipo de vehículo en autos, buses, camiones y motos y el movimiento realizado. Además, plantea cual es la información básica que debe contener un formato para la toma aforos vehiculares con el fin de llevar a cabo este análisis, información presentada a continuación:

- *Fecha.*
- *Hora Inicio:* se registra la hora de iniciación del turno de observación de cada hoja.
- *Hora Final:* se registra la hora de terminación de turno de observación cada hoja.
- *Condición Climática:* se registra el estado del tiempo predominante durante la observación.
- *Aforador.*
- *Supervisor:* nombre completo del supervisor, si lo hay.
- *Ubicación:* aquí se registran las nomenclaturas de las vías que se interceptan en la estación aforada, el cual es independiente para cada sitio.
- *Movimiento:* aquí se incluyeron los movimientos aforados por un mismo observador, identificados con letras que corresponden al punto cardinal de origen y de destino.
- *Hoja: ____ De: ____:* corresponde al control secuencial comenzando en uno, del número de formatos diligenciados por turno, anotándose el total de estos luego de la palabra “De”.
- *Croquis:* espacio para ubicar el esquema de la estación en el cual se identifican. aspectos como: el norte, los movimientos aforados y el punto de observación, este esquema solo se incluyó en la primera hoja de los formatos diligenciados por turno.
- *Hora militar:* corresponde al período en el cual se observan los vehículos que realizan el movimiento indicado en la columna anterior; aquí se registró la hora militar de inicio de cada período de aforo, teniendo en cuenta que cada división del formato considera un período de quince (15) minutos por movimiento.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- *Tipo de vehículo:* para cada movimiento y para cada tipo de vehículo se destina una celda con el fin de registrar el paso de los vehículos y el movimiento realizado.
- *Total:* se incluye una celda por movimiento y tipo de vehículo para totalizar el número de vehículos registrados en cada período.
- *Observaciones:* este espacio se destina para anotar algún comentario de importancia a juicio del aforador o del supervisor.

Intersecciones semaforizadas

La función principal de los semáforos, en el control de las intersecciones, es dar el paso alternativamente a los distintos sistemas de transporte, como vehículos, peatones, bicicletas, etc. De tal forma que los cruces en la intersección se den de manera segura y garantizando la realización de todas las maniobras (Blair Sierra & Guevara Aristizabal, 2012).

Los semáforos se comunican mediante la simbología de colores, en esta encontramos tres básicos:

- Rojo: Indica el pare del flujo en la vía
- Amarillo: Indica la alerta para un cambio de señal
- Verde: Indica la vía libre para el flujo

El funcionamiento de los semáforos se da mediante la definición y programación de los siguientes parámetros:

- *Acceso:* Es conformado por el ancho y el número de carriles, el número de vehículos que ingresan a la intersección se denomina flujo eral
- *Ciclo o longitud de ciclo:* Es el tiempo que se necesita para completar toda una secuencia de todas las indicaciones de señal del semáforo.
- *Intervalo:* Periodo de tiempo durante el que no cambian las señales.
- *Fase:* Es el tiempo durante el cual uno o más movimientos son permitidos dentro de la intersección.
- *Secuencia de fases:* Es el orden predeterminado en el que se dan las fases dentro de un ciclo.
- *Desfase:* Es el tiempo en el que tarda en aparecer la luz verde en el semáforo.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Para la realización de la caracterización semafórica, Rudy Fabian López Avendaño en su proyecto “RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA MEJORAR LA MOVILIDAD EN CARRERA PRIMERA RUTA 50 DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ CON SISTEMAS DE TRANSPORTE INTELIGENTE Y SIMULACIONES EN EL SOFTWARE AIMSUN” (2019) realizó este proceso mediante el diagrama de bandas de la intersección en estudio, este diagrama se hizo mediante el análisis de cómo estaban agrupados los movimientos de paso en toda la intersección, a estos grupos se les media, en concordación con la hora y el día en el que se realizó el aforo vehicular, su correspondiente ciclo semafórico lo que corresponde a tiempos de verde, amarillo y rojo y de esta manera se logra construir un diagrama de bandas que puede ser parametrizado en el programa de simulación.

Para la caracterización del tráfico en una interacción semaforizada y conocer su estado y comportamiento, se requiere conocer los siguientes conceptos (Padilla de la Cruz & Ulloa Marchena, 2016).

❖ Congestiones

La congestión se da cuando la demanda vehicular comienza a sobrepasar la capacidad de las vías, su análisis está basado en la teoría de colas y se da cuando $\lambda > \mu$ donde λ es la tasa de llegada y μ es la capacidad de tasa de servicio. Si esta condición ocurre se dice que el sistema colapsa y se forma una cola de espera que crece continuamente, aunque si esta condición se da solo por un tiempo limitado y en condiciones no estacionarias es posible que la cola se pueda disipar.

❖ Grado de saturación

El grado de saturación de un acceso es la relación entre el volumen y la capacidad como se muestra en la Ecuación 6.

$$X = \frac{V}{Q} \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde:

X; Grado de saturación del acceso

V: volumen en hora punta reajustado

Q: Capacidad del acceso

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

❖ Demoras

El nivel de servicio de una intersección vial semaforizada depende directamente de las demoras originadas en la misma mientras se espera el tiempo de atención, esta demora puede ser calculada con la Ecuación 7.

$$d = 0.5C \frac{\left(1 - \frac{g}{c}\right)^2}{1 - \left[\min(1, X) \left(\frac{g}{c}\right)\right]} + 900T \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + 8 \frac{k I X}{c T}} \right] \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

T= Tiempo del periodo de análisis (h)

k = factor de demora incremental que depende de las condiciones de control

I = factor de ajuste por filtración de tráfico en intersección previa

c = capacidad del grupo carril (veh/h)

X = grado de saturación

❖ Flujo de saturación

El flujo de saturación en un acceso de una intersección es el número máximo de vehículos que pueden realizar el movimiento sin interrupción durante una hora continua de verde y es expresada mediante la Ecuación 8.

$$S = S_o f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Donde:

S = Tasa de flujo de saturación

S_o = Flujo de saturación base

f_w = factor por ancho de carril

f_{HV} = factor por vehículos pesados

f_g = factor de ajuste por inclinación del acceso

f_p = factor de ajuste por existencia de carril de estacionamiento

f_{bb} = factor de ajuste por efecto de los autobuses locales que paran dentro de la zona

f_a = factor de ajuste por tipo de área

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

fLU = factor de ajuste por utilización de carril
 fLT = factor de ajuste por giro a la izquierda en el GC
 fRT = factor de ajuste por giro a la derecha en el GC
 fLpb = factor de ajuste por movimiento a la izquierda de peatones
 fRpb = factor de ajuste por movimiento a la derecha de peatones y ciclistas

❖ Capacidad vial

La capacidad vial se define como el número máximo de vehículos que pueden pasar por una sección de una vía durante un tiempo determinado, en una intersección semaforizada se calcula con la Ecuación 9.

$$Q = \frac{S \times g}{C} \quad (\text{Ecuación 9}) \quad \text{Donde:}$$

Q = Capacidad del acceso a analizar

S = Tasa de flujo de saturación

g = Tiempo de verde para el grupo

C = Longitud del ciclo del semáforo

❖ Niveles de servicio

Los niveles de servicio son un método cualitativo que describe las condiciones de operación de flujo vehicular y de la percepción de los usuarios, por esto, gracias a el cálculo de las demoras se puede definir el nivel de servicio de la intersección semaforizada con la tabla

NIVEL DE SERVICIO	DEMORAS PROMEDIO POR VEHICULO (Seg./veh.)
A	0 – 10
B	>10 – 20
C	>20 – 35
D	>35 – 55

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

E	>55 – 80
F	>80

Tabla 3. Niveles de servicio en intersecciones semaforizadas. Tomada del Manual de Capacidad de Carreteras Americano – HCM2010, (2020)

1.3.2.2 Modelación

La modelación consiste en la representación de la realidad de manera tangible o intangible con el fin de predecir hechos regulares, aunque su efectividad depende de las variables y escenarios contemplados, es decir, algunas veces es por errores de predicción que pueden ser aceptables y otras por graves cambios en las hipótesis del modelo. La modelación en el ámbito del tránsito se basa en la categoría de modelos analíticos empleando ecuaciones para mostrar de manera intangible el comportamiento de los vehículos en una malla vial. Debido a su complejidad al requerir de procesos iterativos se requieren de equipos computacionales y softwares para ser llevados a cabo (Valladares Mejía, 2016).

Tipos de modelos

Según Alma de Jesús Valladares Mejía (2016) las tres clasificaciones de los modelos se pueden definir, según el nivel de detalle con que analizan la red vial, de la siguiente manera.

- *Modelos Mesoscópicos*: Estos modelos representan, en un enfoque intermedio entre la micro simulación y la macro simulación, el flujo vehicular como un grupo de vehículos llamados “pelotones” o “macropartículas” aunque no detallan el comportamiento individual de los vehículos permiten el análisis de intersecciones señalizadas y son útiles también para desarrollar redes razonablemente grandes.
- *Modelos Macroscópicos*: Posee un enfoque general utilizando variables macro como la velocidad, tiempos de viaje, flujo y densidad. No se dedica al comportamiento de vehículos individuales, sino que considera el flujo vehicular como un fluido sin interrupciones y como un conjunto de partículas que interactúan entre si como un solo fluido. Para su funcionamiento se requiere de la demanda de transporte y la red vial disponible en el sitio de estudio.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- *Modelos Microscópicos:* Las simulaciones microscópicas modelan a detalle la red vial simulando el comportamiento individual de los vehículos, efectos de los semáforos y obstáculos y algunos incluso tienen incorporado la simulación de el comportamiento de los peatones. Estos micro simuladores requieren para su funcionamiento los modelos de seguimiento de vehículos, cambios de carril y maniobras de adelantamiento. Debido a su detalle no es óptimo para redes grandes, pero funciona bien en secciones pequeñas que requieran de un estudio a profundidad como las intersecciones, peajes, cierre de vías, entre otros.

Funcionamiento de los Modelos Microscopicos: Los modelos microscópicos basan su análisis en un planteamiento de análisis matemático y estadístico que tiene como principal objeto resolver el problema de la asignación de tráfico especificando la regla por la cual los conductores eligen una ruta. Según Yosef Sheffi en su trabajo denominado REDES DE TRANSPORTE URBANO: Análisis de equilibrio con métodos de programación matemática (URBAN TRANSPORTATION NETWORKS: Equilibrium Analysis with Mathematical Programming Methods) aquí se especifican dos métodos principales de análisis, equilibrio del usuario (UE) y optimización del sistema (SO). El primero consiste en una construcción matemática que tiene como finalidad resolver ecuaciones de equilibrio del usuario, las cuales describen los patrones de flujo producto de las elecciones de los conductores en las rutas de tiempos de viaje más cortos, alcanzando el equilibrio solo cuando ningún conductor puede mejorar su tiempo de viaje cambiando de ruta. Esta construcción posee en su planteamiento unas hipótesis que son ideales y que no siempre se darán a cabalidad como el hecho de que los conductores tienen información completa es decir que conocen los tiempos de viaje de cada ruta y que todos tienen el mismo comportamiento. En segundo lugar, se tiene la formulación SO en donde el patrón de flujo requerido debe minimizar no el tiempo de viaje por ruta sino el tiempo total de viaje por todo el sistema y que a diferencia del anterior método no necesariamente debe estar en equilibrio puesto que se considera que algunos conductores pueden estar mejor cambiando de ruta unilateralmente. En conclusión, la principal diferencia entre los dos métodos mencionados anteriormente es que el UE esta diseñado para describir el comportamiento de los conductores y el SO es de naturaleza normativa. (Sheffi, 1985)

Softwares de simulación

Discriminando, principalmente para modelos microscópicos, con el fin de estandarizar las características de algunos programas de simulación, Rudy Fabian López Avendaño (2019) indica en las siguientes tablas 4 y 5, la comparación de algunas características de 5 softwares de simulación diferentes.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

CARACTERISTICA	CORSIM	VISSIM	AIMSUN	WATSIM	INTEGRATION
<i>Se ejecuta en PC</i>	Si	Si	Servidor	Si	Si
<i>Disponibilidad del código fuente</i>	Si	No	No	No	No
<i>Interacción con otros modelos</i>	ACS, CID	CID, VNP, VISSUM	EMME/2 SCATS, TRANSYT 7F	CINEMA	No
<i>Editores gráficos de la red</i>	Si	Si	Si	No	No
<i>Editor grafico de la red (Extensible)</i>	Si	No	No	N/A	No
<i>Herramientas para el procesamiento posterior</i>	No	No	Si	No	Si
<i>Modelación de semáforos controlados</i>	Si	Si	Si	Si	No

Tabla 4. Características generales. Tomada de RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA MEJORAR LA MOVILIDAD EN CARRERA PRIMERA RUTA 50 DEL MUNICIPIO DE FACATATIVA COON SISTEMAS DE TRANSPORTE INTELIGENTE Y SIMULACIONES EN EL SOFTWARE AIMSUN. (2019).

CARACTERISTICA	CORSIM	VISSIM	AIMSUN	WATSIM	INTEGRATION
<i>API Disponible</i>	Si	Si	Si	No	No
<i>Estado de los vehículos exportable a archivo</i>	Si	Si	Si	No	No
<i>Formato de archivo de animación publico</i>	Si	Si	No	No	No

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

<i>Exportación de eventos de aceptación de brechas</i>	Posible	Posible	Posible	No	No
<i>Archivos de salida configurables</i>	No	Si	No	No	No
<i>Exportación de eventos de cambios de carril</i>	Posible	Posible	Posible	No	No
<i>Exportación de eventos de rechazo de brechas</i>	Posible	Posible	Posible	No	No
<i>Ubicación de los vehículos (X,Y)</i>	Si	Si	Si	Si	No
<i>Incluye estadísticas de conflicto</i>	Si	Si	No	No	Si

Tabla 5. Extracción de datos. Tomada de RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA MEJORAR LA MOVILIDAD EN CARRERA PRIMERA RUTA 50 DEL MUNICIPIO DE FACATATIVA COON SISTEMAS DE TRANSPORTE INTELIGENTE Y SIMULACIONES EN EL SOFTWARE AIMSUN. (2019).

❖ PTV VISSIM

Este programa forma parte del paquete de software PTV VISIO, es un software de simulación microscópica simulando el tránsito de manera multimodal, esta herramienta permite recrear los detalles de la infraestructura de la red analizada como por ejemplo el número de carriles, ancho, pendiente, curvaturas, etc. Entre las virtudes de este software esta la opción de trabajar sobre una imagen georreferenciada de Google Maps o Google Earth, permite ingresar el volumen horario, la composición, velocidades, porcentaje de ruta, prioridades, rango de desaceleración y aceleración, permite recrear medidas de control de tránsito como semáforos o señales de pare y por último permite obtener una amplia gama de resultados que nos representan el comportamiento de la modelación (Belloti, 2019).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Parametrización del modelo

La parametrización del modelo hace referencia a establecer en el programa los diferentes tópicos que se utilizarán en la micro modelación ajustados al comportamiento del conductor de la ciudad, así como las condiciones de operación de tránsito, como por ejemplo las velocidades de deseo, el tipo de vehículo empleado, los controles tales como la semaforización y las prioridades de paso en los diferentes puntos críticos (ASITT S.A.S., 2016).

Calibración del modelo

La calibración del modelo consiste en adecuar las variables que el programa tiene asignada por defecto a las variables ingresadas en la parametrización, hacer esta adecuación a la realidad observada hace que los resultados de la simulación sean confiables y por ende proponer soluciones más ajustadas a la realidad (Belloti, 2019).

❖ Método GEH para calibración del modelo

Este método utiliza una expresión estadística GEH, indicada en la Ecuación 10, para comparar los volúmenes vehiculares obtenidos en la intersección con los volúmenes obtenidos del software de micro modelación. El criterio de aceptación se da de una manera general cuando el valor del GEH sea menor de 5 ($GEH < 5$), en el 85% de los diferentes tipos de vehículos, solo cumplida esta condición se establece que el modelo se encuentra calibrado y validado para realizar las evaluaciones correspondientes. (ASITT S.A.S., 2016).

$$GEH = \sqrt{\frac{(E-V)^2}{(E+V)/2}} \quad (\text{Ecuación 10})$$

Donde:

GEH = Indicador estadístico

E = Volumen estimado del modelo

V = Volumen medido en campo

Según el tipo de vía que se esté modelando, se seleccionará el porcentaje de aceptación del estadístico GEH como lo menciona la Agencia de Transporte de Nueva Zelanda en las DIRECTRICES PARA EL DESARROLLO DEL MODELO DE TRANSPORTE, (2019).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Cómo, por ejemplo, en una vía interurbana los criterios de aceptación serían: más del 90% de los datos deben tener un estadístico menor a 5, más del 95% de los datos deben estar con un GEH menor a 7.5 y más del 95% de los datos deben tener un GEH menor a 10.

El método GEH, se ha utilizado en diferentes áreas de los estudios de tránsito para la calibración de los modelos de micro simulación de tráfico, como se utilizó, por Steer Davies Gleave. Municipios Asociados del Oriente Antioqueño (MASORA) y el Municipio de Rionegro en el Estudio de Transporte Masivo del Oriente Antioqueño (2016) en donde comparan los volúmenes asignados o modelados con respecto a los volúmenes observados, dándole un mayor peso a las desviaciones más grandes en los puntos donde el volumen es mayor, es decir que tiene en cuenta la escala del volumen en el punto que se está comparando. Una vez determinado los estadísticos GEH para cada volumen comparado, se procede a analizar la red mediante los resultados, que en este caso, optaron por examinar el porcentaje de puntos aforados que se encuentran bajo cierto nivel de GEH mediante histogramas, como por ejemplo, en la Figura 10, se presentan los resultados para la calibración de vehículo privado en hora pico en donde se observa que el 87% de los puntos de aforo se encuentran entre 0 y 5 de GEH y el 100% por debajo de GEH de 10 los cuales son los rangos estimados para aceptar la modelación.

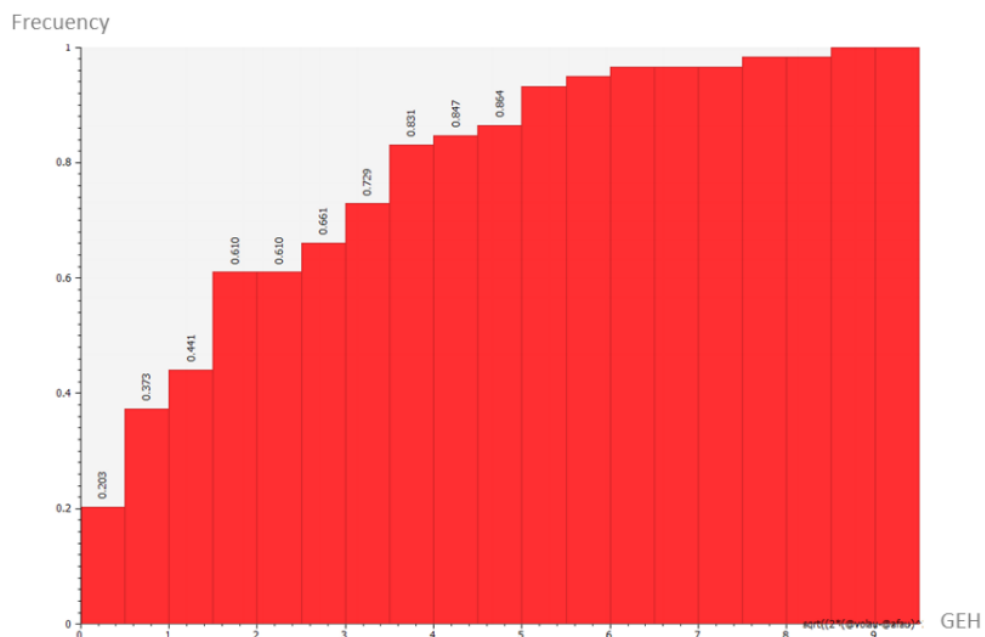


Figura 10. Histograma de comparación del estadístico GEH. Tomada de Estudio de Transporte Masivo del Oriente Antioqueño. (2016)

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

En otros casos, el análisis de la aplicación de los estadísticos GEH, se puede realizar mediante tablas comparativas en donde se observe, el volumen medido, el volumen observado, la zona de aplicación y el estadístico GEH, como es la situación presentada en el trabajo de grado realizado por Víctor Ignacio Zúñiga Alarcón denominado “USO DE HERRAMIENTAS DE MICROSIMULACIÓN PARA LA DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS DE CONTROL DE TRÁNSITO PARA LA CIUDAD DE SANTIAGO” (2010) en donde, además se utiliza este estadístico para comparar dos programas de simulación los cuales son el Aimsun y el Paramics como se indica en la tabla 6, resaltando que en todos los casos los criterios de aceptación del estadístico GEH está entre los valores 0 y 5 y que los volúmenes contrastados son los observados y los simulados.

Intersección	Acceso	Flujos Observados	Flujos Simulados [veh/h]		GEH	
		[veh/h]	Aimsun	Paramics	Aimsun	Paramics
Pedro de Valdivia / Andrés Bello	Pedro de Valdivia	940	910	900	1.0	1.3
	AB (Oriente)	1574	1426	1428	3.8	3.8
	AB (Poniente)	2181	2068	2082	2.5	2.1

Tabla 6. Tabla de comparación del estadístico GEH. Tomada de USO DE HERRAMIENTAS DE MICROSIMULACIÓN PARA LA DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS DE CONTROL DE TRÁNSITO PARA LA CIUDAD DE SANTIAGO. (2010)

Para realizar la metodología de obtención del estadístico GHE mediante volúmenes se comparan los volúmenes aforados en campo contra los volúmenes producto de la simulación como se evidencia en la Ecuación 10, donde la comparación se realiza maniobra por maniobra, ya que los volúmenes tomados en campo generalmente son discriminados por maniobras, logrando una mejor confiabilidad de los resultados.

1.3.2.1 Análisis de alternativas

Las alternativas son los distintos medios o conjunto de medios orientados a lograr el objetivo de un proyecto, o también, se considera como las diferentes opciones para dar solución de un problema. El propósito principal de un análisis de alternativas es identificar y comparar las diferentes opciones, rechazando las que no parezcan deseables, y seleccionando la alternativa que sea optima desde el punto de vista técnico y económico (Medianero Burga

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

& Murtua, 2015). Según Leidy Pérez (2016) un análisis de alternativas de un proyecto se debe hacer teniendo en cuenta lo siguiente:

- No hacer nada no es alternativa.
- Se debe plantear como mínimo dos alternativas de solución.
- Las alternativas deben ser comparables entre sí.
- Deben ser apropiadas a la solución del problema.
- Se deben analizar aquellos componentes, actividades y elementos que conforman cada una de ellas.

Costos

Según la Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos o PMBOK (A Guide to the Project Management Body of Knowledge) por sus siglas en inglés, 4ª edición (2008), la estimación de los costos consiste en una predicción, basada en la información disponible en un momento dado, para desarrollar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto. En esta misma guía se manifiestan las posibles entradas necesarias y las herramientas y técnicas para realizar una estimación de costos indicadas a continuación.

- **Entradas**
- *Línea base del alcance*: Definir si la estimación se limita únicamente a los costos directos del proyecto o si también se van a incluir los costos indirectos, estos son los que no pueden asignarse a un proyecto específico. La línea base de alcance también pueden incluir implicaciones contractuales y legales.
- *Cronograma del proyecto*: Consiste en conocer el tipo y la cantidad de recursos, así como el tiempo en que estos recursos se aplican para completar el proyecto.
- *Planificación de los recursos humano*: Recursos humanos necesarios para desarrollar el proyecto, estos a su vez, relacionados con los salarios y compensaciones que estos necesitan.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- *Registro de riesgos:* Consiste en los costos de mitigación de riesgo, estos pueden ser por amenazas u oportunidades.
- *Factores ambientales de la empresa:* Consiste básicamente en las condiciones del mercado y la información comercial publicada.
- *Activos de los procesos de la organización:* Consiste en las políticas de estimación de costos, las plantillas de estimación de costos, la información histórica y las lecciones aprendidas.

- **Herramientas y técnicas**

- *Juicio de expertos:* Consiste en guiarse por información histórica para conocer variables como las tarifas de trabajo, los costos de los materiales, la inflación, los factores de riesgo, entre otras, aportando una perspectiva valiosa sobre información procedente de proyectos similares.
- *Estimación análoga:* Utiliza parámetros como el alcance, el costo, el presupuesto y la duración o medidas de escala tales como el tamaño, el peso y la complejidad de un proyecto similar como base para estimar el mismo parámetro o medida para un proyecto actual. Esta técnica es menos costosa, requiere menos tiempo, puede usarse en conjunto con otros métodos, pero también es menos exacta.
- *Estimación paramétrica:* Consiste en una relación estadística entre los datos históricos y otras variables para calcular una estimación de parámetros de actividades tales como costo, presupuesto y duración. Este método logra niveles superiores de exactitud dependiendo de la sofisticación y los datos que se utilicen en el modelo.
- *Estimación ascendente:* Este método implica conocer a detalle al proyecto ya que consiste en disgregar este en partes más pequeñas hasta el nivel de paquetes de trabajo y estos a su vez en actividades de las cuales se calcula el costo y se van sumando hasta completar el presupuesto total.
- *Estimación por tres valores:* La exactitud de las estimaciones de costo de una actividad única se pueden mejorar considerando la incertidumbre y el riesgo, este concepto es abordado por la técnica PERT utilizando tres estimados para definir un rango aproximado de costo de una actividad.

1. *Más probable (cM):* El costo de la actividad se basa en la evaluación realista del esfuerzo necesario para el trabajo requerido y cualquier gasto previo.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

2. *Optimista (cO)*: El costo de la actividad se basa en el análisis del mejor escenario posible para esa actividad.

3. *Pesimista (cP)*: El costo de la actividad se basa en el análisis del, pero escenario posible en esa actividad.

Al final, según el método PERT, el costo esperado (CE) de la actividad será igual a lo indicado en la Ecuación 11.

$$CE = cO + 4 cM + cP \quad (\text{Ecuación 11})$$

- *Análisis de reserva*: Las estimaciones de costos pueden incluir reservas para contingencias par tener en cuenta la incertidumbre del costo, puede ser un porcentaje del costo estimado, una cantidad fija o calcularse utilizando métodos de análisis cuantitativos.
- *Costo de la calidad*: Los supuestos relativos a los costos de la calidad pueden utilizarse para preparar la estimación de costos de las actividades.
- *Software de estimación de costos para la dirección de proyectos*: Los softwares de estimación de costos, las hojas de cálculo computarizadas y las herramientas de simulación son cada vez más utilizadas para asistir el proceso de estimación de costos simplificando tareas.
- *Análisis de propuestas para licitaciones*: Los métodos de estimación de costos pueden incluir el análisis de cuanto debe costar el proyecto con base en las propuestas de vendedores calificados.

Variables de movilidad

En la evaluación de alternativas no solo se pueden comparar los costos, sino que también se deben tener en cuenta las variables de movilidad mencionadas anteriormente en el apartado 1.3.2.1 de este documento, ya que parámetros como el nivel de servicio y la capacidad están directamente relacionados en el comportamiento de la movilidad, lo cual es el objetivo principal que se busca con este análisis y combinado con una evaluación económica representa el grado de costo beneficio que se busca con la alternativa.

Selección de alternativa

En el manual de Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas (2005) se menciona que este proceso consiste en la

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

selección de una alternativa que sea óptima para alcanzar los objetivos deseados, se selecciona la alternativa que no solo sea la más factible en términos económicos, técnicos, legales y ambientales sino también en términos de pertinencia, eficacia y eficiencia. Este proceso requiere utilizar una serie de técnicas y de estudio respectivos que permitan utilizar criterios de selección, los cuales permitirán comparar y evaluar las alternativas para identificar la posible solución.

- **Análisis multicriterio**

El análisis multicriterio es una herramienta basada en la teoría de matrices que sirve de apoyo en las tomas de decisiones durante el proceso planificación para la selección de una alternativa teniendo en cuenta distintos criterios de acuerdo con la opinión de actores y acomodando estas evaluaciones en un marco de análisis para dar una visión integral (ProMa MUIC, 2013). La metodología para realizar un análisis multicriterio se resume en la Figura 11 y la Tabla 7.



Figura 11. Como funciona un análisis multicriterio (I). Tomada de Análisis de alternativas e identificación de soluciones, (2013).

Criterios de evaluación	Alternativa 1	Alternativa i	Alternativa n	Priorización Pesos %
Criterio 1	Puntuación 0 a 10	Puntuación 0 a 10	Puntuación 0 a 10	Peso 1

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Criterio j	Puntuación 0 a 10	Puntuación 0 a 10	Puntuación 0 a 10	Peso j
Criterio m	Puntuación 0 a 10	Puntuación 0 a 10	Puntuación 0 a 10	Peso m
Puntuación de cada alternativa	$\sum Pu_{1j} \times Pe_j$	$\sum Pu_{ij} \times Pe_j$	$\sum Pu_{nj} \times Pe_j$	Suma pesos = 100%

Tabla 7. Como funciona un análisis multicriterio (II). Tomada de Análisis de alternativas e identificación de soluciones, (2013).

Intersecciones viales

Con el fin de ampliar el conocimiento y obtener un compendio de posibles soluciones a una intersección se desarrolla a continuación, según el MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018 desarrollado por el Ministerio de transporte y comunicaciones de Perú, la presentación de los tipos de intervenciones más comunes realizadas a una intersección vial, no existiendo soluciones de aplicación general se indican las más frecuentes ya que la solución específica dependerá de las condiciones particulares del sitio de estudio.

- **Intersecciones a nivel**

La intersección más básica que existe se da por el cruce de dos vías perpendiculares en donde los flujos vehiculares se entrecruzan, dependiendo del tamaño del flujo, la cantidad de maniobras y de la capacidad de las vías, que en conjunto suman la capacidad de la intersección se va requiriendo realizar intervenciones que permitan el desarrollo libre de las maniobras con la mayor comodidad y seguridad posible, estas intersecciones se clasifican principalmente por su conformación geométrica, como se observa en la Figura 12 los tipos de intersecciones a nivel se definen principalmente por el número de ramales que se conectan, así como la inclinación y forma en la que lo hacen. En estas intersecciones la solución debe ser lo más simple y segura posible haciendo uso de elementos como isletas,

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

carriles auxiliares, ensanches, etc.) con el criterio de evitar maniobras complicadas y riesgosas y recorridos adicionales en donde además se debe garantizar en la mayor medida que las intersecciones hagan un ángulo recto, que no se proyecten grandes áreas pavimentadas y que se regule la velocidad conforme a la visibilidad que se tenga, de esto se da que también sea necesario el uso de una señalización correcta en la que se puede llegar incluso al control de las maniobras mediante semáforos. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

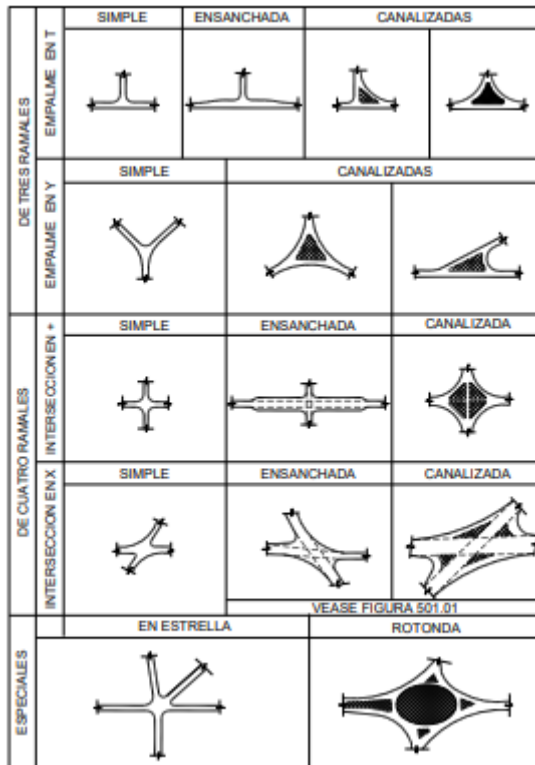


Figura 12. Tipos de intersección a nivel, tomada de MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018 (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

- **Intersecciones a desnivel**

El objetivo de implementar una intersección a desnivel es aumentar la capacidad o nivel de servicio en intersecciones con vías alimentadoras importantes en donde una simple intersección a nivel ya no es suficiente puesto que se tienen altos flujos vehiculares, gran cantidad de maniobras y por ende un nivel de inseguridad alto debido a la complejidad de estas. Su aplicación permite que los vehículos puedan realizar todos los recorridos posibles

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

con el mínimo de puntos de conflictos posibles debido a que se logra la independización de movimientos permitiendo una mayor libertad de flujo. En cuanto a los tipos de intersección a desnivel se presenta en la Figura 13 algunas de las composiciones implementadas más frecuentes. Su conformación estructural y geométrica dependerá de los ramales que se conecten en la intersección y de las maniobras que se pretendan independizar mediante los pasos a desnivel, por ejemplo, en intersecciones en donde una vía pierde su continuidad en otra vía se pueden conformar vías a desnivel tipo T o Y y en intersecciones en donde se crucen dos vías se pueden conformar intersecciones tipo “trébol” o de “diamante” razón por la cual estas intersecciones demandan una área mayor de intervención así como de recursos estimados para su realización. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

DE CUATROS RAMAS				DE TRES RAMAS	
DE LIBRE CIRCULACIÓN		CON CONDICIÓN PARADA		DIRECCIONALES	TROMPETAS
OTROS	TRÉBOL COMPLETO	DIAMANTES	TRÉBOL PARCIAL		

Figura 13. Tipos de intersección a desnivel, tomada de MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018 (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

2 METODOLOGÍA

2.1 DIAGNOSTICO DE LA INTERSECCIÓN

Esta primera etapa del proyecto consiste en recolectar unos tipos específicos de información, que se detallaran más adelante, acerca de la intersección en su estado actual. Esta información es clave para conocer las condiciones de tráfico y flujo en las que se encuentra la intersección antes de cualquier intervención para un correcto planteamiento de alternativas, además, esta primera fase es fundamental para recolectar todos los parámetros necesarios para la representación de la intersección en un modelo microscópico mediante el Software PTV Vissim. Partiendo de esto, la información que se recolectó se dividió en tres grandes grupos:

- Caracterización geométrica.
- Caracterización vehicular.
- Caracterización semafórica.

2.1.1 Caracterización geométrica

El primer tipo de información que se tomó de la intersección de la Avenida Pilsen con la Autopista Sur fueron los aspectos geométricos tales como anchos de carriles, dimensiones de los separadores, dimensiones de las isletas, anchos de berma, y cualquier característica especial que tuviera el sitio de estudio. Antes de llevar a cabo la medición en campo se hizo un análisis de oficina para determinar cuál es la dimensión de la malla vial que se iba a tener en cuenta para llevar a cabo el proyecto, esto por la razón de que se identificaron diferentes calles e intersecciones, por fuera de la autopista, que tenían una relación e influencia directa en el comportamiento del tráfico en esta misma. Para delimitar esta malla se utilizó la herramienta de Google Maps Traffic ya que en esta interfaz de Google Maps se pudo observar, iluminadas en color rojo en las horas pico del día, las calles que se encuentran afectadas por el tráfico de la intersección en estudio lo que nos ayudó a delimitar esta malla vial, la cual se observa en la Figura 14, teniendo en cuenta todas las calles e intersecciones que, debido al aporte importante en el flujo de estas dos vías principales, debían ser tenidas en cuenta para un correcto diagnóstico.



Figura 15. Instrumento de medición. Tomada de Elaboración propia, (2021).

Por último, se realizó el procesamiento de los datos resumiéndolos en una tabla para una mejor visualización y su posterior utilización en el ingreso de parámetros al software PTV Vissim, se organizó la información simplemente teniendo en cuenta anchos de carriles ya que este es el dato principal que se necesita para comenzar a construir el modelo.

2.1.2 Caracterización vehicular

El segundo tipo de información que se recolectó de la malla vial corresponde a la caracterización vehicular la cual consiste en el estudio de los volúmenes vehiculares, los tipos de vehículos que componen el tráfico y las maniobras que realizan. Para la recolección de los volúmenes vehiculares se utilizó la metodología de los aforos, estos se llevaron a cabo en las horas pico del día de la semana de mayor demanda. Para obtener la hora y el día en el que se debía realizar el aforo para obtener estos máximos volúmenes vehiculares se utilizó la herramienta de Google traffic, la cual nos permite, mediante un historial de tráfico promedio, observar cómo está el tráfico en todos los días de la semana a cualquier hora. Haciendo este análisis se obtuvo que las máximas colas y las mayores congestiones se presentaban los viernes de 5 p.m. a 7 p.m. Por lo tanto, este fue el día y el horario seleccionado para realizar los aforos.

Dada la gran extensión de la malla vial y la poca cantidad de gente disponible para realizar esta actividad se hicieron tres tipos de aforos: manual, con cámara de grabación y con el uso de un dron. A continuación, se detalla el proceso mediante el cual se llevó a cabo cada uno.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

2.1.2.1 Aforo manual

Esta metodología es la metodología clásica para realizar un aforo vehicular y se aplicó en las siguientes calles de la malla vial, dado que la complejidad de las maniobras en estas calles era reducida con lo que un solo aforador era capaz de tomar las mediciones.

- Calle 46
- Calle 33 y 32
- Calle 31
- Calle 29 y 30
- Calle 36 y Calle 36a

Para llevar a cabo esta metodología se hizo uso de la plantilla para aforos vehiculares observada en la Figura 16. Esta plantilla permitió una identificación de la dirección de la calle que se está aforando, el acceso correspondiente, el nombre del aforador, observaciones y lo más importante, permitió realizar una discriminación por tipo de vehículo, separándolos en: motos, livianos, taxis, buses, bicicletas, camión repartidor, camión C2 y camión C2S3 junto con una separación de los datos por maniobra y por hora, dado que estos aforos se sacaron en periodos de 15 minutos durante las 2 horas seleccionadas con el objetivo de obtener la hora de máxima demanda en procesos posteriores. Como se observa en la Figura 16, la plantilla viene por cuadrantes, tres cuadrantes para ser exactos, por lo tanto, se utilizó cada cuadrante para cada periodo de 15 minutos, esto gracias a que la complejidad de las calles aforadas con este método no posee más de dos maniobras y por lo tanto se imprimieron aproximadamente 40 hojas para cubrir el total de los aforos.

Se repartieron las plantillas de aforo entre el personal, el cual llevaba cada uno su portapapeles, lápiz y borrador y se dividieron de tal forma que cada persona cubriera las calles descritas con anterioridad para este método. Cada persona tenía en su obligación el buscar un punto adecuado para pararse a realizar los aforos de tal forma que se tuviera una correcta visualización de los vehículos y las maniobras. Una vez finalizada la jornada de aforos, se recibieron las plantillas y se guardaron para su posterior tratamiento.

FORMATO DE VOLUMENES VEHICULARES POR MANIOBRA Y TIPO DE VEHICULO									
INGENIERIA DE TRANSITO									
INTERSECCION:		CALLE:		CARRERA:		FECHA:			
ACCESO:						DD		MM AAAA	
AFORADOR:									
Observaciones:									
Tipo vehiculo	Maniobra:	hora:	Maniobra:	hora:	Maniobra:	hora:	Maniobra:	hora:	
MOTOS									
LIVIANOS									
TAXIS									
BUSES									
BICICLETAS									
CAMION REPARTADOR									
CAMION C2									
CAMINO C2S3									

Figura 16. Plantilla para aforos vehiculares. Tomada de Elaboración propia, (2021).

2.1.2.2 Aforo con cámara de grabación

Esta metodología se aplicó a las siguientes intersecciones que se encuentran sobre la Avenida Pilsen ya que debido a su alto flujo vehicular y la cantidad de maniobras resultaba difícil realizar un conteo manual como en los casos anteriores, por lo que se decidió usar cámaras de grabación.

- Intersección de la Avenida 37B (Avenida Pilsen) con Diagonal 40, en la ilustración 9 marcada como “Intersección 2”
- Intersección de la Avenida 37B (Avenida Pilsen) con Calle 34a, en la ilustración 9 marcada como “Intersección 3”

Para llevar a cabo esta metodología, se ubicó un aforador en cada intersección, en los puntos clave, indicados en las Figuras 17 y 18, que permitieran una visualización completa de todas las maniobras evitando al máximo el bloqueo de otros vehículos en la visualización. El periodo de grabación fue de 2 horas continuas de 5 p.m. a 7p.m como se estipuló anteriormente.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

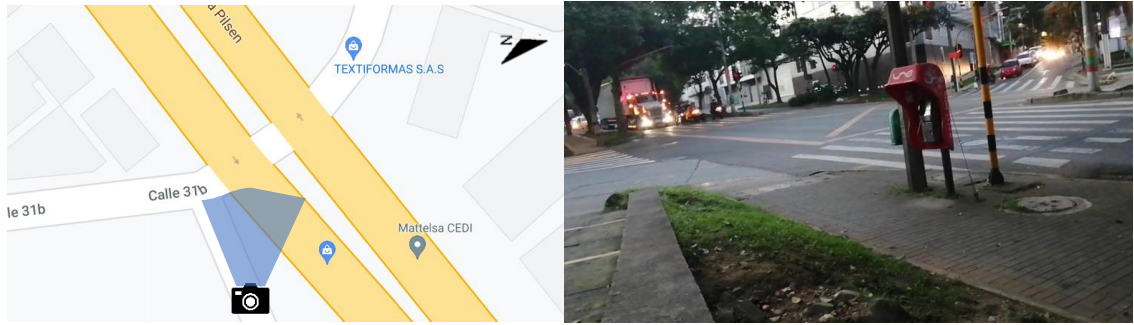


Figura 17. Punto de grabación sobre la intersección 2. Tomada de Elaboración propia, (2021).

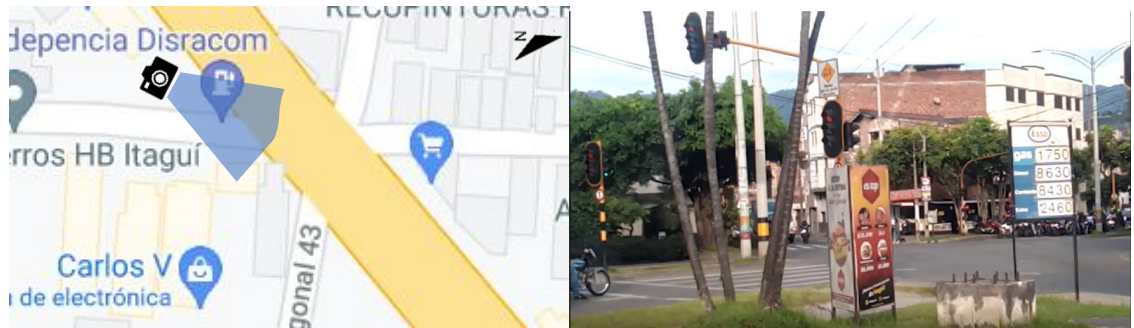


Figura 18. Punto de grabación sobre la intersección 3. Tomada de Elaboración propia, (2021).

2.1.2.3 Aforo con uso de dron

Esta última metodología de aforamiento se utilizó solamente en la intersección principal de la Carrera 42 (Autopista Sur) con la Calle 37B (Avenida Pilsen), debido a las grandes dimensiones, cantidad de vehículos y cantidad de maniobras de esta intersección resultaba insuficiente los puntos de grabación horizontal y se optó, entonces, por un plano aéreo.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



Figura 19. Plano aéreo tomado por el dron. Tomada de Elaboración propia, (2021).

Como se observa en la Figura 19, gracias al uso del dron se logró obtener un plano completo de la intersección con todos sus accesos y una correcta visualización de todos los vehículos y sus maniobras. Para implementar esta metodología las dos personas, propietarias y encargadas de manejar el dron, se ubicaron cerca a la intersección desde donde operaron el dron durante las dos horas pico de 5 p.m. a 7 p.m. estipuladas anteriormente, pero además de estas dos horas se grabaron quince minutos más, esto por la razón de que el dron solamente graba un periodo máximo de quince minutos debido al desgaste de la batería, pasados estos quince minutos, los operarios bajan el dron y realizan un recambio de baterías y lo vuelven a subir, este cambio dura solo aproximadamente dos minutos, el tiempo incluye el descenso y el ascenso nuevamente del dron, este tiempo perdido es pequeño gracias a la habilidad de los operadores y a que se ubican cerca a la intersección, pero es repuesto en los minutos extra de grabación.

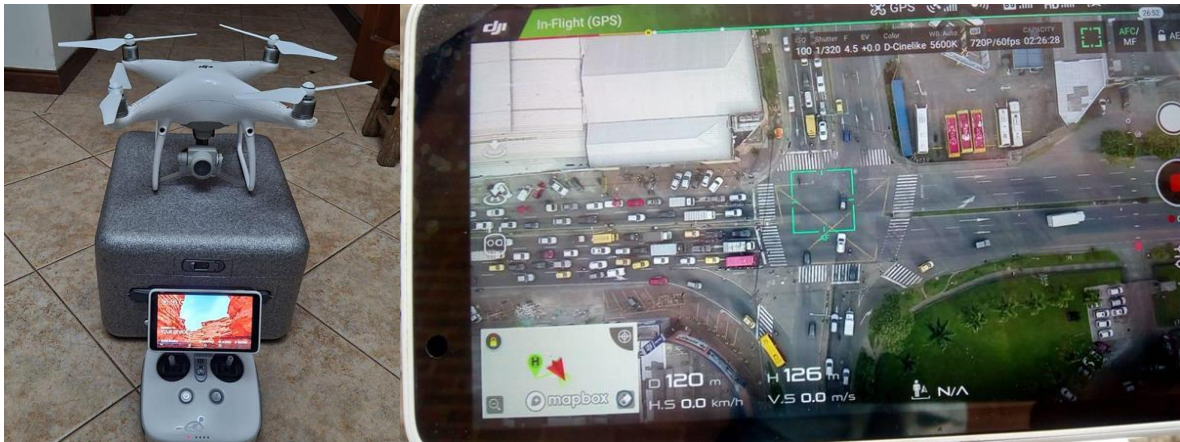


Figura 20. Dron utilizado para la grabación. Tomada de Elaboración propia, (2021).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Todos los aforos se realizaron el día 5 de marzo del 2021, es importante aclarar que, en esta fecha, aunque la situación frente a la pandemia mundial del Covid-19 ya no era tan compleja, se estima que la normalidad aun no estaba al 100%, esta incertidumbre se subsanara más adelante cuando se hagan los tratamientos de los volúmenes vehiculares y las proyecciones. La planeación logística hecha con anterioridad a los aforos fue un aspecto clave en todo este proceso, ya que, dada la extensión de la malla vial y la cantidad de vías por aforar, se tuvo que preparar con anterioridad un personal auxiliar a los dos realizadores de este trabajo para lograr aforar todas las calles, además de la contratación de los operadores del dron, para una mayor claridad de la metodología aplicada en la realización de los aforos se presenta en la Figura 21 el resumen de las metodologías de aforo aplicadas y su área de aplicación sobre la malla en estudio, teniendo en color verde los aforos manuales, en color azul los aforos tomados con cámaras de grabación y por último en color rojo el aforo hecho con dron.

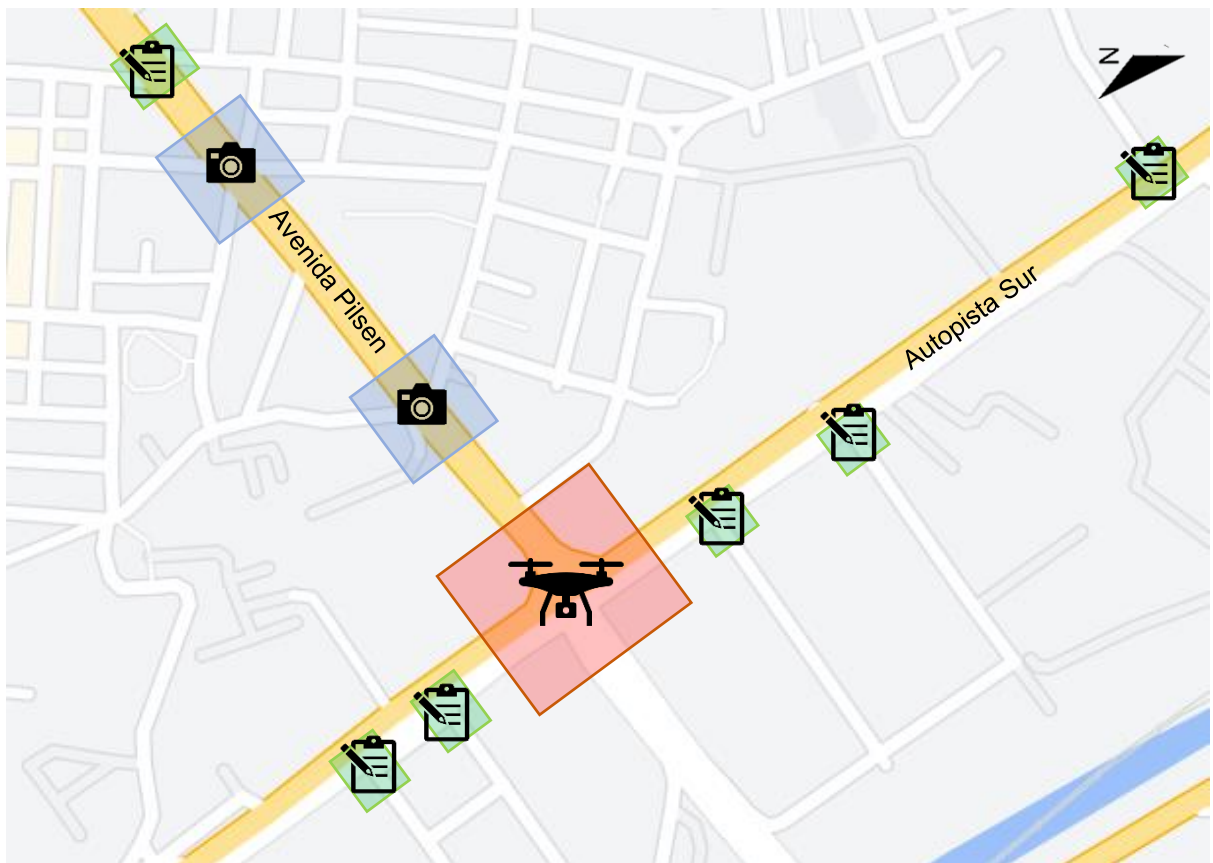


Figura 21. Resumen de metodología aplicada en los aforos vehiculares, tomado de elaboración propia sobre mapa base de Google Maps, (2021).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Una vez finalizado todos los aforos manuales y las grabaciones con cámara de video y con el dron, se continuo con un trabajo de oficina en el cual, primeramente se organizó en tablas del programa Excel la información tomada en las plantillas de los aforos manuales para su posterior tratamiento, y en cuanto a las grabaciones se procedió a observar los tres videos de las tres intersecciones realizando un conteo vehicular al igual que el hecho de la manera manual pero esta información ya fue directamente anotada en las tablas del programa de Excel considerando las mismas características que las tomadas con la plantilla de aforos. Estos aforos vehiculares se encuentran en el Anexo 1 de este documento.

2.1.3 Caracterización semafórica

El tercer y último tipo de información que se recolectó de la malla vial fueron las señalizaciones. La malla vial contaba con señalizaciones básicas como pasos peatonales y señalizaciones de pare los cuales fueron levantados en campo junto con la caracterización geométrica pero además existen puntos semaforizados, estos puntos se encuentran en las tres intersecciones que se encuentran en la malla vial, como se observa en la ilustración 22. Cuando se tiene un control por semáforos, es importante conocer el ciclo semafórico, sus fases y los grupos de movimientos con conforman cada fase junto con los tiempos de verde, amarillo y rojo que los componen. Todos los datos mencionados anteriormente se obtuvieron haciendo uso de información secundaria tomando como fuente la Alcaldía de Itagüí, ya que de esta manera se pueden obtener datos más precisos de los semáforos todo en visión de ingresar esta información en la construcción del modelo para representar estos controles semafóricos.



Figura 22. Controles semafóricos. Tomada de Elaboración propia sobre mapa base de Google Maps, (2021).

Para el proceso de obtención de esta información se comenzó con la radicación de una PQRDS a través de una carta que tenía como tipo documental la clasificación (T) que corresponde a Petición de Información la cual se envió a través de correo electrónico a la dirección atencionalciudadano@itagui.gov.co. con todas las especificaciones de la información requerida. La primera respuesta a esta solicitud es un numero de radicado que indica el número de espera para ser atendidos. La petición fue enviada el día 30 de enero del 2021 y fue respondida aproximadamente un mes después, el día 23 de febrero del 2021, por esta razón fue de suma importancia realizar esta solicitud con anticipación ya que los tiempos de respuesta de este tipo de solicitudes tienden a ser extensos. Los datos semafóricos que se obtuvieron de parte de la Alcaldía de Itagüí se presentan a continuación:

2.1.3.1 Control semafórico 1

Este control semafórico corresponde a la intersección de la Carrera 42 (Autopista Sur) con la Calle 37B (Avenida Pilsen) y, según el informe de la alcaldía de Itagüí, es el controlador 44 en el cual opera el plan 1 detallado a continuación de forma permanente las 24 horas del día.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- **Capacidad instalada:** 8 grupos

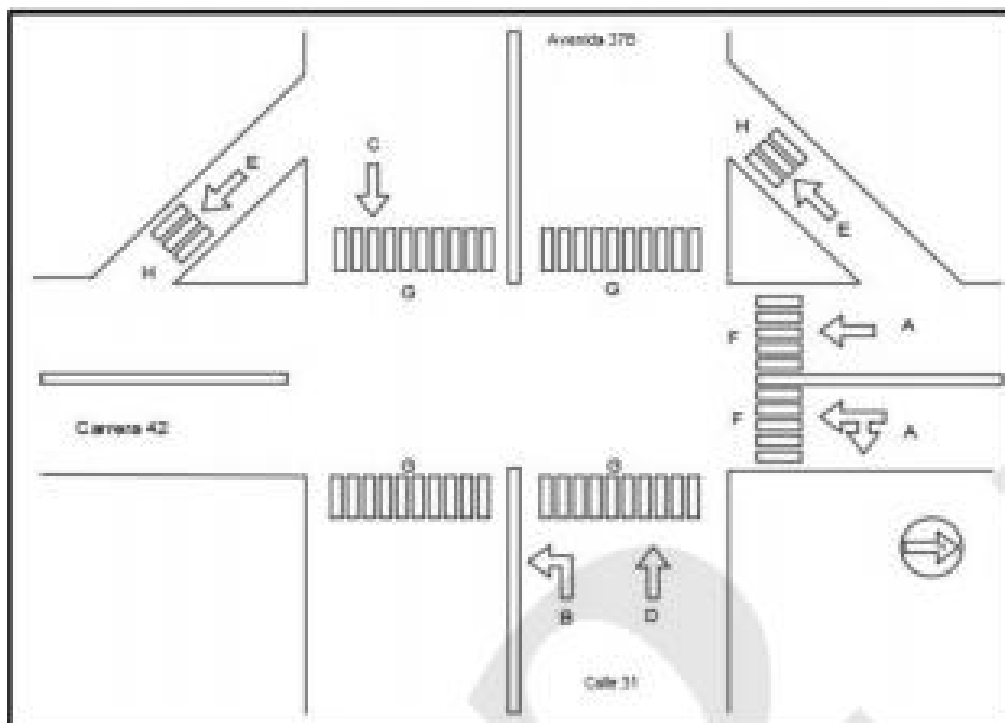


Figura 23. Grupos del control semafórico 1. Tomada de PQRDS 21013099904327, Alcaldía de Itagüí, (2021).

- **Cantidad de fases:** 3

	<i>Grupos en verde</i>	<i>Grupos en rojo</i>	<i>Grupos en amarillo</i>
<i>Fase 1</i>	A	B, C, D, F, G, H	E
<i>Fase 2</i>	C, D, F	A, B, G, H	E
<i>Fase 3</i>	B, D, F	A, C, G, H	E

Tabla 8. Fases del control semafórico 1. Tomada de Elaboración propia, (2021).

- **Ciclo – Plan 1:** 120 segundos

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- **Diagrama de bandas:**

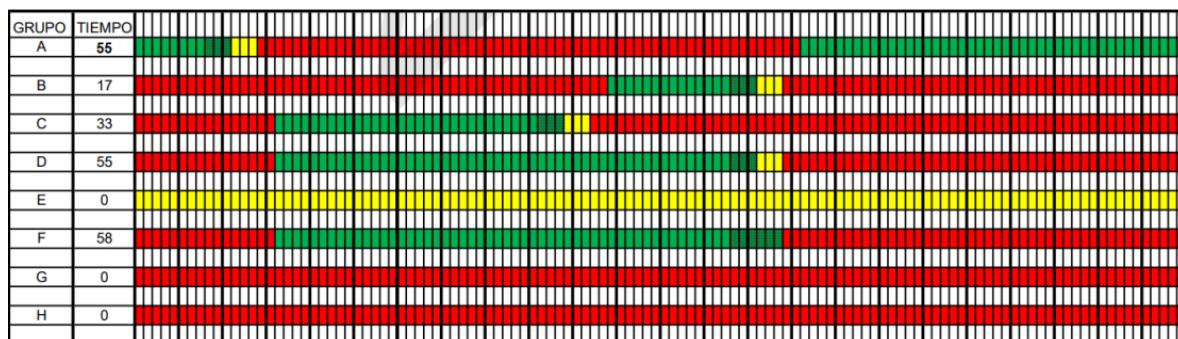


Figura 24. Diagrama de bandas del control semafórico 1. Tomada de PQRDS 21013099904327, Alcaldía de Itagüí, (2021).

2.1.3.2 Control semafórico 2

Este control semafórico corresponde a la intersección de la Diagonal 40 con la Calle 37B (Avenida Pilsen) y, según el informe de la alcaldía de Itagüí, es el controlador 43 en el cual opera el plan 1 detallado a continuación todos los días de las 05:00 horas a las 23:59 horas. Intermitencia: 23:59 horas a 05:00 horas.

- **Capacidad instalada:** 8 grupos

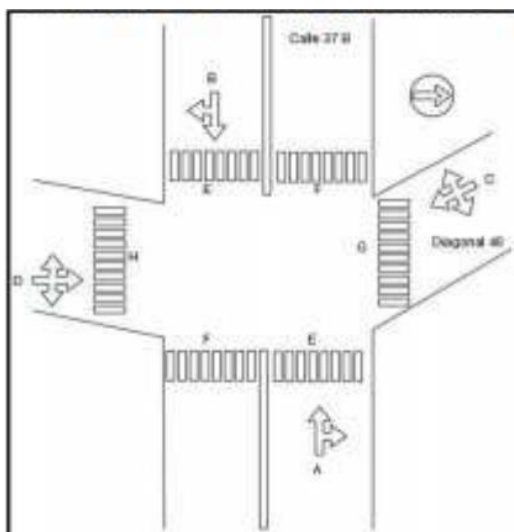


Figura 25. Grupos del control semafórico 2. Tomada de PQRDS 21013099904327, Alcaldía de Itagüí, (2021).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- **Cantidad de fases: 4**

	<i>Grupos en verde</i>	<i>Grupos en rojo</i>
<i>Fase 1</i>	A, B	C, D, E, F, G, H
<i>Fase 2</i>	C, E	A, B, D, F, G, H
<i>Fase 3</i>	D, E	A, B, C, F, G, H
<i>Fase 4</i>	E, F, G, H	A, B, C, D

Tabla 9. Tabla 8. Fases del control semafórico 2. Tomada de Elaboración propia, (2021).

- **Ciclo – Plan 1: 120 segundos**
- **Diagrama de bandas:**

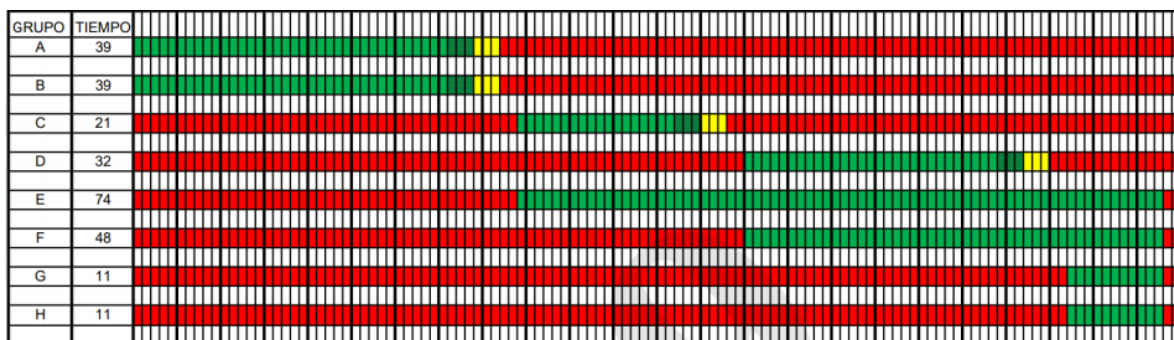


Figura 26. Diagrama de bandas del control semafórico 2. Tomada de PQRDS 21013099904327, Alcaldía de Itagüí, (2021).

2.1.3.3 Control semafórico 3

Este control semafórico corresponde a la intersección de la Avenida 37B con la Calle 34A y, según el informe de la alcaldía de Itagüí, es el controlador 42 en el cual opera el plan 1 detallado a continuación todos los días de las 05:00 horas a las 23:59 horas. Intermitencia: 23:59 horas a 05:00 horas.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- **Capacidad instalada:** 7 grupos

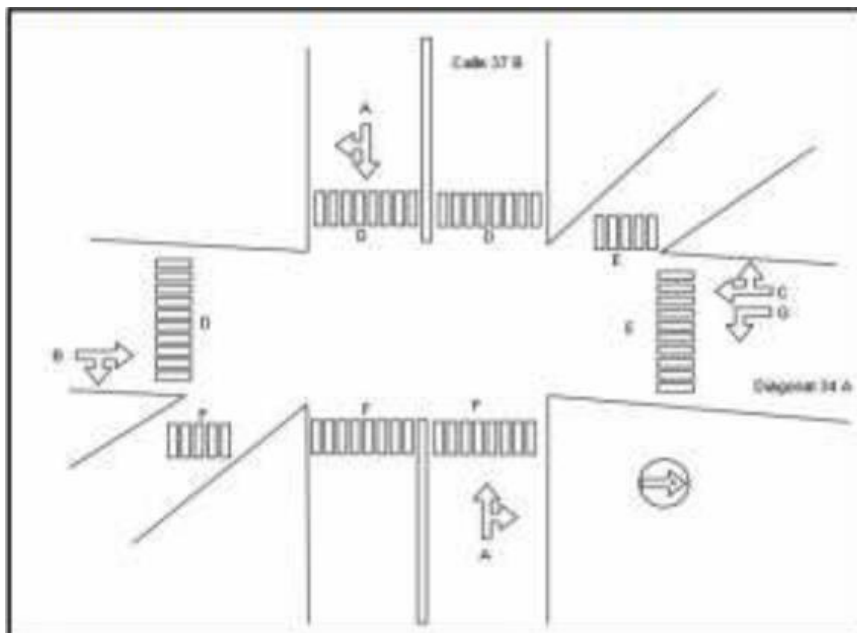


Figura 27. Grupos del control semafórico 3. Tomada de PQRDS 21013099904327, Alcaldía de Itagüí, (2021).

- **Cantidad de fases:** 4

	<i>Grupos en verde</i>	<i>Grupos en rojo</i>
<i>Fase 1</i>	A	B, C, D, E, F, G
<i>Fase 2</i>	C, G	A, B, D, E, F
<i>Fase 3</i>	B, C	A, D, E, F, G
<i>Fase 4</i>	D, E, F	A, B, C, G

Tabla 9. Fases del control semafórico 3. Tomada de Elaboración propia, (2021).

- **Ciclo – Plan 1:** 120 segundos

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- **Diagrama de bandas:**

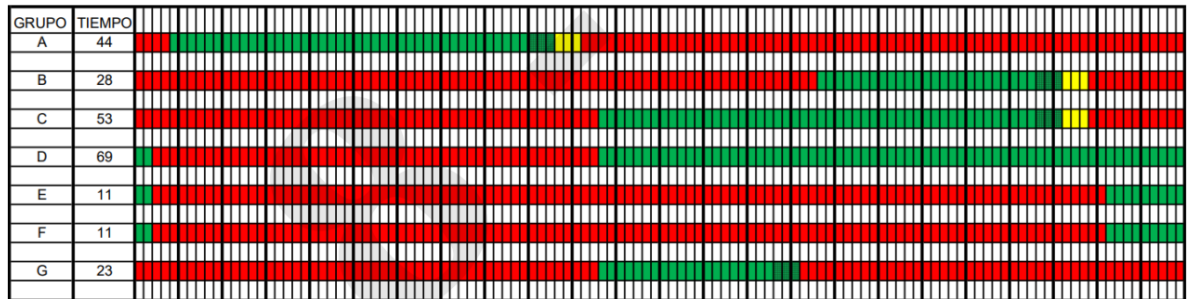


Figura 28. Diagrama de bandas del control semafórico 3. Tomada de PQRDS 21013099904327, Alcaldía de Itagüí, (2021).

Es importante aclarar que los tres puntos semafóricos descritos anteriormente hacen parte de tres controladores distintos, puesto que en la información suministrada por la Alcaldía de Itagüí se especifican como tres controladores diferentes y denominados por ellos como los controladores 42,43 y 44 para los controles semafóricos 3, 2 y 1 respectivamente.

2.1.4 Construcción del modelo de diagnóstico.

Una vez terminada la etapa anterior se procede con la construcción del modelo microscópico, como se mencionó anteriormente, utilizando el Software PTV Vissim. Esto es posible gracias a que en la etapa anterior se recolectó toda la información necesaria para hacer la parametrización en el programa y poder representar toda la malla vial. Para comenzar con esta representación era de suma importancia definir con que subtipo de modelación se iba a llevar a cabo la inserción de la caracterización vehicular ya que el software tiene dos metodologías para ingresar estos datos. La primera consiste en la modelación dinámica, la cual consta de una matriz origen destino en donde se definen las cantidades de vehículos que llegan de un punto a otro en toda la malla mediante distintas rutas dándole un comportamiento aleatorio a los vehículos. La segunda modelación es la estática, este tipo de modelación no permite el comportamiento aleatorio en la malla vial haciendo que los flujos se comporten de la misma manera en toda la simulación dado que las opciones de recorridos diferentes son mínimas, en el caso de estudio de este proyecto se decide utilizar el modelo estático puesto que la malla vial tiene una extensión mínima por lo que los vehículos no tienen suficientes opciones para elegir las rutas para un par Origen-Destino.

El primer paso para realizar la construcción del modelo corresponde a la construcción de la red vial en el programa. Para esto, el software da la posibilidad de incluir un mapa base satelital el cual sirve como referencia para que la construcción de toda la geometría

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

represente las características físicas reales de la intersección a un gran nivel de detalle ya que nos permite dibujar curvas y desviaciones en las vías que no se pudieron levantar en campo.

Continuando con el proceso, una vez agregado el mapa base y ubicada la zona de estudio en este, se continuo con el dibujo de todas las calles, para esto se utilizó la herramienta denominada “links”, aquí se nos permite representar todas las calles con sus respectivas medidas, las cuales corresponden a las tomadas en campo, así como el número de carriles y el nombre del link, lo cual es muy importante para la posterior identificación de las vías. Las vías se dibujaron todas de manera individual sin realizar uniones entre ellas y se editaron puntos dentro de las mismas para adecuarlas a la forma geométrica de la malla vial sobre el mapa base, además, la extensión de los links se llevó a su máxima medida posible en la malla con el fin de que no se cortara la capacidad de que los vehículos generaran cola. Después de esto se procedió con las uniones, es de suma importancia que las estas se hagan dependiendo de la maniobra que realizan los vehículos y la dirección del flujo, al momento de dibujar la unión también se da la opción de dar curvatura a esta para mejorar el aspecto estético y adecuar el modelo a la vida real y de esta manera se integraron todas las calles y quedo construida toda la malla vial como se indica en la Figura 29.



Figura 29. Malla vial modelada en PTV Vissim, tomado de Elaboración propia, (2021)

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Cuando se crearon las uniones, el software genera automáticamente unos puntos de conflicto, estos se pueden visualizar con la herramienta “Conflict Áreas” la cual nos marca en colores verde y rojo las zonas de conflicto. Antes de continuar con el modelo se deben verificar estos puntos de conflicto por dos razones, la primera es que existan puntos de conflictos innecesarios producto de errores en el dibujo cuando se conectaron las calles tal como la superposición de links, representada en la Figura 30, esto se debe solucionar para evitar fallos en la modelación más adelante y se soluciona simplemente editando la unión hasta que esta zona de conflicto desaparezca y la unión quede bien hecha.

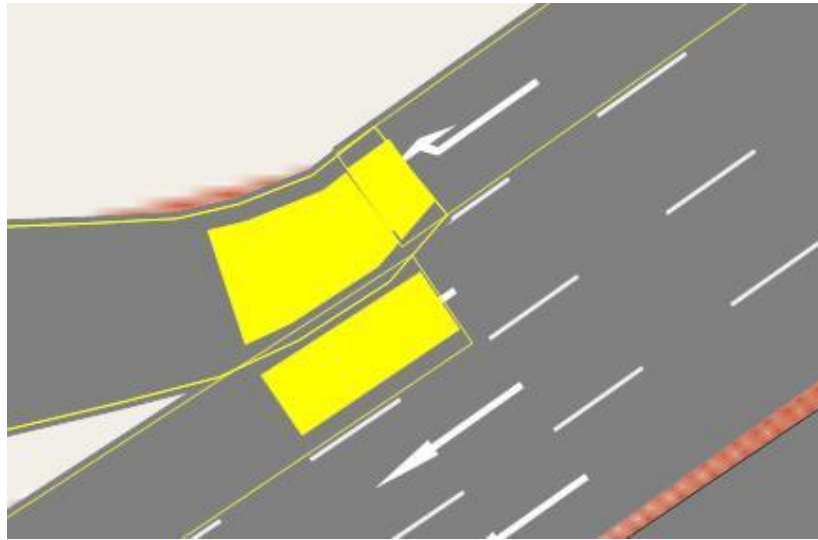


Figura 30. Área de conflicto por superposición de links, toma de Elaboración propia, (2021)

La segunda razón es que las zonas de conflictos que, si se generan por el cruce de movimientos, se deben analizar y editar para seleccionar las maniobras que tienen prioridad, así como el comportamiento del conductor al abordar esta, este tipo de conflictos se puede observar de color verde y rojo, como se observa en la Figura 31, para editarlos simplemente se despliega la tabla de conflictos y se le dio prioridad a los movimientos según sea el caso. Este tipo de control es clave en los cruces que no están semaforizados, pues en los puntos donde ya se incluye el control semafórico, este cumple la función de distribuir los flujos sin conflictos.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

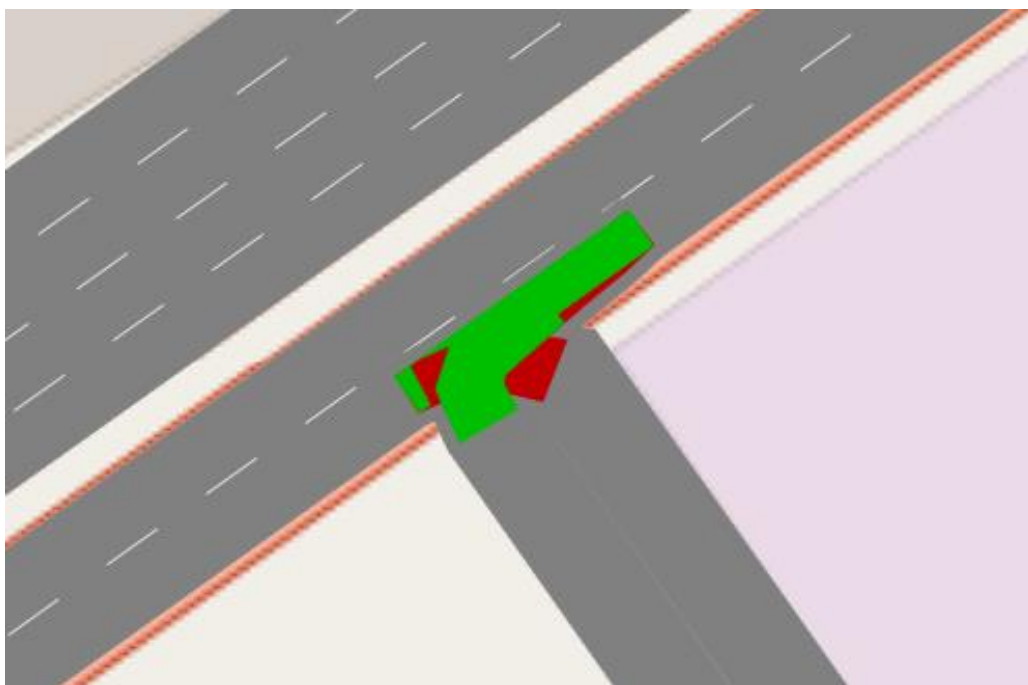


Figura 31. Zonas de conflicto, tomada de Elaboracion propia, (2021)

Una vez analizado y editado cada punto de conflicto, se continúa ingresando los tres controles semafóricos de las intersecciones. Para esto se inicia ingresando al menú de “Signal Control” y “Signal Controller” lo que nos permite agregar los controles semafóricos, desde aquí podemos editar cada uno, colocando el nombre respectivo a la intersección a la que corresponde el controlador y posteriormente se editan los grupos de señales. La edición de estas señales se realiza tomando como base la información recolectada en la caracterización semafórica en el apartado 2.1.3 de este documento, más específicamente los diagramas de bandas para control semafórico y la duración del ciclo, como se observa en la Figura 32, para cada grupo se ingresan los tiempos de verde, rojo y ámbar. A continuación de esto, una vez creados los controles 42, 43 y 44, según denominación de la Alcaldía de Itagüí, para cada intersección, se procede a ingresar estos a la malla vial programados en el modelo como se ilustra en las figuras 21, 22 y 23 detallando cómo están distribuidos los grupos en cada intersección, se ingresan los semáforos en cada carril y se le asigna el control conforme corresponda a la intersección que pertenece el controlador y a su vez el grupo perteneciente a cada carril quedando de esta manera aplicados los semáforos a la malla vial.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

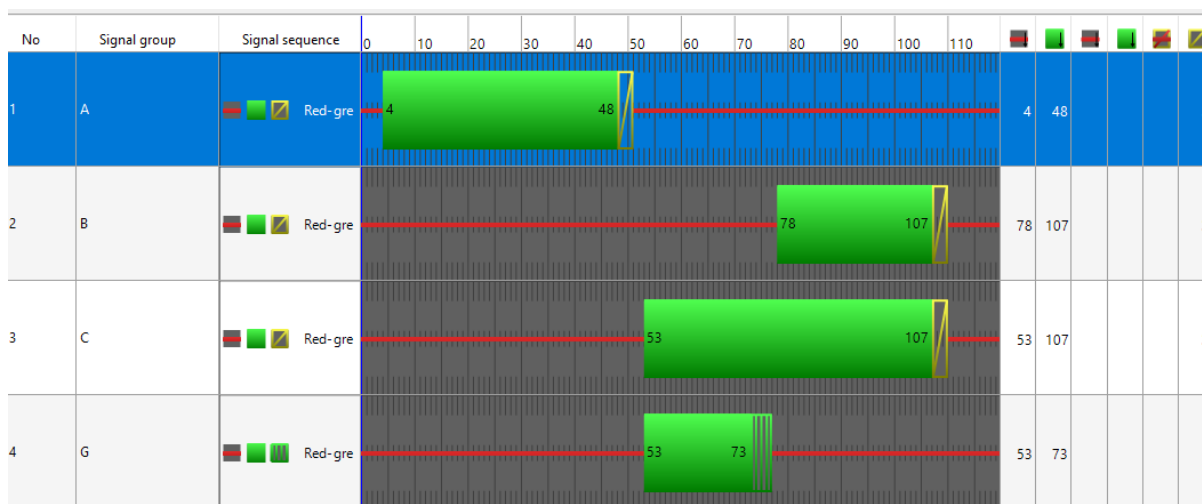


Figura 32. Control semafórico, tomado de Elaboración propia, (2021)

El siguiente paso en la construcción del modelo es el ingreso de los volúmenes vehiculares a la malla vial. El primer procedimiento para realizar esto, consiste en definir en el software cuales son los tipos de vehículos que van a transitar por la red vial, estos tipos de vehículos que son los mismos en los que se clasifico para la hora de hacer el conteo en las plantillas de aforo. PTV Vissim ya posee unos vehículos predeterminados, pero fue necesario establecer unos vehículos adicionales que no se encontraban. En total se utilizaron dos vehículos predeterminados los cuales fueron los vehículos livianos y las motos, pero se ingresaron, además, con la ayuda la base de datos que posee el programa, los tipos de vehículos de buses de los cuales se buscó el modelo que más se ajustara a las dimensiones de los buses urbanos, a su vez también este modelo queda representando los buses intermunicipales debido a que en los aforos no se realizó discriminación ya que estos buses presentan una variabilidad en sus tamaños porque lo que se seleccionó un modelo que representara un tamaño promedio de estos dos tipos de buses, camión repartidor, camión C2 y camión C2S3, como se observa en la figura 33.

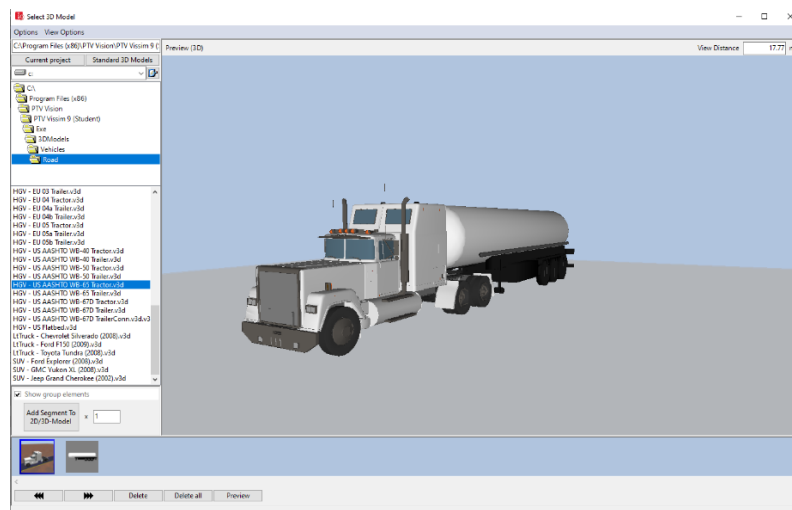


Figura 33. Modelo vehicular del camión C2S3, tomado de Elaboración propia, (2021)

Una vez creado todos los modelos de los vehículos se procede con la asignación de estos modelos a la malla vial, para esto se ingresaron estos “vehicle type” y su clase asignada a una distribución en donde se definían los tipos de carros y las velocidades con la que iban a circular. Posterior a esto sigue la asignación de los flujos, lo cual se realizó en concordancia con los aforos tomados, es decir, por cada maniobra y por cada modo lo que permite obtener unos resultados comparables al momento de la calibración.

Continuando con la parametrización de los volúmenes vehiculares, el siguiente paso es tratar los volúmenes vehiculares aforados para obtener la hora de máxima demanda ya que se realizaron aforos de 15 minutos durante 2 horas, por lo tanto, se debe definir en cual grupo de 4 periodos de 15 minutos, lo que corresponde a 1 hora, se presenta el máximo volumen vehicular. se realizó la conformación de los periodos de estudio agrupando los intervalos de 15 minutos hasta conformar 1 hora y dentro de esta hora se sumaban los vehículos totales mixtos, como se observa en la tabla 10, en donde se presentan los resultados producto de este análisis dando que la hora de máxima demanda se encuentra entre las 5:00 p.m. y las 6:00 p.m.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

TOTALES

Mixto	Hora
20271	5:00 - 6:00
20140	5:15 - 6:15
20080	5:30 - 6:30
19814	5:45 - 6:45
19063	6:00 - 7:00

Hora de maxima demanda
5:00 - 6:00
20271

Tabla 10. Hora de máxima demanda, tomado de elaboración propia, (2021)

Todo el proceso realizado anteriormente ayuda en esta parte de la parametrización del modelo para aplicar la metodología, detallada a continuación, en el ingreso de los volúmenes vehiculares, la cual consiste en tres factores clave los cuales son, las entradas de vehículo, las rutas y las composiciones vehiculares. Con la hora de máxima demanda definida se procede a ingresar los datos del volumen en este horario, estas cantidades totales de vehículos se ingresan a través de la herramienta de “vehicle input” o entrada de vehículo, en los accesos extremos de la malla vial, esto se hace con el objetivo de alimentar al modelo con la cantidad total de vehículos, sin discriminación por tipo. Estas entradas de vehículos son insertadas en la malla vial y a partir de aquí se comienzan a describir todas las posibles decisiones que tomara un vehículo desde ese acceso, esta descripción se realiza mediante la herramienta de creación de rutas de tipo estáticas del software, como se observa en la figura 36, y se procede a dibujar todas las rutas en toda la malla vial.



Figura 34. Creación de rutas, tomada de Elaboración propia, (2021)

La metodología aplicada para ingresar los volúmenes vehiculares consistió en discriminar todos los tipos de vehículos con el objetivo de ingresar cada valor real de volumen para motos, livianos, camión C2, camión repartidor y camión C2S3, esto se logró replicando cada ruta un total de 6 veces por cada tipo de vehículo de manera que los datos quedaran individualizados por ruta, maniobra y volumen lo que es una metodología que representa la realidad a una mayor escala en el modelo y que además permitirá más adelante una mejor calibración del mismo.

Hasta aquí se completó la construcción del modelo vial y con esto se corrió el modelo para verificar si existían errores y observar el comportamiento vehicular del modelo construido dando como resultado el modelo representado en la Figura 37 y 38, en donde se observa las colas generadas, tal como sucede en la realidad. Pero, así a primera vista el modelo funcione correctamente, es necesario realizar un último paso el cual corresponde a la calibración.



Figura 35. Captura en vista 3D tomada durante la simulación, tomada de Elaboración propia (2021)

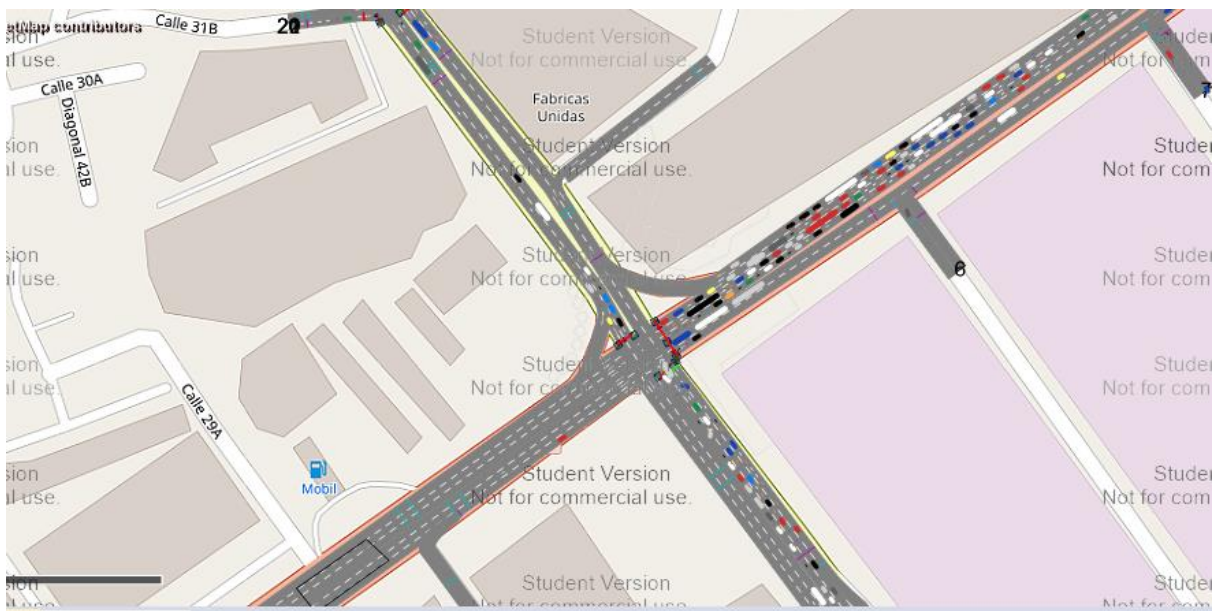


Figura 36. Vista en planta tomada durante la simulación, tomada de Elaboración propia, (2021)

2.1.5 Calibración del modelo.

Una vez estructurada toda la malla vial, tanto geométricamente como en parámetros vehiculares, se procede a la calibración de esta. Este paso es importante para evaluar el modelo y garantizar que está representando la realidad. El proceso de calibración se divide

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

en 2 etapas, la calibración del comportamiento de los vehículos y la calibración vehicular realizada mediante el estadístico GEH y la comparación del mapa de distribución de velocidades. Se comienza, por lo tanto, con la primera etapa la cual consiste en modificar el comportamiento que van a tener los distintos tipos de vehículos ingresados en el modelo, el cual está basado en el observado al momento de realizar la visita de campo y el posterior estudio de los aforos. Se crearon dos tipos de comportamientos, el comportamiento que se le iba a asignar a las motos llamado "MOTOS" el cual consistía en permitir que las motos se pudieran agrupar varias en un solo carril, que pudieran realizar adelantamientos en una distancia de aproximadamente 30 centímetros, se les permitió realizar colas tipo diamante y transitar por cualquier parte del carril así como la libre selección del mismo por donde quieren transitar, ya que el comportamiento identificado en las motos es que en una cola, las motos adelantan por los espacios existentes entre los carros y se agrupan al comienzo de la cola, esto es, adelante en el semáforo. En cuanto al comportamiento de los demás vehículos se agruparon en un solo parámetro llamado "Urban (motorized)" ya que no existe diferencia significativa entre sus comportamientos el cual consistió en permitirles la elección libre de carril, que circularan por la mitad de los carriles, se les asignó una distancia de visión y de parada tanto lateral como posterior y trasera, ya que se identificó que los vehículos guardaban entre sí aproximadamente de 20 a 30 centímetros de distancia estando parados y una distancia en movimiento de aproximadamente 70 centímetros. Estos comportamientos fueron asignados tanto a cada tipo de vehículo como a los links y con esto queda completado la asignación de comportamientos.

Antes de comenzar con la segunda etapa del proceso de calibración, se continuó con la asignación de los "nodos" en las distintas maniobras de toda la malla vial, esta herramienta permite recolectar los resultados del modelo, como volúmenes vehiculares, niveles de servicio, longitud de cola, entre otros parámetros, los cuales son importantes a la hora de calibrar y evaluar el modelo ya que son los resultados propios del modelo.

Siguiendo con la segunda etapa de la calibración, la cual consiste en la aplicación del estadístico GEH, como se definió en el marco teórico en el apartado 1.3.2.2 de este documento, se realizó mediante la comparación de los volúmenes vehiculares aforados y los volúmenes vehiculares resultado de las simulaciones realizadas en el modelo. Para correr el modelo de diagnóstico se editó primeramente los parámetros de la simulación en donde se asignó un tiempo para la simulación de 4500 segundos, lo que corresponde a 15 minutos que se le asignan para calentamiento del modelo y la hora correspondiente a la hora de máxima demanda asignada, aunque se editó el parámetro de los resultados de los nodos ya que estos deben contar a partir de los 15 minutos de calentamiento para que de esta manera solo queden resultados pertenecientes a una hora. Se realizaron en total 10 simulaciones las cuales fueron suficientes ya que se identificó que a partir de la séptima modelación los datos se estabilizaron. Los resultados fueron extraídos en un archivo Excel

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

a parte para su manipulación, en donde se aplicó la Ecuación 10, correspondiente al estadístico GEH, como se indica en la Figura 39.

Conida No.	INTERVALO [s]	MOVIMIENTO	SIMULACION					AFOROS REALES					GEH							
			Motos	Livianos	Buses	Repartidor	Camion	Tractomula	Motos	Livianos	Buses	Repartidor	Camion	Tractomula	Moto	Livianos	Buses	Repartidor	Camion	Tractomula
10	900-4500	36. FIL- CLL 34A- 22: AvPisenNorte@205.6- 22: AvPisenNorte@205.1	791	229	21	13	20	11	627	301	41	30	36	4	3.32	1.29	1.09	0.98	1.25	2.56
10	900-4500	36. FIL- CLL 34A- 22: AvPisenNorte@205.6- 30: C134ASur-Norte-LadoNorte@13.8	31	3	0	0	1	0	23	16	0	0	1	0	1.54	4.22	0.00	0.00	0.00	0.00
10	900-4500	36. FIL- CLL 34A- 22: AvPisenNorte@205.6- 31: Diagonal43@16.7	8	7	0	3	0	0	11	18	0	2	6	0	0.97	3.11	0.00	0.63	3.46	0.00
10	900-4500	36. FIL- CLL 34A- 22: AvPisenNorte@205.6- 32: AvPisenSur@163.4	527	285	36	5	35	1	640	325	16	11	38	5	2.76	2.29	0.17	2.12	0.90	2.31
10	900-4500	36. FIL- CLL 34A- 28: C134ASur-Norte@127.5- 22: AvPisenSur@163.4	70	22	0	1	0	0	58	48	0	2	2	0	1.50	4.39	0.00	0.82	2.00	0.00
10	900-4500	36. FIL- CLL 34A- 28: C134ASur-Norte@127.5- 30: C134ASur-Norte-LadoNorte@13.8	337	189	3	5	0	0	342	285	3	5	2	0	0.27	6.24	0.00	0.00	2.00	0.00
10	900-4500	36. FIL- CLL 34A- 29: C134ASur-Norte-LadoNorte@176.3- 21: AvPisenNorte@205.1	17	7	0	0	1	0	15	8	0	0	1	0	0.50	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00
10	900-4500	36. FIL- CLL 34A- 29: C134ASur-Norte-LadoNorte@176.3- 22: AvPisenSur@163.4	22	12	0	3	0	0	24	15	0	2	1	0	0.42	0.82	0.00	0.63	1.41	0.00
10	900-4500	36. FIL- CLL 34A- 29: C134ASur-Norte-LadoNorte@176.3- 27: C134ASur-Norte@13.8	580	468	11	8	5	0	603	529	41	6	8	0	0.95	2.73	5.88	0.76	1.18	0.00
10	900-4500	37. FIL- DIA 40- 3: C1378CalaZadaNorte@163.8- 21: AvPisenNorte@205.1	791	286	6	14	21	11	935	516	42	32	42	13	5.36	11.49	7.75	3.79	3.74	0.58
10	900-4500	37. FIL- DIA 40- 3: C1378CalaZadaNorte@163.8- 23: Diagonal40Sur-Norte@9.3	189	78	2	7	2	0	218	146	11	29	4	0	2.03	6.43	3.53	5.19	1.15	0.00
10	900-4500	37. FIL- DIA 40- 22: AvPisenSur@356.3- 4: C1378CalaZadaSur@10.5	618	295	32	9	32	1	837	382	34	23	38	8	8.12	4.73	0.35	3.50	1.01	3.30
10	900-4500	37. FIL- DIA 40- 22: AvPisenSur@356.3- 25: C1338Norte-Sur@12.9	1	1	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0.82	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00
10	900-4500	37. FIL- DIA 40- 24: Diagonal40Norte-Sur@344.4- 4: C1378CalaZadaSur@10.5	64	75	2	2	3	0	220	203	4	3	9	0	13.09	10.86	1.15	0.63	2.45	0.00
10	900-4500	37. FIL- DIA 40- 24: Diagonal40Norte-Sur@344.4- 21: AvPisenNorte@205.1	4	3	0	0	0	0	5	3	0	0	2	0	0.47	1.41	0.00	0.00	2.00	0.00
10	900-4500	37. FIL- DIA 40- 24: Diagonal40Norte-Sur@344.4- 25: C1338Norte-Sur@12.9	26	37	11	1	1	0	149	82	12	4	2	0	13.15	5.83	0.29	1.90	0.82	0.00
10	900-4500	37. FIL- DIA 40- 26: C1338Sur-Norte@120.6- 4: C1378CalaZadaSur@10.5	201	57	7	19	0	0	223	192	13	11	0	0	1.51	12.10	1.90	2.07	0.00	0.00
10	900-4500	37. FIL- DIA 40- Calle138@15.7- 23: Diagonal40Sur-Norte@9.3	218	40	11	5	15	0	260	166	20	4	12	0	2.72	12.42	2.29	0.47	0.00	0.00
10	900-4500	37. FIL- DIA 40- Calle138@15.7- 21: AvPisenNorte@205.1	12	3	15	2	0	0	14	9	24	2	0	0	0.55	2.45	0.04	0.00	0.00	0.00
10	900-4500	38. FIL- AUT SUR- 10000 C42CalaZadaOccidental@16.1- 10000 C42CalaZadaOccidental@16.1	1008	936	139	76	110	20	1190	1496	163	107	132	23	5.49	16.06	1.95	1.34	2.00	0.65
10	900-4500	38. FIL- AUT SUR- 10001@1.4- 6: C42@13.2 (GIRO DERECHA AUTOPISTA CALZ OCCIDENTAL)	149	65	5	2	4	6	170	119	12	7	2	9	1.66	5.63	2.40	2.36	1.15	1.10
10	900-4500	39. AUT CLL30- 10002@9.9- 13: C130@17.7	4	4	0	3	3	5	5	8	0	8	4	5	0.47	1.63	0.00	2.13	0.51	0.00
10	900-4500	40. AUT CLL29- 14: C129@46.9- 10013@13.5	22	35	0	7	9	32	24	38	0	11	9	13	0.42	0.50	0.00	1.33	0.00	0.28
10	900-4500	41. CLL31- 11: C131@11.8- 10010@10.1	46	29	0	4	0	0	50	35	0	3	0	0	0.58	1.06	0.00	0.53	0.00	0.00
10	900-4500	42. AUT CLL2- 15: C132NorteOccidental@150.7- 5: C42@180.5	42	36	0	0	1	1	40	39	0	0	4	3	0.45	4.39	0.00	0.00	1.90	1.41
10	900-4500	42. AUT CLL2- 10015@1.5- 16: C132OccidenteOriente@7.6	12	30	0	0	2	3	15	17	0	0	10	6	0.82	1.91	0.00	0.00	3.27	1.41
10	900-4500	43. AUT CLL3- 17: C133NorteOccidente@112.3- 5: C42@167.3	40	13	0	0	0	0	36	29	0	2	0	0	0.65	3.49	0.00	2.00	0.00	0.00
10	900-4500	43. AUT CLL3- 10016@9.9- 18: C133OccidenteOriente@9.3	14	2	0	5	0	0	15	11	0	3	3	0	0.26	3.53	0.00	1.51	2.45	0.00
10	900-4500	44. AUT CLL4- 1: C42CalaZadaOccidental@356.1- 19: C146OccidenteOccidental@5.6	139	145	0	18	5	0	204	154	0	12	6	0	4.96	0.74	0.00	1.55	0.43	0.00
10	900-4500	44. AUT CLL4- 20: C146OccidenteOriente@89.0- 1: C42CalaZadaOccidental@356.7	154	281	0	38	6	0	153	364	0	44	7	0	0.08	4.62	0.00	0.94	0.39	0.00
10	900-4500	45. FIL- DIA38A- 10004@7.0- 35: Diagonal38A@8.2	50	25	0	1	1	0	68	51	0	5	4	0	2.34	4.22	0.00	2.31	1.90	0.00
10	900-4500	46. FIL- CLL32A- 32: C136A@162.4- 10036@13.0	49	66	1	0	0	0	62	56	1	0	0	0	1.75	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00
10	900-4500	47. FIL- CLL36- 33: C136@134.4- 10037@11.1	115	154	0	4	19	0	140	162	0	6	14	2	2.21	0.64	0.00	0.89	1.23	2.00
10	900-4500	48- 4: C1378CalaZadaSur@154.7- 4: C1378CalaZadaSur@176.3 (DERECHO PIL SUR)	711	335	30	17	28	0	839	367	5	14	18	6	3.90	1.56	1.83	0.76	2.09	1.46
10	900-4500	49- 4: C1378CalaZadaSur@154.7- 78% 7 (GIRO LA DER PIL SUR)	157	301	24	11	7	1	383	305	13	7	4	9	0.47	0.99	2.56	1.31	1.28	1.58
10	900-4500	49- 1000@23.7- 3: C1378CalaZadaNorte@142 (DERECHO PIL NORO)	873	342	6	23	22	5	902	474	8	20	33	8	0.97	6.53	0.76	0.65	2.10	1.18
10	900-4500	50- 9: AvPisenNorte@93.3- 8: C42CalaZadaOriente@9.3 (GIRO IZQ PIL NORO)	155	44	11	11	25	38	180	61	10	16	41	22	0.40	2.35	6.31	1.96	2.79	0.89
10	900-4500	50- 1000@12.9- 8: C42CalaZadaOriente@9.3 (DERECHO AUTOPISTA CALZ ORIENTAL)	934	205	28	29	29	34	931	478	40	46	75	36	0.10	14.77	4.82	2.78	6.38	0.34
10	900-4500	50- 1000@10.1- 10: AV PILSEN SUR@6.6 (GIRO IZQ AUTOPISTA CALZ ORIENTAL)	794	170	29	5	16	26	847	478	44	10	32	41	1.85	17.11	2.48	1.83	8.27	2.59

Figura 37. Resultados calibración GEH, tomado de elaboración propia, (2021)

En cuanto a los resultados, se procedió a analizar si estos estaban dentro de los rangos aceptables o no, para esto se realizó el conteo total de los GEH comparando un total de 234 resultados producto de los GEH obtenidos por cada uno de los modos, maniobras e intersecciones, de lo cual se obtuvo como resultado que el 91.03% de los datos se encuentran por debajo de 5, el 95.30% se encuentran por debajo de 7 y el 96.15% se encuentran por debajo de 10, resumen presentado en la Figura 40. Estos valores se contrastaron con los valores establecidos por la Agencia de Transporte de Nueva Zelanda en las DIRECTRICES PARA EL DESARROLLO DEL MODELO DE TRANSPORTE, (2019) presentado en la Figura 41. Para área urbana en donde se establece que más 85% de los datos deben ser menores a 5, más del 90% deben ser menores a 7.5 y más del 95% deben ser menores a 10. Por lo tanto, el modelo realizado cumple con todos los parámetros establecidos y se encuentra calibrado.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

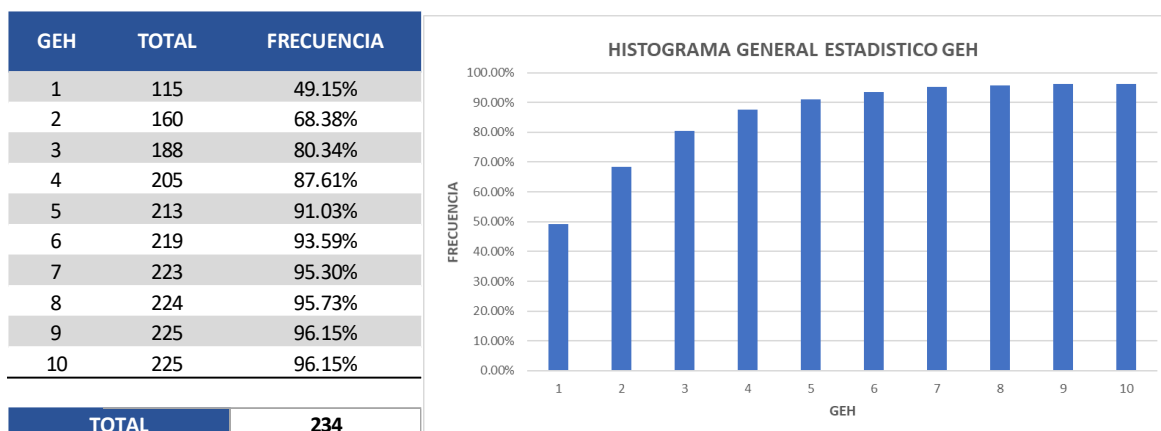


Figura 38. Histograma y resultados del estadístico GEH, tomado de elaboración propia, (2021)

COUNT COMPARISON	PURPOSE CATEGORY						
	A: REGIONAL	B: STRATEGIC NETWORK	C: URBAN AREA	D: NZ TRANSPORT AGENCY PROJECT	E: SMALL AREA /CORRIDOR	F: INTERSECTION / SHORT CORRIDOR	G: HIGH FLOW, SPEED, MULTI LANE
TOTAL DIRECTIONAL COUNT ACROSS SCREENLINE:							
GEH<5.0 (% OF SCREENLINES)	>60%	>75%	>85%	>90%	NA	NA	NA
GEH<7.5 (% OF SCREENLINES)	>75%	>85%	>90%	>95%	NA	NA	NA
GEH<10.0 (% OF SCREENLINES)	>90%	>95%	>95%	100%	NA	NA	NA
INDIVIDUAL DIRECTIONAL LINK COUNT ON SCREENLINES:							
GEH<5.0 (% OF COUNTS)	>65%	>80%	>85%	>87.5%	NA	NA	>90%
GEH<7.5 (% OF COUNTS)	>75%	>85%	>90%	>92.5%	NA	NA	>95%
GEH<10.0 (% OF COUNTS)	>85%	>90%	>95%	>97.5%	NA	NA	100%
GEH<12.0 (% OF COUNTS)	>95%	>95%	100%	100%	NA	NA	100%
INDIVIDUAL TURNING MOVEMENTS AND / OR DIRECTIONAL LINK COUNTS:							
GEH<5.0 (% OF TURNS)	NA	>75%	>80%	>82.5%	>85%	>95%	>85%
GEH<7.5 (% OF TURNS)	NA	>80%	>85%	>87.5%	>90%	100%	>90%
GEH<10.0 (% OF TURNS)	NA	>85%	>90%	>92.5%	>95%	100%	>95%

Figura 39. Parámetros de aceptación GEH, tomado de "TRANSPORT MODEL DEVELOPMENT", (2019).

El último paso para culminar y validar la calibración consiste en obtener el mapa de distribución de velocidades resultado de la simulación en PTV Vissim y contrastarlo con el mapa producto de la herramienta de Traffic en Google Maps, en el día y la hora pico seleccionada. El mapa resultado de la simulación en el software se indica en la Figura 42,

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

el cual se colocó en una escala de colores similar al que se observa en Google Maps para un mejor análisis y comparación, da como resultado las escalas color rojo, que indica velocidades menores a 40 km/h en los mismos corredores que en la Figura 43, correspondiente al mapa resultado de Google Maps, por lo que se identifica que las vías y carriles que presentan mayores problemas se encuentran correctamente representadas en el modelo y se procede con el estudio de las alternativas.



Figura 40. Mapa de distribución de velocidades, tomado de elaboración propia, (2021).

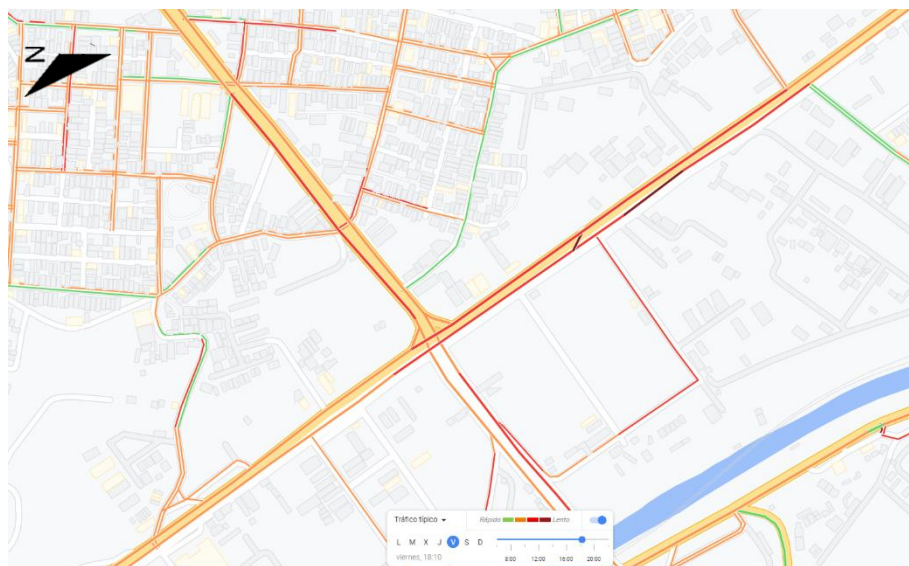


Figura 41. Mapa de distribución de velocidades, tomado de Google Maps, (2021).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

2.2 ANALISIS DE ALTERNATIVAS

Para esta etapa del proyecto, se comenzó con la proyección de los aforos a periodo de diseño en donde según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS la intervención que se diseñe debe estar proyectada como mínimo a 10 años. Esta proyección se realiza con el fin de estimar el crecimiento del parque automotor de tal manera que la solución planteada involucre este factor de crecimiento dándole validez a la alternativa en el tiempo.

La información que se utilizó como base para obtener una tasa de crecimiento se obtuvo de la Encuesta Origen Destino en donde se tienen los datos de los números de viajes por los tipos de vehículos correspondientes a motos, autos y buses en los años 2000, 2005, 2012 y 2017, estos datos se encuentran resumidos en la Tabla 12 (Area Metropolitana Valle de Aburra, 2017). Su tratamiento consistió en graficar los datos para posteriormente adecuar una línea de tendencia que permitiera obtener una ecuación la cual tiene implícitas las variables de vehículos, años proyectados y tasa de crecimiento. La selección del tipo de tendencia se realizó observando el coeficiente de correlación (R) el cual es un parámetro que permite definir que tanto se acomodó la línea de tendencia a los datos graficados, siendo 1 una correlación perfecta y 0 que los datos no se ajustan a ese modo de tendencia. Se tienen, por lo tanto, las gráficas representadas en las Figuras 44, 45 y 46.

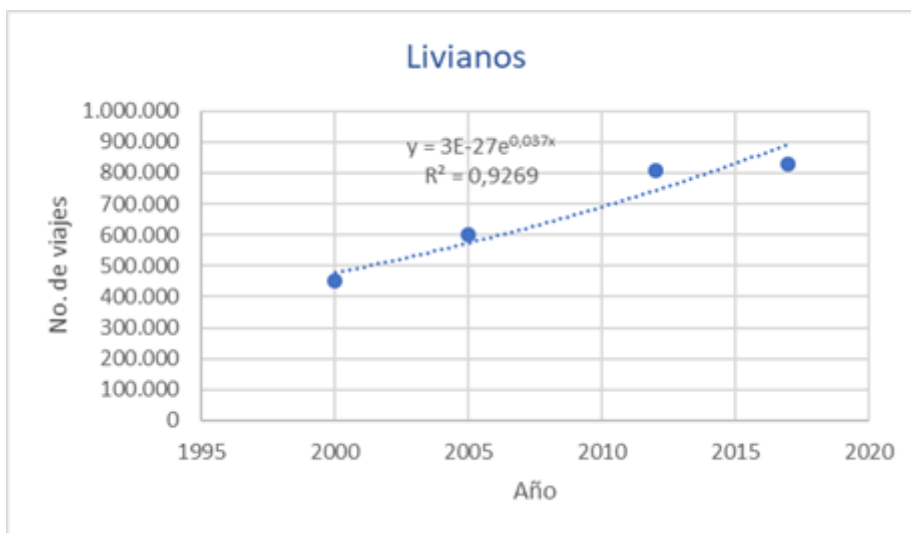


Figura 42. Proyección vehicular livianos, tomado de elaboración propia, (2021).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

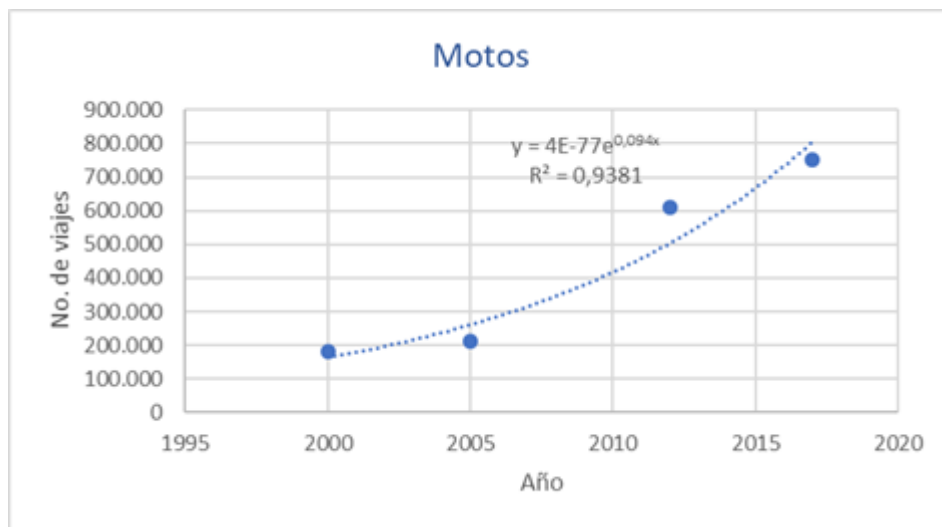


Figura 43. Proyección vehicular motos, tomado de elaboración propia, (2021).



Figura 44. Proyección vehicular buses, tomado de elaboración propia, (2021).

La línea de tendencia aplicada en las gráficas anteriores corresponde a una línea de tendencia exponencial ya que su coeficiente de correlación es del 90% y el 93% respectivamente para motos y autos. Los buses, al contrario, se observa que la línea de tendencia no se ajustó a los datos dando como resultado un coeficiente del 11%, el cual no es aceptable para asegurar que los datos tendrán ese comportamiento a futuro. Por lo tanto,

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

para los buses, debido a que su comportamiento crece en unos años, pero luego decrece, lo que podría ser explicado por la entrada en operación de sistemas de transporte masivo que hacen parte del Sistema Integrado de Transporte del Valle de Aburra generando incertidumbre, se opta entonces por una medida conservadora la cual consiste en dejar el número de buses estable con relación a los aforos de este trabajo correspondiente al año 2021, esto también como consecuencia de que en los aforos realizados no se discriminó entre buses urbanos e intermunicipales por lo que se mantiene el estado de incertidumbre en cuanto a el comportamiento a futuro de los estos tipos de buses. En cuanto a los camiones repartidores, C2 y C2S3 se utilizó la proyección hecha por el Departamento Administrativo de Planeación en su Plan Integral de Movilidad Sostenible en la cual se plantea una tasa de crecimiento anual del 3% para los camiones. (Departamento Administrativo de Planeación de Medellín, 2017). Por lo que la tasa de crecimiento para los camiones, a 10 años, queda del 30% con relación a los volúmenes vehiculares, para este tipo de vehículo, aforados en este proyecto en el año 2021. Los aforos proyectados al periodo actual y al periodo de diseño se pueden encontrar en el Anexo 2 de este documento.

ENCUESTA ORIGEN DESTINO (Area Metropolitana Valle de Aburra)					PROYECCION Periodo Actual	PROYECCION 10 años	TASA DE CRECIMIENTO
Clase	2000	2005	2012	2017	2021	2031	
<i>Livianos</i>	450,000	600,000	810,000	830,261	896,107	1,297,325	3.77%
<i>Motos</i>	180,000	210,000	610,000	751,483	1,278,557	3,273,081	9.86%
<i>Buses</i>	1,000,000	1,420,000	1,480,000	1,186,200	---	---	---

Tabla 11. Proyección vehicular al año 2031, tomado de elaboración propia, (2021).

Una vez proyectados los aforos al periodo de diseño, se ingresan estos volúmenes al modelo base, el cual corresponde al modelo de diagnóstico y se procede con la modificación de la malla vial para representar las alternativas propuestas la cuales se detallan a continuación.

2.2.1 Alternativa 1

Para esta fase del proyecto se realizó primeramente una petición de información de manera presencial en la secretaria de infraestructura de Itagüí el día 18 de enero del 2021 en horas de la mañana, con el objetivo de conocer la posible existencia de planes de intervención en la intersección. Esta petición fue respondida el mismo día mediante un correo electrónico en el que expresaban que existía una fase 1 donde además venían anexados los planos y renders de la alternativa planteada ilustrada en la Figura 47. Por lo tanto, se decidió incluir esta alternativa, como una primera alternativa en el proyecto, para contrastarla con las dos alternativas que se van a presentar.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

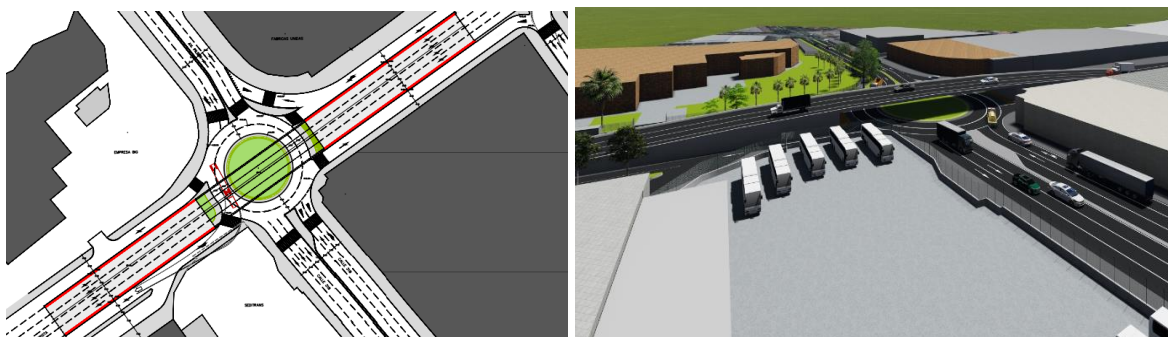


Figura 45. Prediseño alternativa 1, tomada de secretaria de Infraestructura de Itagüí, (2021)

En esta solución, la secretaria de Infraestructura de Itagüí, plantea en primera instancia darle continuidad a la Autopista Sur mediante un paso elevado de 4 carriles de 3.5 metros cada uno y una longitud total de aproximadamente 212 metros, incluyendo la longitud de las rampas y la luz central del puente. En conjunto con este paso elevado se soluciona el flujo de las maniobras de la Avenida Pilsen mediante una glorieta de 2 carriles de 4 metros de ancho cada uno, ubicada debajo del paso elevado. Con el fin de evaluar esta alternativa, se modeló la geometría propuesta por la Secretaria de Infraestructura de Itagüí, obteniendo como resultado la Figura 48.

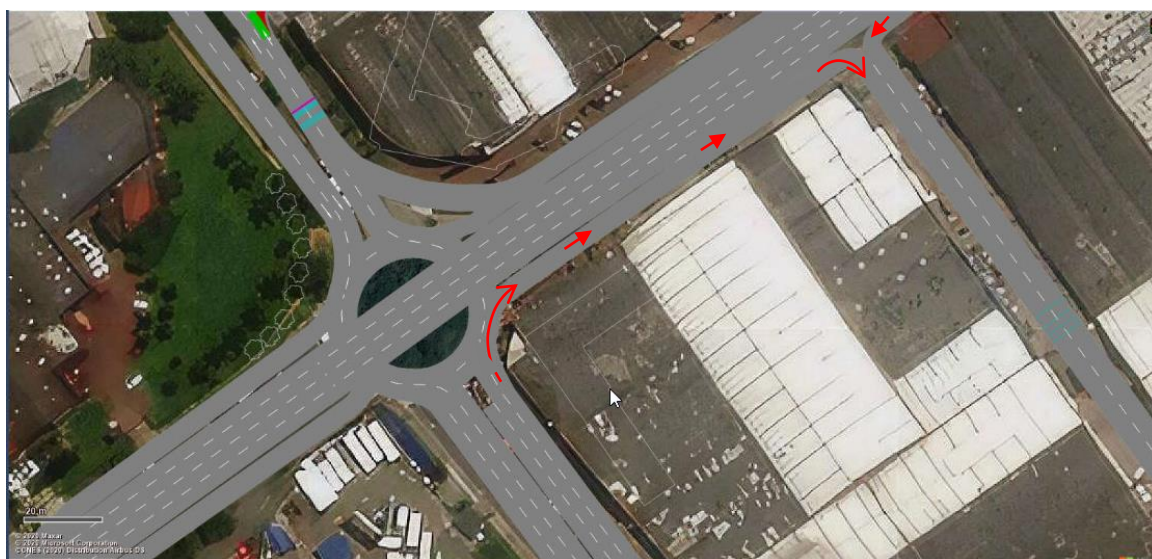


Figura 46. Modelo de la alternativa 1, tomado de elaboración propia basado en diseño de la Secretaria de Infraestructura de Itagüí, (2021)

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Entre los cambios sustanciales de esta alternativa esta que se eliminaron al 100% los semáforos en la intersección y la autopista quedó con un flujo directo en la intersección; también se observa en la Figura 48, se cambió el sentido de el carril extremo izquierdo de la autopista, por lo que lo que antes contribuía en un carril a la autopista para realizar los giros a la izquierda en dirección a la Avenida Pilen, ahora es un carril que recibe los giros a la derecha de la Avenida Pilsen en sentido Sur-Norte, pero con validez solamente hasta la calle 32. Es aquí, donde se genera un conflicto, ya que antes de la calle 32, la Autopista Sur viene con 5 carriles, pero al comenzar el puente se crea un cuello de botella ya que los vehículos que entran al puente pasan de 5 carriles a 4 carriles, como se observa en la figura 49, además de que la inserción de la glorieta trae consigo implícito más puntos de conflictos que los que existía antes de la intervención lo que en un periodo a 10 años con el crecimiento del parque automotor se puede volver un problema.



Figura 47. Acercamiento al inicio del puente sobre la Autopista Sur, tomado de elaboración propia basado en diseño de la Secretaria de Infraestructura de Itagüí, (2021)

La geometría propuesta por la Secretaria de Infraestructura de Itagüí se modeló y se corrió con los aforos proyectados a 10 años para, de esta manera, observar el comportamiento de la alternativa. Los resultados y la discusión de estos se encuentran mas adelante en el apartado 3 de este documento.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

2.2.2 Alternativa 2

La segunda alternativa que se propone se concentra en la Autopista Sur, ya que como se puede observar en el mapa de distribución de volúmenes de la Figura 50 obtenido como resultado del modelo de diagnóstico, es la Autopista Sur y sus dos principales maniobras las cuales corresponden a los vehículos que siguen derecho por la autopista y los vehículos que hacen el giro a la izquierda en dirección hacia la Avenida Pilsen las que poseen los mayores volúmenes de vehículos. La formulación de esta alternativa se concentró en permitir el flujo libre de los vehículos que siguen derecho por la Autopista Sur teniendo como objetivo principal quitar el semáforo de la autopista para lograr evitar la interrupción de estos que tenían al llegar al semáforo y permitirles el aumento de la velocidad y eliminar la cola generada por el control semafórico. Para esto se decidió elevar la Autopista Sur en un puente, similar al de la alternativa 1, solo que en esta alternativa se propone darle toda la capacidad a la Autopista Sur con un puente de 5 carriles y no de 4 carriles como en la primera alternativa evitando la supresión del 5 carril y el efecto de cuello de botella generado por el mismo.



Figura 48. Mapa de distribución de volúmenes, tomado de elaboración propia, (2021)

Como parte integral de la alternativa, se debía solucionar el giro hacia la izquierda de la Autopista Sur hacia la Avenida Pilsen la cual presentaba un inconveniente ya que existe conflicto con el giro a la izquierda que realizan los vehículos que van por la Avenida Pilsen y giran hacia la Autopista Sur. La alternativa planteada se formuló pensando en evitar la inserción de una glorieta para darle una solución distinta a la primera opción planteada por la Secretaria de Infraestructura de Itagüí, por lo tanto para la solución del cruce de los dos giros a la izquierda se tomó como opción habilitar un ramal que saliera del puente de la autopista Sur y descargara el flujo sobre un carril independiente de la Avenida Pilsen,

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

maniobra que fue posible gracias a que la Avenida Pilsen cuenta con el espacio suficiente para realizar esta intervención ya que posee 6 carriles, quedando entonces, en la calzada sur de la Avenida Pilsen, un carril que recibe el flujo del ramal del puente de la Autopista Sur y los otros 2 carriles el flujo común de los que vienen derecho por la Avenida Pilsen en el sentido Occidente-Oriente, como se ilustra en la Figura 51. De esta manera quedan independizadas las maniobras con mayor volumen de la intersección.

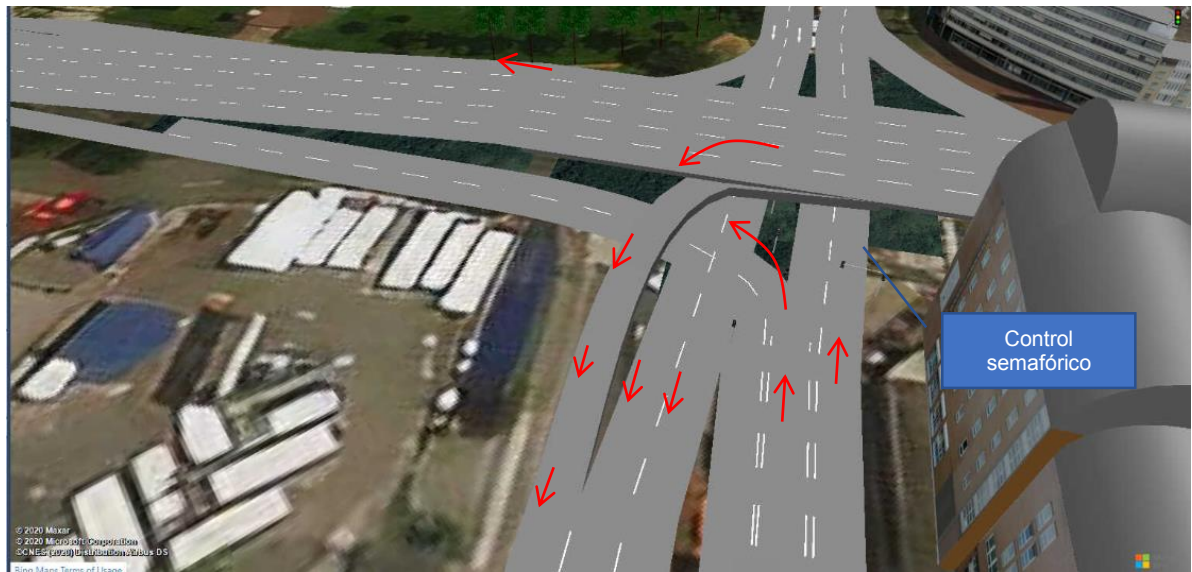


Figura 49 Detalle de maniobras alternativa 2, tomado de elaboración propia, (2021)

En cuanto a la Avenida Pilsen, se planteó un control semafórico que permitiera el giro a la izquierda de la Avenida Pilsen hacia la Autopista Sur con la diferencia de que este control semafórico, al eliminarse las maniobras que hacían los vehículos de la Autopista Sur, se puede aprovechar el ciclo de 120 segundos para aumentar el tiempo de verde de cada una de las maniobras y tomando en consideración la ola verde de la calzada Norte de la Avenida Pilsen (Ver Figura 52) dejando simplemente los grupos C, B y D del programa original en la intersección ya que se plantea el control solo para permitir el giro a la izquierda dando además un tiempo para el cruce peatonal y evitando los puntos de conflicto que se pueden generar en una intersección tipo glorieta. Por último, se presenta la ilustración de cómo queda estructurada esta alternativa en una representación en 3D para una mejor apreciación en la Figura 53.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

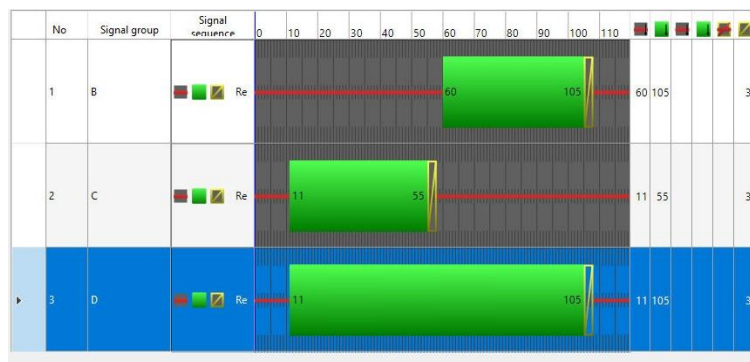


Figura 50 Ciclo semafórico alternativa 2, tomado de elaboración propia, (2021)



Figura 51. Boceto en 3D de la alternativa 2, tomado de elaboración propia, (2021)

2.2.3 Alternativa 3

La última alternativa propuesta tiene como fundamento el mismo objetivo, basado en las maniobras de mayor flujo vehicular, de eliminar la interrupción causada por el control semafórico permitiendo el flujo libre de la Autopista Sur, la diferencia es que en la formulación de esta alternativa se planeó concentrar la intervención sobre la Avenida Pilsen. Al cambiar el foco de intervención fue necesario pensar en cómo se podía solucionar los conflictos del cruce de los giros a la izquierda, ilustrado en la Figura 54 ya que ninguna de las 2 maniobras se puede suprimir debido al volumen del flujo vehicular que pasa por ambas y no se podía solucionar con solamente un puente sobre la Avenida Pilsen, tampoco era factible un cambio de sentido de esta avenida debido a que esto implicaba el replanteo en una malla vial mucho más grande que la que se tiene construida que considerara los

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

desvíos y las nuevas rutas de todos los vehículos que transitan por la zona la cual abarca el municipio de Itagüí y llega incluso a municipios como Envigado y Sabaneta debido a que la Avenida Pilsen cruza el Río Medellín en un puente hacia estos municipios.



Figura 52. Conflicto de giros a la izquierda, tomado de elaboración propia sobre mapa base de Google Maps, (2021)

Por lo tanto, la solución que se planteó consistió en elevar la calzada sur de la Avenida Pilsen en un puente de solo 2 carriles que permitiera el flujo directo de los vehículos que viajan en sentido Occidente - Oriente en el cual también se planea un espacio sobre el puente para el cruce peatonal sobre la Autopista Sur. De manera integral con esta maniobra se plantea el paso a desnivel de la calzada norte de la Avenida Pilsen mediante un deprimido el cual considera en su estructura un ramal subterráneo para la maniobra del giro a la izquierda de la Avenida Pilsen hacia la Autopista Sur, descargando el flujo en un carril a nivel de la autopista, este deprimido permite también realizar sobre él el giro hacia la izquierda de la Autopista Sur hacia la Avenida Pilsen, como se ilustra en la Figura 55.

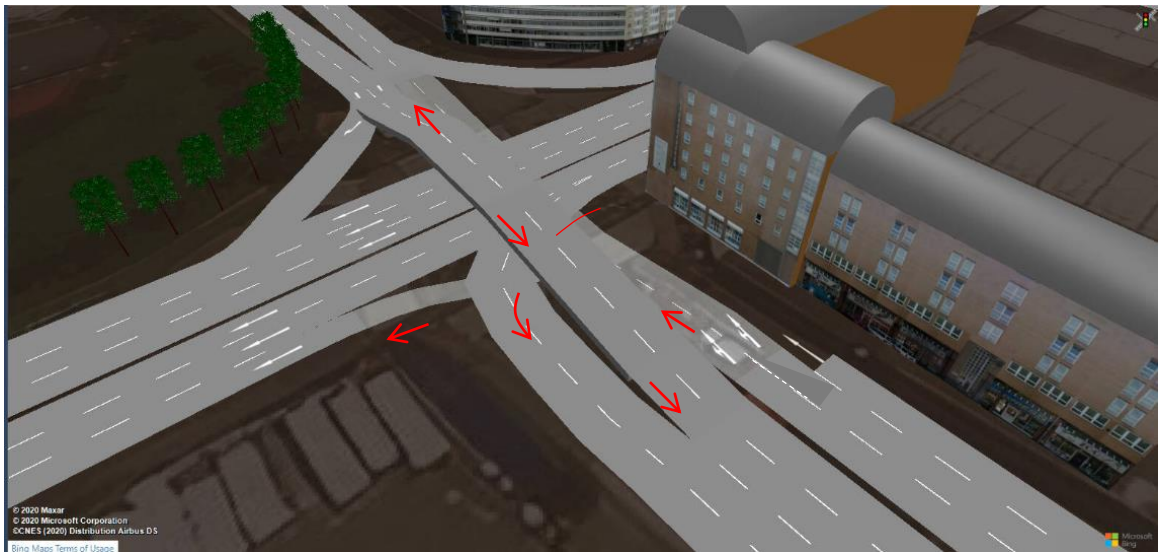


Figura 53. Detalle de maniobras alternativa 3, tomado de elaboración propia, (2021)

El planteamiento de esta alternativa permite el flujo directo de ambas vías, ya que se elimina por completo el control semafórico, además de que los puntos de conflicto son casi nulos debido a que cada ramal se descarga sobre un carril independiente de cada vía a excepción de la maniobra del giro hacia la derecha de la Autopista Sur hacia la Avenida Pilsen. Por último, se presenta la ilustración de cómo queda estructurada esta alternativa en las Figuras 56 y 57.



Figura 54. Boceto en 3D alternativa 3, tomado de elaboración propia, (2021)

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

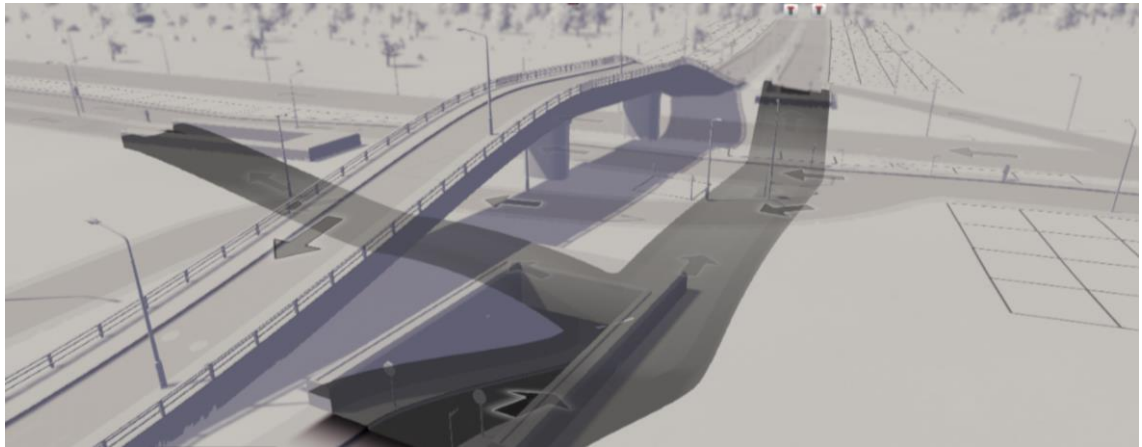


Figura 55. Detalle maniobras de deprimido, tomado de elaboración propia, (2021)

Los resultados de las modelaciones de estas alternativas, así como la discusión de estos y la selección de la mejor alternativa a la intersección se presentan en el siguiente capítulo número 3 llamado “Presentación y discusión de resultados”.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

3 PRESENTACIÓN Y DISCUSION DE RESULTADOS.

3.1 MODELO DE DIAGNOSTICO

En primera instancia, se presentan los resultados del modelo de diagnóstico, el cual, como su nombre lo indica, fue el modelo base de este trabajo que se construyó con los datos reales de la intersección con el fin de obtener resultados específicos de cómo se encontraba la intersección en el periodo actual, es de aclarar que en este apartado se presentan los resultados de este modelo para los fines dichos, sin embargo estos resultados se han venido utilizando en el desarrollo de este trabajo pues fueron importantes para la planeación de las alternativas, como el mapa de distribución de velocidades presentado en la Figura 42 y el mapa de distribución de volúmenes presentados en la Figura 50.

Uno de los primeros parámetros a presentar y a analizar, obtenido como resultado de las simulaciones del modelo de diagnóstico, es el correspondiente al nivel de servicio, el cual es uno de los parámetros de comparación más importante que se utilizara más adelante para evaluar las alternativas, puesto que el nivel de servicio es un valor cualitativo que en su definición abarca implícitamente factores como, la velocidad, las interrupciones, la seguridad vial, la libertad de maniobra, la comodidad y el tiempo de viaje (Cerquera Escobar, 2007).

ESTADISTICAS	
LOS A	15.4%
LOS B	7.7%
LOS C	2.6%
LOS D	7.7%
LOS E	5.1%
LOS F	61.5%
TOTAL	39

Tabla 12 Niveles de servicio del modelo diagnóstico, tomado de elaboración propia, (2021)

Como se puede observar en la Tabla 12 la cual corresponde al porcentaje correspondiente a cada nivel de servicio de un total de 39 niveles de servicio arrojados por la modelación el cual se obtuvo gracias a que el software presenta el nivel de servicio en su nomenclatura en letras y su nomenclatura en números siendo 1 el correspondiente al nivel A y siendo 6 el correspondiente al nivel F lo que permitió el análisis numérico para obtener los resultados estadísticos presentados, los cuales indican que la intersección, en el periodo actual y sin

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

ninguna intervención se encuentra con aproximadamente un 66.6% de su totalidad de maniobras en los niveles de servicio más críticos que corresponden al E y el F, entre estas maniobras críticas se encuentran las tres maniobras de la autopista Sur, los que siguen derecho, los que giran a la derecha y los que giran a la izquierda en la intersección adicionalmente se encuentran en este mismo nivel las maniobras que se realiza en la avenida Pilsen llegando al cruce con la Autopista, producto de flujo interrumpido del control semafórico lo cual también afecta a las maniobras de las 2 intersecciones arriba de la intersección de estudio, específicamente las maniobras que giran hacia la Avenida Pilsen en estos cruces. Todo esto en contraste solo con el 23.1% que corresponde a niveles de servicio óptimos (A y B) y que solo se ve en las maniobras independientes tales como las calles 29, 30,31 y 32 debido a que por estas vías el tamaño del flujo vehicular no es significativo lo que permite ver con resultados claros que el flujo en la intersección está en malas condiciones.

Otro de los resultados del modelo de diagnóstico que se presenta es el correspondiente a las emisiones, es importante indicar cuales son los valores de los contaminantes emitidos por las fuentes móviles que pasan por la intersección actual para tener una base comparativa al evaluar el mejoramiento o empeoramiento de este factor en las alternativas propuestas. No solo se indica el valor de estas emisiones sino también se tiene el resultado de la cantidad de combustible consumido el cual, junto con los factores de emisiones, dan el parámetro comparativo para analizar la mejor solución. Estos resultados se encuentran resumidos en la Tabla 13.

EMISSIONSCO [g]	38,988.92
EMISSIONSNOX [g]	7,585.83
EMISSIONSVOC [g]	9,036.06
FUELCONSUMPTION [gal]	557.78

Tabla 13 Emisiones modelo de diagnóstico, tomado de elaboración propia, (2021)

El modelo permite también ver como resultado las longitudes de las colas máximas presentadas en el periodo de la simulación, resultado presentado en la Tabla 15 en la cual se discriminó la maniobra con mayor flujo vehicular la cual corresponde a los vehículos de la Autopista Sur, quienes llegan a hacer una fila de hasta 517 metros de longitud, esto debido a él gran flujo vehicular que transita por esta autopista combinado con la interrupción ocasionada por el control semafórico, razón por la cual esta maniobra fue el objetivo principal de este proyecto.

AUTOPISTA SUR (Carrera 42) Maniobra: vehículos que siguen derecho	517.28	m
---	--------	---

Tabla 14. Maniobra con mayor longitud de cola, tomado de elaboración propia, (2021)

Por último se toma el modelo base y se proyecta a 10 años, con el fin de compararlo con las alternativas propuestas y analizar su comportamiento, se realizaron seis rutas que mayor interés generaban dentro de la red para evaluar los tiempos de viaje de los vehículos, partiendo desde el inicio de las vías principales como la Autopista Sur en sus dos calzadas hasta la finalización de cada maniobra de en la intersección estudiada, y en la Avenida Pilsen desde su inicio hasta pasado el cruce con la Autopista, los resultados se pueden observar en la Tabla 15.

Rutas	Veh Totales	Tiempos de Viajes (s)
Cr 42 Giro a la derecha	391,0	666,8
Cr 42 Calz Occidental (Derecho)	3.104,0	738,3
Cr 42 Giro a la izquierda	1.784,0	778,5
Cr 42 Calz Oriente (Derecho)	2.099,0	737,6
Pilsen Calz Sur (Derecho)	767,0	685,2
Pilsen Calz Norte (Derecho)	1.471,0	328,8

Tabla 15. Tiempos de viaje según rutas, tomado de elaboración propia, (2021)

Adicionalmente se saca el mapa de velocidades también proyectado a 10 años (ver Figura 58) para realizar una comparación grafica entre las alternativas y discriminar las características particulares de cada una.



Figura 5856. Mapa de distribución de velocidades en modelo base proyectado a 10 años, tomado de elaboración propia, (2021)

3.2 ANALISIS DE ALTERNATIVAS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la simulación de las alternativas de las cuales se obtienen los parámetros correspondientes a la capacidad, las emisiones y el nivel de servicio, parámetros que serán los criterios de evaluación de las alternativas junto con el criterio del valor económico de cada propuesta. Se presenta así, junto con los resultados, el respectivo análisis de cada alternativa con relación a estos criterios y su asignación de puntaje respectivo para definir la alternativa que mejor solucione la intersección.

3.2.1 Costos

El primer criterio de evaluación de las alternativas propuestas corresponde al valor económico que representa el llevar cada una de estas soluciones a la realidad, puesto que se debe garantizar una relación costo-beneficio que le dé un alcance válido a la alternativa ganadora. Debido a que en esta etapa del proyecto no se cuenta con un diseño a detalle de cada alternativa que permita obtener cantidades exactas para elaborar un presupuesto, se utiliza como herramienta la “*Estimación análoga*” definida en el numeral 1.3.2.1 de este documento, la cual consiste en utilizar parámetros como costo, alcances, presupuestos o valores de proyectos similares para estimar el mismo parámetro en el proyecto en estudio lo que da como resultado una idea global del costo de cada alternativa, en medida suficiente como para comparar las alternativas entre ellas.

Alternativa 1

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Para esta primera alternativa se utilizó como base para la estimación análoga el proyecto “Intercambio Vial Induamérica” financiado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y el Municipio de Itagüí y construido por el CONSORCIO VIAL INDUAMÉRICA ilustrado en la Figura 57. Proyecto que tiene como intervención, la construcción de un puente doble calzada de aproximadamente 260 metros, así como la intervención en la glorieta y vías aledañas justo debajo de la superestructura del puente, así como urbanismos, construcción de gimnasios y zonas recreativas y adecuación de espacios. (Area Metropolitana del Valle de Aburra, 2018).



Figura 57. Boceto Intercambio Vial Induamerica, tomado de Área Metropolitana de Valle de Aburrá, (2018)

Como se ilustra en la Figura 54, este proyecto guarda una gran similitud con la intervención propuesta en la Alternativa 1 por la secretaria de Infraestructura de Itagüí, al contener dentro de su alcance la construcción de un puente de dimensiones similares al propuesto en la alternativa, cuyos parámetros son un puente de aproximadamente 210 metros estructurado también en 2 calzadas de 2 carriles cada una y una glorieta ubicada justo debajo de la superestructura del puente. Para obtener la información presupuestal del intercambio de vial de Induamérica, se recurrió a la licitación de obra pública No. LP 002 DE 2019 publicada por la entidad que en este caso es el Área Metropolitana del Valle de Aburra en la página del Secop I, el cual es el portal desarrollado por Colombia Compra Eficiente para participar en procesos de licitaciones públicas. De este portal se descargó el formulario 1 correspondiente al presupuesto oficial del proyecto en donde se detallan las actividades, cantidades y valores unitarios y totales.

El siguiente paso fue analizar las actividades e ítems involucrados en la construcción del proyecto, se realizó posteriormente una depuración de actividades e ítems que involucraban intervenciones específicas de este proyecto como la construcción de los gimnasios, los parques infantiles, urbanismos y trasplante de árboles, para dejar únicamente las actividades que proporcionaran el valor correspondiente únicamente a la infraestructura vial y de esta manera acercar más el valor del proyecto a un valor general. Dado que estos

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

proyectos tienen un estudio para la implementación del porcentaje de AU (Administración y utilidad) este valor se asumió en un porcentaje general para las 3 alternativas correspondiente a un 15% de administración y un 5% de utilidad, dando como resultado el presupuesto indicado en la Tabla 16 en donde se estima que el valor de la construcción de un proyecto como este tiene un valor económico de aproximadamente 29.802 millones de pesos.

PRESUPUESTO ALTERNATIVA 1		SMMLV 2019	\$ 828,116
		SMMLV 2021	\$ 908,526
CAPITULO	DESCRIPCIÓN	TOTAL CAPITULO (2019)	TOTAL CAPITULO (2021)
1	PRELIMINARES	\$ 157,929,090	\$ 173,263,993
2	DEMOLICIONES	\$ 564,335,226	\$ 619,132,134
3	EXCAVACION	\$ 121,383,324	\$ 133,169,636
4	TRANSPORTE	\$ 1,181,940,436	\$ 1,296,706,762
5	RELLENO	\$ 570,934,478	\$ 626,372,172
6	SUBBASE Y BASE GRANULAR	\$ 1,656,699,315	\$ 1,817,564,692
7	PAVIMENTOS	\$ 2,460,503,887	\$ 2,699,418,626
8	URBANISMO	\$ 1,297,168,890	\$ 1,423,123,890
9	PAISAJISMO	\$ 298,870,835	\$ 327,891,171
10	MOBILIARIO URBANO	\$ 89,672,163	\$ 98,379,324
11	ACUEDUCTO	\$ 282,642,217	\$ 310,086,755
12	ALCANTARILLADO	\$ 1,671,128,888	\$ 1,833,395,375
13	ALCANTARILLADO (REDES AGUAS LLUVIAS)	\$ 1,251,259,717	\$ 1,372,756,940
14	REDES SECAS	\$ 1,606,466,912	\$ 1,762,454,726
15	PUENTE	\$ 6,834,852,067	\$ 7,498,515,678
16	RAMPAS ACCESO A PUENTE	\$ 500,453,091	\$ 549,047,048
17	MUROS DE PROTECCION RAMPAS	\$ 832,036,511	\$ 912,827,193
18	SEÑALIZACION Y DEMARCACION	\$ 156,619,896	\$ 171,827,676
19	CAMARAS DE SEGURIDAD Y SEMAFORIZACIÓN	\$ 602,806,542	\$ 661,339,011
20	PLAN DE MANEJO SOCIAL Y AMBIENTAL	\$ 249,701,652	\$ 273,947,664
21	PLAN DE MANEJO DE TRANSITO	\$ 112,567,200	\$ 123,497,467
22	PRUEBA DE CARGA DE PUENTES	\$ 97,934,720	\$ 107,444,174
23	APROVECHAMIENTO FORESTAL	\$ 39,690,385	\$ 43,544,319
TOTAL COSTOS DIRECTOS		\$ 22,637,597,442	\$ 24,835,706,426
ADMINISTRACIÓN Y UTILIDAD (20%)		\$ 4,527,519,488	\$ 4,967,141,285
TOTAL PRESUPUESTO OFICIAL		\$ 27,165,116,930	\$ 29,802,847,711

Tabla 16. Presupuesto global alternativa 1, tomado de elaboración propia, (2021)

Es importante aclarar que dado que el presupuesto fue elaborado con precios al año de lanzamiento de la oferta la cual fue en el año 2019, fue necesario llevar estos precios a valores actuales al año 2021 y para esto se hizo una conversión utilizando los salarios mínimos del año de lanzamiento y el año actual, valores que fueron obtenidos del apartado de valores históricos de la página salariominimocolombia.net.

Alternativa 2

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Para la segunda alternativa se utilizó como base el mismo proyecto del Intercambio Vial Induamerica, esto debido a que esta alternativa plantea solamente como construcción de infraestructura adicional la construcción del puente sobre la Autopista Sur que tiene la misma longitud que la alternativa 1, por lo que para tener una referencia del valor de esta intervención simplemente se depuró en las actividades las que tenían relación directa con la construcción del puente dando como resultado el presupuesto presentado en la Tabla 17 con 3 capítulos menos que la alternativa 1 que suman un valor total del proyecto de aproximadamente 28.497 millones de pesos, valor que está muy cercano al costo de la alternativa 1 puesto que es la construcción del puente lo que más peso tiene.

PRESUPUESTO ALTERNATIVA 2		SMMLV 2019	\$ 828,116
		SMMLV 2021	\$ 908,526
CAPITULO	DESCRIPCIÓN	TOTAL CAPITULO (2019)	TOTAL CAPITULO (2021)
1	PRELIMINARES	\$ 157,929,090	\$ 173,263,993
2	DEMOLICIONES	\$ 564,335,226	\$ 619,132,134
3	TRANSPORTE	\$ 1,181,940,436	\$ 1,296,706,762
4	SUBBASE Y BASE GRANULAR	\$ 1,656,699,315	\$ 1,817,564,692
5	PAVIMENTOS	\$ 2,460,503,887	\$ 2,699,418,626
6	URBANISMO	\$ 1,297,168,890	\$ 1,423,123,890
7	MOBILIARIO URBANO	\$ 89,672,163	\$ 98,379,324
8	ACUEDUCTO	\$ 282,642,217	\$ 310,086,755
9	ALCANTARILLADO	\$ 1,671,128,888	\$ 1,833,395,375
10	ALCANTARILLADO (REDES AGUAS LLUVIAS)	\$ 1,251,259,717	\$ 1,372,756,940
11	REDES SECAS	\$ 1,606,466,912	\$ 1,762,454,726
12	PUENTE	\$ 6,834,852,067	\$ 7,498,515,678
13	RAMPAS ACCESO A PUENTE	\$ 500,453,091	\$ 549,047,048
14	MUROS DE PROTECCION RAMPAS	\$ 832,036,511	\$ 912,827,193
15	SEÑALIZACION Y DEMARCACION	\$ 156,619,896	\$ 171,827,676
16	CAMARAS DE SEGURIDAD	\$ 602,806,542	\$ 661,339,011
17	PLAN DE MANEJO SOCIAL Y AMBIENTAL	\$ 249,701,652	\$ 273,947,664
18	PLAN DE MANEJO DE TRANSITO	\$ 112,567,200	\$ 123,497,467
19	PRUEBA DE CARGA DE PUENTES	\$ 97,934,720	\$ 107,444,174
20	APROVECHAMIENTO FORESTAL	\$ 39,690,385	\$ 43,544,319
TOTAL COSTOS DIRECTOS		\$ 21,646,408,805	\$ 23,748,273,438
ADMINISTRACIÓN Y UTILIDAD (20%)		\$ 4,329,281,761	\$ 4,749,654,688
TOTAL PRESUPUESTO OFICIAL		\$ 25,975,690,566	\$ 28,497,928,126

Tabla 17. Presupuesto global alternativa 2, tomado de elaboración propia, (2021)

En este presupuesto es importante aclarar que se tuvo en cuenta el capítulo de cámaras de seguridad ya que en este se contemplaba la colocación de los controles semafóricos, lo cual se acomoda a esta alternativa puesto que se plantea un control semafórico sobre la Avenida Pilsen.

Alternativa 3

Para esta propuesta de solución se utilizó como base el proceso con No. L.P. 004 DE 2015 publicado en el portal Secop I por la entidad FONDO DE VALORIZACIÓN DEL MUNICIPIO

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

DE MEDELLÍN (FONVAL) el cual consistió en la construcción del deprimido de la Carrera 32 (Transversal inferior) con la Loma de los Parra y el deprimido de la Transversal inferior con la Loma de los González. Se procedió por lo tanto a analizar estas dos intervenciones dando como resultado que la construcción con más metros de deprimido correspondía al de la Transversal inferior con la Loma de los Parra ilustrada en la Figura 58, por lo tanto, este será el presupuesto de referencia para la construcción del deprimido. En cuanto al puente de 2 carriles planteado para dar paso a nivel la calzada sur de la Avenida Pilsen, se utilizó el mismo presupuesto de la alternativa 2 ya que consiste netamente en la construcción del puente y sus actividades relacionadas, solo que adicionalmente a esto se llevó esta construcción del puente de 5 carriles a un puente de 2 carriles mediante una proporción simple.



Figura 58. Deprimido Transversal Inferior con Loma Los Parra, tomado de Google Maps, (2021)

Se tiene, por lo tanto, como resultado el valor total de 34.590 millones de pesos presentado en la Tabla 18, lo que corresponde a un 17,61% más que el costo de la alternativa 2 y un 13,84% más que el valor de la alternativa 1, lo cual tiene sentido debido a que la intervención del deprimido contempla en su ejecución un gran volumen de excavaciones y movimientos

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

de tierra, actividades que tienen un valor significativo dentro del presupuesto, además de la construcción del puente de 2 carriles.

PRESUPUESTO ALTERNATIVA 3		SMMLV 2015	\$ 644,350
		SMMLV 2021	\$ 908,526
CAPITULO	DESCRIPCIÓN	TOTAL CAPITULO (2015)	TOTAL CAPITULO (2021)
1	PRELIMINARES	\$ 212,955,734	\$ 300,265,107
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	\$ 4,079,753,760	\$ 5,752,405,315
3	PAVIMENTOS	\$ 1,013,170,526	\$ 1,428,558,649
4	ESTRUCTURA DE CONCRETO	\$ 3,083,065,621	\$ 4,347,086,640
5	ANDENES	\$ 457,257,666	\$ 644,727,987
6	MOBILIARIO URBANO	\$ 225,596,059	\$ 318,087,818
7	PUENTE	\$ 11,874,136,719	\$ 11,874,136,719
8	SEÑALIZACION	\$ 52,002,984	\$ 73,323,603
9	OBRAS HIDRAULICAS	\$ 2,199,838,616	\$ 3,101,746,844
10	REDES SECAS	\$ 379,694,298	\$ 535,364,541
11	INSTALACIONES DE GAS EXTERNAS	\$ 49,062,713	\$ 69,177,855
12	MANEJO FORESTAL	\$ 72,694,097	\$ 102,497,831
13	SISTEMA DE RAMMING PARA EVACUACION DE AGUAS	\$ 197,350,000	\$ 278,261,203
TOTAL COSTOS DIRECTOS		\$ 23,896,578,793	\$ 28,825,640,112
ADMINISTRACION Y UTILIDAD (20%)		\$ 4,779,315,759	\$ 5,765,128,022
TOTAL PRESUPUESTO OFICIAL		\$ 28,675,894,552	\$ 34,590,768,134

Tabla 18. Presupuesto global alternativa 3, tomado de elaboración propia, (2021)

Como ultima apreciación, es importante aclarar que de manera general para los 3 presupuestos se tuvo en cuenta el capítulo de manejo forestal simplemente en actividades de siembra descartando las actividades de trasplante y traslado debido a que en la intersección en estudio no se cuenta con un volumen significativo de especies arbóreas que deban ser tratadas. Así mismo, se conservó el capítulo de intervención a redes de gas, obras hidráulicas, redes de acueducto y alcantarillado debido a que se consultó en la base de datos publicada en el Geoportal de Empresas Públicas de Medellín (EPM), en la cual se encuentran los mapas de acueducto y alcantarillado y redes de gas, evidenciándose, por lo tanto como se muestra en la Figura 59 que en la intersección en estudio se encuentran tuberías primarias y secundarias de acueducto marcadas en líneas continuas de color verde así como redes de alcantarillado marcadas en líneas punteadas.



Figura 59. Red de acueducto y alcantarillado, tomado de Geoportal de Empresas Públicas de Medellín (EPM), (2021)

Junto con lo expuesto anteriormente, se evidencia en la Figura 60 que en la intersección en estudio se encuentran redes de gas marcadas en líneas azules y verdes. Por lo tanto, se justifica tener en cuenta los capítulos que hacen referencia a la intervención de estas redes ya que, si se realiza una intervención en la zona, se debe tener en cuenta que este es un factor clave a la hora de las excavaciones pues el reemplazo, adecuación o tratamiento de estas redes se traduce en costos para el proyecto.

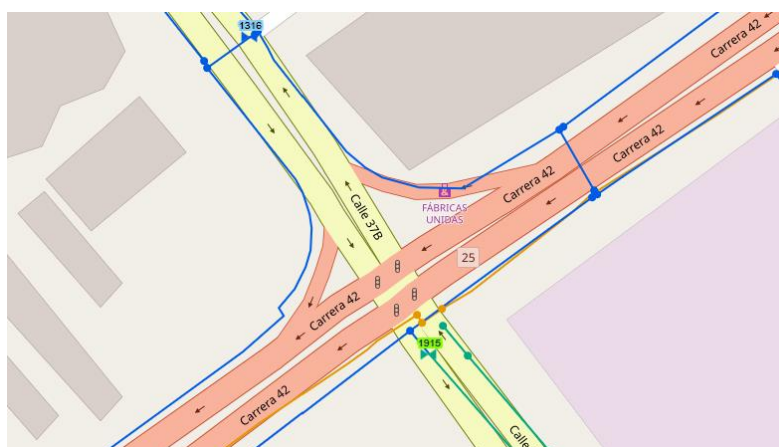


Figura 60. Redes de gas, tomado de Geoportal de Empresas Públicas de Medellín (EPM), (2021)

Para finalizar el análisis de los costos de las alternativas, se presenta la Tabla 19 en la cual se resumen el valor económico de cada una de las propuestas, así como el puntaje asignado, siendo la alternativa que tiene un menor costo la alternativa 2 y la que tiene un

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

mayor costo la alternativa 3, aunque como se analizó al comienzo, la diferencia del mayor presupuesto al de menor valor es de simplemente el 17,61% por lo que las puntuaciones asignadas guardan esta proporción.

COSTOS		
<i>Alternativa 1</i>	<i>Alternativa 2</i>	<i>Alternativa 3</i>
\$ 29,802,847,711	\$ 28,497,928,126	\$ 34,590,768,134
PUNTAJE		
7	8	6

Tabla 19. Puntuación a los costos, tomado de elaboración propia, (2021).

3.2.2 Capacidad

La capacidad fue seleccionada como criterio de evaluación ya que, junto con el nivel de servicio, se consideran como medidas de eficiencia con la que un sistema vial presta servicio a la demanda y hacen parte de las estimaciones necesarias para las decisiones de ingeniería de tránsito y planeación de transporte en donde se considera que la capacidad es la estimación del número máximo de vehículos que una vía puede dar servicio dentro de un lapso de tiempo (Mozo Sanchez, 2011), es decir, la capacidad que tiene una vía se traduce en cual es el máximo volumen que esta permite proporcionando una mayor oferta a la demanda vehicular, por lo tanto si un sistema vial permite el paso de más vehículos significa que su capacidad es mayor. Para obtener este parámetro se encontraron el número total de vehículos que pasaron por cada alternativa en la simulación lo cual pertenece a un resultado propio que arroja el software, por lo tanto, según lo mencionado anteriormente la alternativa que va a tener una mayor capacidad será la alternativa que permita el tránsito de un mayor volumen vehicular y esta se calificará con una puntuación más alta. Se presenta, en la Tabla 20, el resultado del flujo vehicular que paso durante una hora en la red vial construida con las alternativas implementadas en donde se puede observar que la alternativa 3 obtuvo un volumen total de 45,764 vehículos lo que supera en un 29.76% a la alternativa 2 y en un 44.96% a la alternativa 1, por lo que es puntuada con 10 y las demás alternativas puntuadas en proporción a su capacidad.

CAPACIDAD [Veh/h]		
<i>Alternativa 1</i>	<i>Alternativa 2</i>	<i>Alternativa 3</i>
25,186	32,144	45,764
PUNTAJE		
5	7	10

Tabla 20. Puntuación a la capacidad, tomado de elaboración propia, (2021).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

En el caso particular de la maniobra con más flujo de la intersección la cual corresponde a la maniobra de los vehículos que siguen derecho por toda la Autopista Sur se obtiene como resultado de la implementación de las alternativas una mejora de 60.9% en capacidad con la alternativa 1, un 65 % más con la implementación de la alternativa 2 y un 58% con la alternativa 3, es decir, en general el aumento de la capacidad supera en todos los casos más del 50% con respecto a la capacidad actual y aunque la alternativa 3 posea el menor porcentaje de aumento de las 3 alternativas, es la alternativa con un aumento más considerable en las maniobras de la avenida Pilsen, específicamente la maniobra de mayor volumen la cual corresponde a los vehículos que continúan derecho por la Avenida Pilsen, con un 55.5% más de mejora en relación al 50.5% de la alternativa 2 y al 47.9% de la alternativa 1, en cuanto a las maniobras de los giros a la izquierda, comenzando con el giro hacia la izquierda de la Autopista Sur hacia la Avenida Pilsen se tiene que la alternativa 1 presentó una mejora de solo 34.7%, mientras que la alternativa 2 y 3 presentaron una mejora en esta maniobra del 55.1% y del 57.6% respectivamente lo que la convierte en la alternativa con un planteamiento más integral en la solución de toda la intersección.

3.2.3 Niveles de servicio

Como se mencionó en el criterio de evaluación anterior y en el apartado de los resultados del modelo de diagnóstico, el nivel de servicio hace parte de los criterios de evaluación representativos para definir cuál es el nivel de calidad que poseen las vías en cuanto a flujo vehicular y que encierra en su definición múltiples parámetros por lo que conociendo esta variable se puede realizar la interpretación del comportamiento de todos los parámetros implícitos, es decir, si existe un nivel de servicio A en una vía significa que la vía no está saturada, los tiempos de viaje serán menores puesto que los vehículos transitarán fluidamente a su velocidad permitida. Teniendo en cuenta esto se obtuvieron como resultados de las simulaciones de las alternativas los niveles de servicio de todas las maniobras en la malla vial para cada una, obteniendo los resultados presentados en la Tabla 21 en donde se indica la forma en la que se midió estos niveles de servicio y que consistió en contar los número de veces con mejor nivel que presentó cada alternativa, teniendo como mejores los correspondientes a los niveles A y B, ya que se consideraron los niveles C y D como niveles medios y E y F como niveles deficientes.

NUMERO DE VECES CON MEJOR NIVEL DE SERVICIO		
<i>Alternativa 1</i>	<i>Alternativa 2</i>	<i>Alternativa 3</i>
9	14	20
PUNTAJE		
3	5	7

Analizando este criterio de evaluación de una manera más detallada se tiene de una manera acertada que las tres alternativas permitieron que el flujo más crítico de la intersección el cual corresponde a los vehículos que siguen derecho por la Autopista Sur pasara de un nivel de servicio F a un nivel de servicio A, esto gracias a que las tres alternativas consideraron en su planteamiento liberar esta maniobra para permitir el flujo sin interrupciones en la autopista. La diferencia sustancial se da en el resto de maniobras en donde el planteamiento de las alternativas tomo diferentes estructuraciones en cada alternativa notando que en la alternativa 1 los giros a la izquierda de la Autopista Sur hacia la Avenida Pilsen poseen un nivel de servicio F, para esta misma maniobra la alternativa 2 posee un nivel de servicio B y la alternativa 3 un nivel de servicio A, ya que en las alternativas 2 y 3 esta maniobra se encuentra independizada mientras que en la alternativa 1 se encuentra incluida en la glorieta. Del mismo modo se encuentran los giros a la izquierda de la Avenida Pilsen hacia la Autopista Sur en donde en la alternativa 1 se tiene para esta maniobra un nivel de servicio F, para la alternativa 2 esta maniobra posee un nivel de servicio D, debido a que en este planteamiento esta maniobra se encuentra semaforizada y por último en la alternativa 3 esta maniobra posee un nivel de servicio A gracias a la independización de la maniobra.

Tabla 21. Puntuación al nivel de servicio, tomado de elaboración propia, (2021).

3.2.4 Emisiones contaminantes

Se toma como criterio de evaluación el aspecto ambiental del proyecto. El software de modelación permite obtener 3 parámetros de contaminación de los automóviles los cuales son las emisiones de monóxido de carbono (CO), emisiones de óxidos de nitrógeno (NOX) los cuales son producidos en la combustión de los vehículos y las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOC) los cuales son producidos también en la quema de combustibles, adicionalmente a esto, se obtiene el consumo de gasolina ya que está directamente relacionado con la cantidad de emisiones que se produce, entre más gasolina se consuma, más emisiones contaminantes se tendrán por los procesos de combustión. En la Tabla 22 se presentan los resultados de las emisiones de las 3 propuestas de solución en donde se aprecia que la alternativa con un menor consumo de gasolina y que por lo tanto presento un menor valor de emisiones contaminantes corresponde a la alternativa número 2. La alternativa con una mayor cantidad de emisiones es la alternativa 1 con un 53% más de

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

emisiones contaminantes que la alternativa 2 y con una diferencia en cantidad de emisiones de solo 12% con la alternativa 3, por lo que la alternativa 1 y 3 son las más contaminantes y se las puntúa proporcionalmente a esto y se le asigna un puntaje de 9 a la alternativa 2.

	EMISIONES		
	<i>Alternativa 1</i>	<i>Alternativa 2</i>	<i>Alternativa 3</i>
EMISSIONSCO [g]	120,106.3	78,469.0	105,517.2
EMISSIONSNOX [g]	23,368.3	15,267.2	20,529.8
EMISSIONSVOC [g]	27,835.8	18,185.9	24,454.6
FUELCONSUMPTION [gal]	1,718.3	1,122.6	1,509.5
PUNTAJE			
	5	9	7

Tabla 22. Puntuación al nivel de emisiones contaminantes, tomado de elaboración propia, (2021).

3.2.5 Tiempos de viajes

Los tiempos de viajes de rutas que son de importancia para la evaluación fueron tomados en consideración, donde las rutas son desde el inicio de las dos vías principales planteadas en la red que impactan a la intersección en cuestión, teniendo en cuenta las maniobras críticas. Los datos obtenidos del modelo base proyectado a 10 años contrastados con cada una de las alternativas arroja mejoría en los desplazamientos exceptuando tres rutas de la alternativa 1, una de la alternativa 2 y una de la alternativa 3; teniendo como explicación que estas rutas tienen relación directa con la cola que se genera en la intersección de la Avenida Pilsen con la Calle 31B referenciada en este documento como intersección 2. Y para realizar un análisis completo de la situación se compararon los mapas de velocidades de todas las alternativas con el modelo base proyectado, encontrando mejoría en los tramos más cercanos a la intersección estudiada, hallando que en la alternativa 1 libera el tráfico que continúa en la Carrera 42 al empezar el puente, en cambio las otras dos alternativas lo liberan completamente más adelante, porque tienen las maniobras canalizadas en las secciones más próximas a la Avenida Pilsen, también se ratifica las dificultades que genera la Calzada norte de la Avenida Pilsen a la altura de la diagonal 40, para observar detalladamente revisar las Figuras 61a, 61b y 61c. Comprendiendo así el porqué de los resultados, podemos puntuar cada alternativa teniendo con el puntaje más alto a la alternativa 3 (puntaje 8) al tener los tiempos más reducidos respecto al modelo base, la alternativa 2 es la que sigue con un puntaje de 6 y por último la alternativa 1 con un puntaje de 3. Los resultados se pueden detallar en la Tabla 23.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



Figura 61a. Mapa de distribución de velocidades en la Alternativa 1, tomado de elaboración propia, (2021)



Figura 62b. Mapa de distribución de velocidades en la Alternativa 2, tomado de elaboración propia, (2021)

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



Figura 63c. Mapa de distribución de velocidades en la Alternativa 3, tomado de elaboración propia, (2021)

<i>Rutas</i>	Tiempos de Viajes (s)		
	<i>Alternativa 1</i>	<i>Alternativa 2</i>	<i>Alternativa 3</i>
Cr 42 Giro a la derecha	920.4	1,302.1	420.6
2: Cr 42 Calz Occidental (Derecho)	764.3	362.1	311.1
Cr 42 Giro a la izquierda	952.8	139.9	109.0
Cr 42 Calz Oriente (Derecho)	288.6	130.5	107.6
Pilsen Calz Sur (Derecho)	531.9	298.4	247.3
Pilsen Calz Norte (Derecho)	389.4	325.1	459.5
	PUNTAJE		
	3	6	8

Tabla 23. Puntuación al tiempo de viajes según las rutas, tomado de elaboración propia, (2021).

Todos los resultados obtenidos de la simulación de las alternativas y del modelo de diagnóstico que soportan los datos antes presentados se encuentran en el Anexo 3 de este documento.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

3.3 SELECCIÓN DE ALTERNATIVA GANADORA

Para seleccionar la alternativa que presentó una mayor relación de costo-beneficio se utilizó lo definido en el apartado 1.3.2.1 del marco teórico de este documento como análisis multicriterio el cual se realizó en la matriz ilustrada en la Tabla 23 en donde se resumen y se relacionan los criterios de evaluación utilizados, la puntuación, los pesos asignados a cada criterio y la puntuación total. Debido a que el principal objetivo del proyecto es mejorar las condiciones de movilidad de la intersección de la Autopista Sur con la Avenida Pilsen se le asignó un peso del 30% al nivel de servicio, pues es el factor que en términos de movilidad es más completo al depender de las demoras que a su vez vincula la capacidad del grupo carril, el intervalo del tiempo analizado y el grado de saturación; a la capacidad se le concede un peso del 20% dado que este factor da una idea general del nivel de atención a la demanda que presenta la alternativa y es uno de los parámetros directamente relacionados con la movilidad, siendo así el objetivo principal del proyecto; el último criterio relacionado con la movilidad son los tiempos de viaje, los cuales se les asignan un peso del 15%, debido a la relación que tiene a los otros dos criterios relacionados con la movilidad, sin embargo el peso no está muy alejado de los otros porcentajes, porque es un factor que revela el comportamiento de las alternativas, además es uno de los parámetros con mayor nivel de percepción por los viajeros; para obtener una relación costo-beneficio válida se le asignó un peso del 20% al costo de la alternativa, cualquier prefactibilidad lleva su costo relacionado, dejando clara la viabilidad del proyecto para poder gestionar y proyectar los recursos de una manera idónea; y por último un peso del 15% al aspecto ambiental que está en manos de las emisiones tal cual como se planteó, dándole un valor un poco menor a los otros criterios, pues el objeto de trabajo es la movilidad, no obstante la proporción no está alejada de los otros factores. Como se pudo observar al combinar la esencia del estudio, con el factor económico y ambiental, se destaca la sostenibilidad integral en proyectos que convergen el territorio con sus habitantes.

Criterios de evaluación	<i>ALTERNATIVA 1</i>	<i>ALTERNATIVA 2</i>	<i>ALTERNATIVA 3</i>	Priorización de Pesos %
<i>COSTO</i>	7	8	6	20%
<i>CAPACIDAD</i>	5	7	10	20%
<i>NIVEL DE SERVICIO</i>	3	5	7	30%
<i>EMISIONES</i>	5	9	7	15%
<i>TIEMPOS DE VIAJES</i>	3	6	8	15%
Puntuación de cada alternativa	4.5	6.75	7.55	100%

Tabla 24. Matriz de evaluación multicriterio, tomado de elaboración propia, (2021).

Se obtiene por lo tanto que las dos alternativas con mayor puntaje fueron las alternativas 2 y 3, con una diferencia de solo el 10.6% la alternativa ganadora es la alternativa 3 con un puntaje de 7.55. La alternativa 2 presenta un alto beneficio en el costo sin embargo, posee una puntuación para el nivel de servicio de 5 dado que esta alternativa no libera por completo el flujo en la intersección al tener en su planteamiento un control semafórico en la Avenida Pilsen, si bien se logra darle un flujo continuo a la autopista, la cual posee las maniobras con mayores volúmenes y mayores colas, no resulto ser completamente eficiente en un periodo de 10 años para las maniobras de la Avenida Pilsen, por lo tanto se concluye seleccionar como la propuesta que mejorará al problema de movilidad en la intersección de la Autopista Sur con la Avenida Pilsen de manera más eficiente en el periodo de 10 años a la alternativa número 3.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

3 CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

Este trabajo tiene como objetivo principal mejorar la movilidad en la intersección de la Autopista Sur (Carrera 42) y la Avenida Pilsen (Calle 37B), lo cual, con la implementación de la alternativa 3, se logra al reducir en aproximadamente un 14% las maniobras con un nivel de servicio F y aumentar en un 20.3% los niveles de servicio A y B, junto con esto, la alternativa logra aumentar la capacidad de la intersección en un 64%. La solución propuesta logra, además eliminar totalmente la cola sobre la Autopista Sur puesto que se pasa de un flujo interrumpido por el control semafórico a un flujo en total libertad para todas las maniobras de la Avenida Pilsen y la Autopista Sur. Aunque la alternativa tuvo el puntaje más bajo en cuanto a su costo de construcción, la diferencia en costo con respecto a la alternativa 1 la cual obtuvo el valor económico más bajo es solo del 17%, por lo que se justifica la relación costo-beneficio.

Si bien la alternativa seleccionada soluciona el problema de movilidad en la intersección a periodo actual, se identificó que al último año de diseño, es decir, a 10 años, el gran aumento del parque automotor según los aforos proyectados afectaran nuevamente la movilidad en este punto, reduciendo el nivel de eficiencia, sobre la Avenida Pilsen en mayor medida, llegando a afectar incluso la salida hacia la derecha de los carros que vienen por la Autopista Sur y giran hacia la Avenida Pilsen en su calzada norte ya que el problema se trasladará a las intersecciones de la Diagonal 40 con la Calle 37B (Avenida Pilsen) y la intersección de la Avenida 37B (Avenida Pilsen) con la Calle 34A, para que la alternativa propuesta alcance un mayor grado de efectividad a periodo de diseño se propone la intervención de estas dos intersecciones mediante un cambio de sentido de carriles lo cual consiste en: cambiar los dos carriles de la Calle 31B en sentido Sur - Norte continuando así por la Diagonal 40; y cambiar también el sentido de la calle 34A en sus dos carriles en sentido Norte – Sur. Conservando las maniobras de los sentidos que permanecen, es decir suprimiendo las maniobras de los sentidos que desaparecen. Esto con el fin de ampliar la capacidad de las dos vías, canalizando mejor las maniobras sobre la Avenida Pilsen y ampliando el tiempo de verdes de cada una de las maniobras dentro de los ciclos de cada intersección (Ver figura 62).



Figura 64. Detalle de maniobras como alternativa a las intersecciones de la Avenida Pilsen, tomado de elaboración propia, (2021)

Es importante aclarar, que esta recomendación adicional no se implementó en este proyecto ya que para llevarlo a cabo se necesita el replanteo vehicular en una malla mucho más grande que la construida lo cual se sale del alcance de este trabajo. Del mismo modo se deja a modo de consideración para un futuro seguimiento a este proyecto el reconsiderar los aforos vehiculares realizando una discriminación mas detallada de los buses separándolos entre intermunicipales y urbanos lo que permitiría separar el comportamiento a futuro del crecimiento de estos dos modos vehiculares para una mayor exactitud en la proyección vehicular a periodo de diseño.

Adicionalmente a la recomendación anterior, si bien se diagnosticó que la Avenida Pilsen tiende a tener problemas a periodo de diseño, la Autopista Sur no se afecta puesto que su maniobra más importante la cual es el flujo directo de Norte a Sur con una capacidad de 5 carriles enteramente a disposición de esta maniobra esta independizada, logrando así disminuir los tiempos de viaje en este corredor tan importante ya que como se mencionó al comienzo de este proyecto, en el planteamiento del problema, la Autopista es una vía que además de ser intermunicipal y que permite el traslado de Norte a Sur en el Valle de Aburra se considera una vía nacional como uno de los principales corredores para permitir el paso de los vehículos que viajan de Norte a Sur a escala de todo el país, por esto mismo se recomienda el tratamiento de los controles semafóricos que se encuentran en las intersecciones de la calle 51 y la calle 50 con la Autopista, la diagonal 43 y el Puente Rafael

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Uribe Uribe (Calle 77 Sur) teniendo como principal meta plantear una intervención que permita el flujo sin interrupciones sobre la autopista.

Para concluir con este trabajo, dando cumplimiento al último de los objetivos específicos planteados, se presenta el plan de implementación de la alternativa seleccionada el cual incluye el presupuesto preliminar en Fase I estimado a un mayor detalle de la alternativa propuesta, para un mejor acercamiento al costo de la construcción real y el cronograma de obra de la construcción de la alternativa, a modo de consideración para la implementación de la alternativa, lo cual se hizo siguiendo unos capítulos y actividades propuestos basados en los presupuestos de los dos proyectos similares escogidos, los cuales son el Intercambio Vial de Induamerica y el deprimido de la Transversal Inferior con la Loma de Los Parra, así como algunas recomendaciones constructivas, que además se tuvieron en cuenta para seleccionar la alternativa ganadora, ya que esta permitía desviar el foco de construcción de la Autopista Sur y llevarlo hacia la Avenida Pilsen evitando en la medida posible la obstrucción completa de la Autopista Sur, debido al alto flujo vehicular que transporta y la dificultad de redirigir este flujo para permitir la construcción.

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Presupuesto en Fase I.

Como se mencionó anteriormente la estimación de este presupuesto se hizo tomando como referencia los capítulos, subcapítulos y actividades realizadas para la construcción del puente del Intercambio Vial Induamerica y el deprimido de la Transversal Inferior con la Loma de Los Parra. Para darle una mayor precisión fue necesario escalar estos dos proyectos a el nivel de nuestro proyecto ya que la longitud del puente propuesto así su número de carriles es casi la mitad que el construido en el intercambio vial Induamerica, así como el deprimido propuesto es más grande que el construido en la Transversal Inferior por lo tanto para lograr esto se aplicó el concepto de “Tenores” lo que consiste en llevar las cantidades aplicadas en los proyectos de referencia a 1 metro lineal de obra del deprimido el cual tiene una longitud de aproximadamente 78 metros según los diseños publicados por la entidad y del puente cuya geometría consiste en 4 carriles de 3.5 m y una longitud de 260 metros para después utilizarlo como factor para escalar esas cantidades a las medidas del puente y el deprimido propuesto las cuales corresponden a un puente de 2 carriles de 3.5 m y un largo de 70 m y un deprimido de 96 metros de longitud considerando el ramal de giro a la izquierda.

Esto se hizo para los capítulos y actividades que podían ser llevados a nuestro proyecto, en los capítulos y actividades que no se podía realizar esta conversión, ya que eran adicionales a la construcción de las obras de infraestructura principales (Puente y

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

deprimido), como las obras hidráulicas o urbanismo, simplemente se hizo la depuración de actividades que se podían aplicar al proyecto y se tomaron los valores de referencia sin detallar actividades. Se realizó de esta manera debido a que a este nivel del proyecto no se cuenta con los diseños definitivos y detallados de todos los elementos constructivos de la alternativa propuesta, por esto no es posible determinar las cantidades exactas para la elaboración de un presupuesto con cantidades detalladas.

Se hizo también una proyección año a año de los precios utilizando el IPC de los años 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021 obtenidos de la página oficial del Banco de la República de Colombia en donde se encuentra el histórico de estos índices publicados por el DANE. Esto hizo debido a que los precios utilizados en los presupuestos de los proyectos similares se encontraban con valores del año 2015 y del año 2019 por lo que fue necesario proyectarlos al periodo actual. Se concluye por lo tanto que la obra tendrá un costo estimado de \$26.916.545.097,17 con un A.I.U del 30%, porcentaje que fue establecido así debido a que los precios unitarios de referencia ya incluían ese valor de A.I.U.

Cronograma de Obra

Para realizar el cronograma se toma como base las actividades que se definieron en el presupuesto de la Alternativa 3, también se toma como guía los plazos de ejecución publicados en los pliegos de condición de otras obras similares como los intercambios viales de Induamerica en Itagüí (11 meses) y la transversal inferior con la Loma de Los Parra en Medellín (18 meses). Con las actividades claras, se definieron los vínculos entre las tareas (Fin-Comienzo, Comienzo-Comienzo, Fin-Fin), utilizando el método CPM (Critical Path Method), por lo que, los plazos de ejecución se asignaron teniendo en cuenta la prioridad y el orden sistemático de las actividades.

Se definieron dos frentes de trabajo para la ejecución del proyecto, el primer frente que tiene una duración de 15 meses y siete días donde abarca la construcción del soterrado sobre la Avenida Pilsen calzada Norte, y el segundo frente se centra en la implementación del puente sobre la Avenida Pilsen en su calzada Sur con un plazo de 11 meses y 15 días, donde empieza 20 días antes de la finalización de las obras civiles del soterrado para poder asignar recursos y personal de manera transitoria.

Los resultados de la ruta crítica deja como resultados que: Las actividades de demolición de asfalto; las excavaciones con máquina; el reemplazo de suelo y adecuación de subrasante con Geotextil; el riego y compactación de base granular; las iluminarias de alumbrado público que es la última actividad de obra civil relacionada con el deprimido; de nuevo la demolición de pavimento para realizar la ejecución de actividades del puente, al igual que las excavaciones con maquina y las excavaciones manuales para las cimentaciones; todo lo relacionado con las formaleas, armado de acero y vaciado de

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

concreto para elementos estructurales (subestructura y superestructura) del puente; la adecuación de las estructuras de pavimento (subrasante, sub base granula, base granular, carpeta asfáltica MDC-25 y carpeta asfáltica MDC-19); la demarcación del pavimento; por último la prueba de carga del puente.

Las recomendaciones constructivas van más asociadas al plan de manejo de tránsito que se vaya a implementar, pues deben ir coordinados para el éxito del proyecto y en medida de lo posible la no interrupción del tráfico de la Autopista Sur y la Avenida Pilsen.

- La construcción del soterrado debe empezar por el costado occidental para dar la desviación del flujo de los vehículos de la Avenida Pilsen en un costado y a medida que se vayan realizando las placas del soterrado se vayan habilitando y deshabilitando carriles de la Autopista Sur y Avenida Pilsen como se puede apreciar en la Figura 63, 64 y 65 posiblemente se deban mover los semáforos de manera provisional para darle paso a las desviaciones.

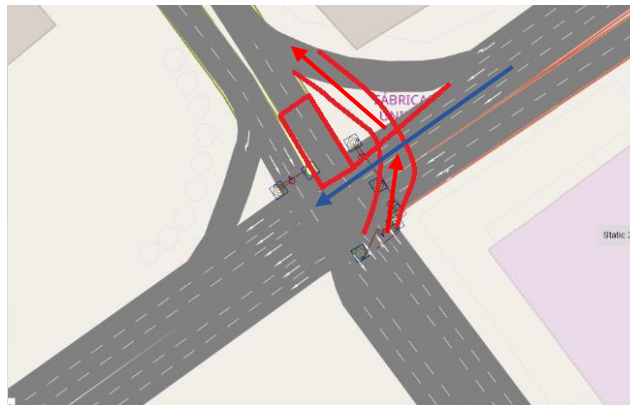


Figura 65. Esquematización desviaciones en la ejecución del soterrado sobre la Avenida Pilsen calz. Norte, tomado de elaboración propia, (2021)

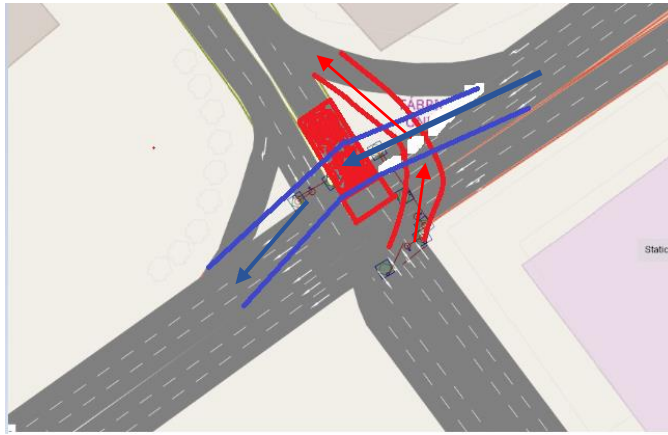


Figura 66. Esquematzación desviaciones en la ejecución del soterrado sobre la Avenida Pisen calz. Norte, tomado de elaboración propia, (2021)



Figura 67. Esquematzación desviaciones en la ejecución del soterrado sobre la Avenida Pisen calz. Norte, tomado de elaboración propia, (2021)

- La recomendación relacionada con el puente es similar a la anterior, para mayor facilidad constructiva es recomendable iniciar con el costado occidental y dejar realizadas las cimentaciones de las pilas que van aledañas al soterrado mientras este de ejecuta, para evitar reprocesos.
- Se recomienda que se evalúen elementos prefabricados, tanto vigas como losa ya sea para el puente como para el deprimido, donde el rendimiento de las actividades constructivas presentará un incremento y el tiempo del cronograma puede ser disminuido, así evitando afectaciones mayores para los conductores.

El presupuesto en Fase I, el análisis de las cantidades y los precios, así como el cronograma de obra se encuentran en el anexo 5 de este documento.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

REFERENCIAS

- Alarcon Gama, M. S., Garces Garzon, C. D., & Rubiano Montoya, J. O. (2015). *MODELO DE SIMULACION MICROSCOPICA VEHICULAR, ESTUDIO DE CASO: CALLE 72 ENTRE CARRERAS 7 y 28B DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.* Bogota D.C.: Universidad La Gran Colombia.
- Alcaldia de Medellin. (2012). *Secretaria de movilidad de Medellin*. Obtenido de <https://www.medellin.gov.co/movilidad/component/k2/partir-de-hoy-en-el-corredor-vial-del-rio-medellin-se-podra-transitar-a-80-kilometros-por-hora>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá . (2009). *Plan Maestro de Movilidad para la region metropolitana del Valle de Aburrá*. Obtenido de <https://www.metropol.gov.co/movilidad/PlanMaestro/Plan%20Maestro%20de%20Movilidad.pdf>
- Area Metropolitana del Valle de Aburrá. (2011). *MACROPROYECTO CENTRALIDAD SUR DEL VALLE DE ABURRÁ*. Obtenido de <http://www.institutodeestudiosurbanos.info/actividades-academicas/gestion-del-suelo-area-metropolitana-fase-2-2011/curso-grandes-proyectos-urbanos/1269-centralidad-sur-maldonado-maria-2011-presentacion/file>
- Area Metropolitana del Valle de Aburra. (24 de Septiembre de 2018). *INTERCAMBIO VIAL INDUAMERICA*. Obtenido de <https://www.metropol.gov.co/noticias/obras-metropolitanas/infraestructura-vial/itagui/intercambio-vial-induam%C3%A9rica>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (24 de Septiembre de 2018). *INTERCAMBIO VIAL INDUAMÉRICA*. Obtenido de Área Metropolitana del Valle de Aburrá: <https://www.metropol.gov.co/noticias/obras-metropolitanas/infraestructura-vial/itagui/intercambio-vial-induam%C3%A9rica>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (18 de Junio de 2019). *MODERNIZACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LA RED DE SEMÁFOROS DE ITAGÜÍ*. Obtenido de Área Metropolitana del Valle de Aburrá: <https://www.metropol.gov.co/Paginas/Noticias/modernizacion-y-actualizacion-de-la-red-de-semaforos-del-municipio-de-itagui.aspx>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (12 de Marzo de 2020). *INTERCAMBIO VIAL LA AYURÁ*. Obtenido de Área Metropolitana del Valle de Aburrá: <https://www.metropol.gov.co/noticias/obras-metropolitanas/infraestructura-vial/envigado/intercambio-vial-de-la-ayur%C3%A1>
- Area Metropolitana Valle de Aburra. (7 de Septiembre de 2017). *Area Metropolitana*. Obtenido de Encuesta origen destino: <https://www.metropol.gov.co/observatorio/Paginas/encuestaorigendestino.aspx>

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- Area Metropolitana Valle de Aburra. (2017). *Encuesta Origen Destino*. Obtenido de <https://www.metropol.gov.co/observatorio/Paginas/encuestaorigendestino.aspx>
- ASITT S.A.S. (2016). *Análisis de Movilidad Plan Parcial El Chanco*. Bogotá D.C.
- Belloti, M. (2019). *Vissim 8, USO Y APLICACION EN UNA INTERSECCION URBANA*. Córdoba, Argentina.
- Blair Sierra, C., & Guevara Aristizabal, D. A. (2012). *EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR EN LA INTERSECCION DE LA CARRERA 70 CON LA CALLE 9 POR LA CONSTRUCCION DE UNA VIA SUBTERRANEA EN EL AEROPUERTO ENRIQUE HOLAYA HERRERA*. Envigado.
- Bravo, J. M. (2012). Corredor multimodal del río. *El Mundo*.
- CAMARA DE COMERCIO DE MEDELLIN PARA ANTIOQUIA. (2019). *PERFILES SOCIOECONOMICOS DE LAS SUBREGIONES DE ANTIOQUIA*. Medellín: Cámara de Comercio.
- Cerquera Escobar, F. A. (2007). *REPOSITORIO UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA ESCUELA INGENIERIA DE TRANSPORTE Y VIAS*. Obtenido de CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1222/1/RED-1.pdf>
- CiudadSur. (2020). Dos semáforos colapsan la Autopista Sur en Itagüí. *CiudadSur*.
- Constructora Concreto. (2019). *Intercambio vial Rafael Uribe Uribe Puente calle 77 sur*. Obtenido de Constructora Concreto: <https://concreto.com/intercambio-vial-rafael-uribe-uribe-puente-calle-77-sur/>
- DANE. (2018). *Censo Nacional de Poblacion y Vivienda*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/cnpv-2018-presentacion-3ra-entrega.pdf>
- EL COLOMBIANO. (24 de Marzo de 2015). *Caos vial por cambio de sentido en Autopista Sur cerca de Itagüí*. Obtenido de EL COLOMBIANO: <https://www.elcolombiano.com/antioquia/movilidad/caos-vial-por-cambio-de-sentido-en-autopista-sur-cerca-de-itagui-JC1567874>
- EL COLOMBIANO. (5 de Enero de 2021). *LOS DESAFÍOS DE MOVILIDAD EN EL SUR DEL VALLE DE ABURRÁ*. Obtenido de <https://propiedades.com.co/abece-de-vivienda/los-desafios-de-movilidad-en-el-sur-del-valle-de-aburra>

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

FARDIER SAS. (2013). *REALIZAR EL PLAN DE MOVILIDAD DEL MUNICIPIO DE*.
Obtenido de https://www.transitoitagui.gov.co/wp-content/uploads/2016/10/INF_FORMULACI%C3%93N-06-12-2013.pdf

Fernandez A, R. (2010). *Elementos de la Teoria del Trafico Vehicular*. Lima-Peru: Pontificia Universidad Catolica del Peru.

Gomez Sierra, J. M. (2020). *Transito y Transporte*. Envigado, Antioquia.

Hoyos Chaverra, A. (2019). *Universidad de Antioquia*. Obtenido de A propósito de las vías y el desarrollo: https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/udea-noticias/udea-noticia/lut/p/z0/fY6xCslwElZfxaVjuKg16lgcBHFwEGmzyNEGPY25tIIF395UB3FxOe7_-O74QUMJ2mFPJ4zEDm3KIVbHxXI1GRe53EqVK1moXT6bT9bT_UHCBvR_IX2gS9vqAnTNLppHhNJzF9HeG4OZxPCbznwzn32YI8eRasKQyfe1o4YH

Jiménez, J. D. (2018). Movilidad en el Aburrá, cada vez más lenta: recorridos se demoran 44 % más. *El Colombiano*.

Jiménez, J. D. (s.f.). Las cuatro obras viales que desembotarán el Sur del Aburrá. *ADN*.

Lopez Avendaño, R. F. (2019). *RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA MEJORAR LA MOVILIDAD EN CARRERA PRIMERA RUTA 50 DEL MUNICIPIO DE FACATATIVA COON SISTEMAS DE TRASNPORTE INTELIGENTE Y SIMULACIONES EN EL SOFTWARE AIMSUN*. Bogota D.C.

Lozano, M. (2019). Tramo de autopista sur en Itagüí registra el 50% de los incidentes viales del municipio. *Noticias TeleMedellin*.

Medianero Burga, D., & Maurtua, M. (2015). Analisis de alternativas. En *Diseño de proyectos sociales*. Cempro Planes y Proyectos.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMETRICO DG - 2018*. Lima, Peru: Direccion General de Caminos y Ferrocarriles.

Mozo Sanchez, J. (2011). *Analisis de Nivel de Servicio y Capacidad de Segmentos Basicos de Autopistas, segmentos trenzados y rampas de acuerdo al Manual de Capacidad de Carreteras HCM2000 aplicando MathCad*. Mexico D.F: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE INGENIERIA.

NZ Transport Agency. (2019). *TRANSPORT MODEL DEVELOPMENT GUIDELINES*. Wellington, Nueva Zelanda: WAKA KOTAHI.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- Obra Social Caja Madrid. (2010). *Mobilidad urbana sostenible: un reto energetico y ambiental*. Obtenido de <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0536159.pdf>
- Pacheco, J. F., Ortegon, E., & Prieto, A. (2005). *Metodologia del marco logico para la planificacion, el seguimiento y la evaluacion de proyectos y programas*. Santiago de Chile: Naciones Unidas CEPAL.
- Padilla de la Cruz, C. R., & Ulloa Marchena, A. N. (2016). *Diseño y planeamiento de una intersección vial urbana no semaforizada simulando interaccion con el area de influencia*. Lima.
- Perez, L. (30 de Abril de 2016). *Analisis de alternativas de un proyecto*. Obtenido de <https://prezi.com/olc4xgmwmxqo/analisis-de-alternativas-de-un-proyecto/>
- Project Manajement Institute. (2008). Estimacion de costos. En *Guia de los fundamentos para la direccion de proyectos (Guia del PMBOK)* (pág. 459). Pennsylvania.
- ProMa MUIC. (2013). *Analisis de alternativas e identificacion de soluciones*. Obtenido de https://portal.camins.upc.edu/materials_guia/250441/2013/Analisis%20de%20alternativas.pdf
- Revista Semana. (2019). *Vias para el transporte de carga*. Obtenido de <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/el-pais-si-fluye/articulo/importancia-de-las-carreteras-para-la-competitividad-en-colombia/636988/>
- Sarmiento, I. (2019). No era un choque ¡era un puente! *VIVIR EN EL POBLADO*.
- Sheffi, Y. (1985). *URBAN TRANSPORTATION NETWORKS: Equilibrium Analysis with Mathematical Programming Methods*. New Jersey, USA: Gretchen K. Chenenko, Ros Herion, and Nancy DeWolfe.
- Tabares, L. X. (4 de Noviembre de 2006). *Lista la Avenida Pilsen*. Obtenido de EL MUNDO.COM: <https://www.elmundo.com/portal/pagina.general.impresion.php?idx=36256>
- Trasportation Research Board TRB. (2011). *Highway Capacity Manual HCM 2010*. Washignton, DC: TRB Editor.
- Valladares Mejia, A. (2016). *Comparacion de un Enfoque Macroscopico y Otro Microscopico al Estimar las Demoras por la Congestion Urbana*. Medellin.
- Valles Navarrete, F., & Rodriguez Aguilar, W. G. (2012). *CARACTERISTICAS DE LA VELOCIDAD PROMEDIO, VOLUMEN DE TRAFICO Y GRABADO EN LLANTAS EN TRAMOS DE PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE*. Bogota.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

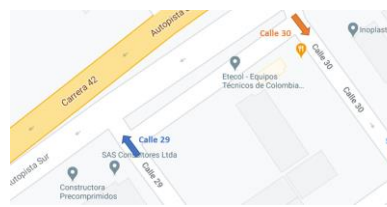
VÉLEZ, I. M. (25 de Octubre de 2010). *El lunes inician obras en el puente de la calle 60 Sur*. Obtenido de EL COLOMBIANO:
https://www.elcolombiano.com/historico/el_lunes_inician_obras_en_el_puente_de_la_calle_60_sur-MEEC_109522

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

ANEXOS

Anexo 1. Aforos vehiculares tomados el 5 de marzo del 2021.

Calle 46						
	MANIOBRA 1					
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	42	113	0	9	1	0
5:15 - 5:30	51	109	0	17	0	0
5:30 - 5:45	33	75	0	10	3	0
5:45 - 6:00	27	67	0	8	3	0
6:00 - 6:15	33	78	0	2	1	0
6:15 - 6:30	24	66	1	2	0	0
6:30 - 6:45	22	77	0	0	3	0
6:45 - 7:00	24	85	0	3	2	0
MANIOBRA 2						
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	45	36	0	4	0	0
5:15 - 5:30	34	46	0	2	0	0
5:30 - 5:45	66	41	0	2	1	0
5:45 - 6:00	59	31	0	4	5	0
6:00 - 6:15	51	29	0	1	1	0
6:15 - 6:30	34	30	0	1	0	0
6:30 - 6:45	52	26	22	1	0	0
6:45 - 7:00	28	20	0	3	0	0

Calle 29 y 30						
	CALLE 29 (Entrada a la autopista)					
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	9	8	0	3	5	4
5:15 - 5:30	5	15	0	3	1	5
5:30 - 5:45	4	5	0	4	0	1
5:45 - 6:00	6	10	0	1	3	3
6:00 - 6:15	14	7	1	2	0	0
6:15 - 6:30	9	7	1	2	0	0
6:30 - 6:45	8	3	1	1	0	2
6:45 - 7:00	4	0	0	4	0	1
CALLE 30 (Salida de la autopista)						
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	1	0	0	2	1	2
5:15 - 5:30	4	4	0	5	2	3
5:30 - 5:45	0	1	0	1	1	0
5:45 - 6:00	0	3	0	0	0	0
6:00 - 6:15	0	1	0	0	0	0
6:15 - 6:30	0	3	0	1	0	0
6:30 - 6:45	0	0	0	1	0	0
6:45 - 7:00	0	0	0	1	0	0

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Calle 31



MANIOBRA 1

PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	22	13	0	2	0	0
5:15 - 5:30	11	5	0	1	0	0
5:30 - 5:45	9	10	0	0	0	0
5:45 - 6:00	8	7	0	0	0	0
6:00 - 6:15	4	5	0	0	0	0
6:15 - 6:30	3	5	0	0	0	0
6:30 - 6:45	0	3	0	0	0	0
6:45 - 7:00	0	1	0	0	0	0

Calle 36

MANIOBRA 1

PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	79	24	0	1	3	0
5:15 - 5:30	21	49	0	2	7	0
5:30 - 5:45	20	42	0	1	2	0
5:45 - 6:00	20	47	0	2	2	2
6:00 - 6:15	96	45	0	1	1	0
6:15 - 6:30	102	34	0	4	5	1
6:30 - 6:45	65	45	0	0	3	2
6:45 - 7:00	80	45	0	1	3	1

Calle 36a

MANIOBRA 1

PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	13	7	1	0	0	0
5:15 - 5:30	13	14	0	0	0	0
5:30 - 5:45	20	17	0	0	0	0
5:45 - 6:00	16	18	0	0	0	0
6:00 - 6:15	10	29	0	0	0	0
6:15 - 6:30	20	10	0	0	1	0
6:30 - 6:45	19	12	0	0	1	0
6:45 - 7:00	19	18	1	0	1	1

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Calle 32



MANIOBRA 1

PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	2	5	0	0	1	1
5:15 - 5:30	7	3	0	0	3	0
5:30 - 5:45	2	5	0	0	6	3
5:45 - 6:00	4	4	0	0	0	2
6:00 - 6:15	5	3	0	1	0	2
6:15 - 6:30	3	1	0	0	0	0
6:30 - 6:45	2	2	0	0	1	2
6:45 - 7:00	1	0	0	1	0	2

MANIOBRA 2

PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	22	18	0	0	1	2
5:15 - 5:30	8	8	0	0	0	1
5:30 - 5:45	8	7	0	0	1	0
5:45 - 6:00	7	6	0	0	2	0
6:00 - 6:15	13	7	0	0	0	0
6:15 - 6:30	7	2	0	0	0	0
6:30 - 6:45	3	0	0	0	0	0
6:45 - 7:00	1	0	0	0	0	0

Calle 33



MANIOBRA 1

PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	2	7	0	7	1	0
5:15 - 5:30	3	1	0	0	1	0
5:30 - 5:45	5	2	0	0	1	0
5:45 - 6:00	5	1	0	2	0	0
6:00 - 6:15	2	3	0	1	0	0
6:15 - 6:30	1	3	0	1	0	0
6:30 - 6:45	2	1	0	0	0	0
6:45 - 7:00	2	1	0	1	0	0

MANIOBRA 2

PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	13	6	0	1	0	0
5:15 - 5:30	8	6	0	0	0	0
5:30 - 5:45	5	8	0	1	0	0
5:45 - 6:00	10	9	0	0	0	0
6:00 - 6:15	3	7	0	0	0	0
6:15 - 6:30	2	5	0	1	0	0
6:30 - 6:45	2	1	0	0	0	1
6:45 - 7:00	2	0	0	0	0	0

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

INTERSECCIÓN 1 – CARRERA 42 (AUTOPISTA SUR) CON LA CALLE 37B (AVENIDA PILSEN)

Avenida Pilsen						
MANIOBRA 1						
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	36	17	2	1	1	3
5:15 - 5:30	35	31	5	1	0	2
5:30 - 5:45	40	26	3	3	2	1
5:45 - 6:00	52	31	3	2	1	3
6:00 - 6:15	36	18	1	2	1	4
6:15 - 6:30	36	23	0	1	2	6
6:30 - 6:45	33	21	1	3	0	3
6:45 - 7:00	53	32	1	3	2	2
MANIOBRA 2						
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	222	63	2	7	5	0
5:15 - 5:30	211	88	0	2	9	1
5:30 - 5:45	195	71	2	5	3	3
5:45 - 6:00	191	85	1	0	1	2
6:00 - 6:15	221	50	5	6	6	4
6:15 - 6:30	219	51	3	4	2	2
6:30 - 6:45	212	107	1	2	2	0
6:45 - 7:00	202	96	1	3	2	1
MANIOBRA 3						
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	226	122	2	8	9	2
5:15 - 5:30	223	120	1	2	9	0
5:30 - 5:45	227	119	2	5	7	3
5:45 - 6:00	226	113	3	5	8	3
6:00 - 6:15	203	105	1	6	7	5
6:15 - 6:30	201	107	1	6	6	3
6:30 - 6:45	235	103	2	7	5	1
6:45 - 7:00	199	105	1	3	4	0
MANIOBRA 4						
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	36	20	3	1	4	9
5:15 - 5:30	39	15	1	3	9	4
5:30 - 5:45	32	15	5	6	15	2
5:45 - 6:00	53	11	1	6	13	7
6:00 - 6:15	56	17	4	1	8	7
6:15 - 6:30	53	32	5	7	6	9
6:30 - 6:45	33	30	1	7	12	3
6:45 - 7:00	51	13	0	7	2	10

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Autopista Sur						
MANIOBRA 1						
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	50	23	5	2	0	3
5:15 - 5:30	33	21	0	2	2	3
5:30 - 5:45	47	42	4	2	0	2
5:45 - 6:00	40	33	3	1	0	1
6:00 - 6:15	45	39	2	1	1	2
6:15 - 6:30	57	26	2	2	1	2
6:30 - 6:45	58	30	4	2	2	1
6:45 - 7:00	46	41	5	1	1	2
MANIOBRA 2						
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	297	368	39	26	32	6
5:15 - 5:30	295	372	39	26	31	5
5:30 - 5:45	301	381	42	28	35	6
5:45 - 6:00	297	375	43	27	34	6
6:00 - 6:15	294	365	37	25	30	4
6:15 - 6:30	292	370	38	24	28	5
6:30 - 6:45	294	364	36	25	31	3
6:45 - 7:00	286	352	34	22	25	4
MANIOBRA 3						
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	220	119	12	1	9	11
5:15 - 5:30	191	118	11	3	8	8
5:30 - 5:45	218	121	11	4	8	12
5:45 - 6:00	218	120	10	2	7	10
6:00 - 6:15	207	116	9	0	6	9
6:15 - 6:30	202	112	11	5	6	10
6:30 - 6:45	206	114	12	0	8	7
6:45 - 7:00	200	110	8	5	7	7
MANIOBRA 4						
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	232	121	15	12	19	10
5:15 - 5:30	234	122	16	10	20	9
5:30 - 5:45	232	117	15	11	18	8
5:45 - 6:00	233	118	14	13	18	9
6:00 - 6:15	228	119	3	9	17	7
6:15 - 6:30	229	115	12	10	15	6
6:30 - 6:45	221	116	13	8	14	6
6:45 - 7:00	222	112	10	7	12	7

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Diagonal 38A						
MANIOBRA 1						
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	17	11	0	4	2	0
5:15 - 5:30	17	14	0	0	0	0
5:30 - 5:45	15	10	0	1	1	0
5:45 - 6:00	19	16	0	0	1	0
6:00 - 6:15	21	18	0	1	0	0
6:15 - 6:30	20	16	0	2	2	0
6:30 - 6:45	23	14	0	4	2	0
6:45 - 7:00	22	12	0	1	1	0

INTERSECCIÓN 2 - DIAGONAL 40 CON LA CALLE 37B (AVENIDA PILSEN)

Avenida Pilsen

MANIOBRA 1						
PERIODO	Motos	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s
5:00 - 5:15	49	32	3	9	1	0
5:15 - 5:30	51	34	2	7	1	0
5:30 - 5:45	58	38	2	7	0	0
5:45 - 6:00	60	42	4	6	2	0
6:00 - 6:15	72	49	2	9	0	0
6:15 - 6:30	68	50	1	6	1	0
6:30 - 6:45	50	32	1	2	0	0
6:45 - 7:00	41	30	0	0	0	0

MANIOBRA 2						
PERIODO	Motos	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s
5:00 - 5:15	221	110	11	5	9	3
5:15 - 5:30	225	128	10	8	9	2
5:30 - 5:45	233	134	10	10	11	4
5:45 - 6:00	256	144	11	9	13	4
6:00 - 6:15	261	179	13	13	12	5
6:15 - 6:30	252	162	9	10	8	4
6:30 - 6:45	202	140	6	6	6	2
6:45 - 7:00	142	121	5	3	2	0

MANIOBRA 3						
PERIODO	Motos	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s
5:00 - 5:15	1	2	0	0	0	0
5:15 - 5:30	1	0	0	0	0	0
5:30 - 5:45	0	1	0	0	0	0
5:45 - 6:00	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:15	2	1	0	0	0	0
6:15 - 6:30	0	2	0	0	0	0
6:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0
6:45 - 7:00	0	0	0	0	0	0

MANIOBRA 4						
PERIODO	Motos	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s
5:00 - 5:15	207	84	10	3	11	0
5:15 - 5:30	166	72	7	9	13	1
5:30 - 5:45	229	104	8	5	4	3
5:45 - 6:00	235	122	9	6	10	4
6:00 - 6:15	253	141	10	8	11	5
6:15 - 6:30	224	135	6	7	5	6
6:30 - 6:45	185	95	4	4	5	2
6:45 - 7:00	110	87	4	3	2	2

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Diagonal 40						
MANIOBRA 1						
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	2	0	0	0	1	0
5:15 - 5:30	1	1	0	0	0	0
5:30 - 5:45	1	2	0	0	0	0
5:45 - 6:00	1	0	0	0	1	0
6:00 - 6:15	2	1	0	0	1	0
6:15 - 6:30	0	1	0	0	2	0
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	0
6:45 - 7:00	0	1	0	0	0	0
MANIOBRA 2						
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	27	9	2	0	0	0
5:15 - 5:30	35	27	2	2	1	0
5:30 - 5:45	42	20	3	0	1	0
5:45 - 6:00	45	26	5	2	0	0
6:00 - 6:15	53	38	5	3	2	0
6:15 - 6:30	41	33	2	1	1	0
6:30 - 6:45	32	24	0	0	0	0
6:45 - 7:00	24	17	1	0	0	0
MANIOBRA 3						
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	46	52	0	0	2	0
5:15 - 5:30	49	30	0	0	2	0
5:30 - 5:45	60	59	2	1	2	0
5:45 - 6:00	65	62	2	2	3	0
6:00 - 6:15	78	73	4	4	3	0
6:15 - 6:30	81	75	2	3	5	0
6:30 - 6:45	68	64	1	1	1	0
6:45 - 7:00	47	42	1	1	0	0

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Calle 31B							
	MANIOBRA 1						
	PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
	5:00 - 5:15	3	3	6	1	0	0
	5:15 - 5:30	4	1	3	0	0	0
	5:30 - 5:45	4	2	7	0	0	0
	5:45 - 6:00	3	3	8	1	0	0
	6:00 - 6:15	5	4	6	1	0	0
	6:15 - 6:30	2	3	7	1	0	0
	6:30 - 6:45	2	2	5	0	0	0
6:45 - 7:00	1	0	3	0	0	0	
MANIOBRA 2							
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3	
5:00 - 5:15	71	34	4	1	5	0	
5:15 - 5:30	58	39	6	0	0	0	
5:30 - 5:45	59	39	5	1	2	0	
5:45 - 6:00	72	54	5	2	5	0	
6:00 - 6:15	81	63	9	4	5	0	
6:15 - 6:30	61	55	7	5	4	0	
6:30 - 6:45	53	42	4	2	3	0	
6:45 - 7:00	50	34	3	1	2	0	
MANIOBRA 3							
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3	
5:00 - 5:15	57	51	3	2	0	0	
5:15 - 5:30	58	51	3	1	0	0	
5:30 - 5:45	43	33	3	3	0	0	
5:45 - 6:00	65	57	4	5	0	0	
6:00 - 6:15	69	62	4	3	2	0	
6:15 - 6:30	60	55	3	5	1	0	
6:30 - 6:45	56	48	2	3	1	0	
6:45 - 7:00	54	40	3	3	0	0	

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

INTERSECCION 3 - AVENIDA 37B CON LA CALLE 34A

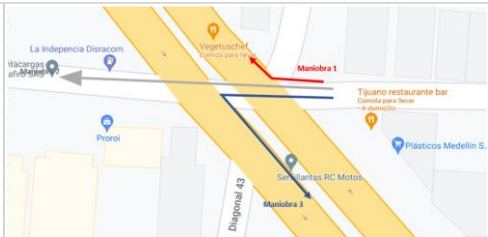
Avenida Pilsen



MANIOBRA 1						
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	9	10	0	0	0	0
5:15 - 5:30	6	3	0	0	0	0
5:30 - 5:45	2	2	0	0	1	0
5:45 - 6:00	6	1	0	0	0	0
6:00 - 6:15	4	2	0	0	0	0
6:15 - 6:30	2	3	0	0	0	0
6:30 - 6:45	3	2	0	0	0	0
6:45 - 7:00	4	2	0	0	0	0
MANIOBRA 2						
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	0	6	0	0	0	0
5:15 - 5:30	3	0	0	0	0	0
5:30 - 5:45	4	9	0	0	4	0
5:45 - 6:00	4	3	0	2	2	0
6:00 - 6:15	2	4	0	0	0	0
6:15 - 6:30	2	3	0	0	1	0
6:30 - 6:45	0	3	0	1	0	0
6:45 - 7:00	3	7	0	0	0	0
MANIOBRA 3						
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	162	82	9	3	3	2
5:15 - 5:30	184	61	10	1	7	1
5:30 - 5:45	164	68	9	2	4	1
5:45 - 6:00	162	90	13	4	12	0
6:00 - 6:15	140	49	9	1	3	0
6:15 - 6:30	149	40	13	2	5	0
6:30 - 6:45	122	40	7	0	6	0
6:45 - 7:00	97	79	7	3	7	1
MANIOBRA 4						
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	166	68	8	3	9	0
5:15 - 5:30	169	90	11	3	15	1
5:30 - 5:45	168	86	8	4	5	3
5:45 - 6:00	137	81	8	1	9	1
6:00 - 6:15	101	79	7	0	7	3
6:15 - 6:30	126	82	5	1	2	1
6:30 - 6:45	87	57	1	2	1	1
6:45 - 7:00	101	83	8	5	3	0

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Calle 34a (Lado norte)



MANIOBRA 1

PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	4	1	0	0	0	0
5:15 - 5:30	2	3	0	0	0	0
5:30 - 5:45	4	2	0	0	1	0
5:45 - 6:00	5	2	0	0	0	0
6:00 - 6:15	3	1	0	0	0	0
6:15 - 6:30	1	2	0	0	1	0
6:30 - 6:45	0	3	0	0	0	0
6:45 - 7:00	0	0	0	0	0	0

MANIOBRA 2

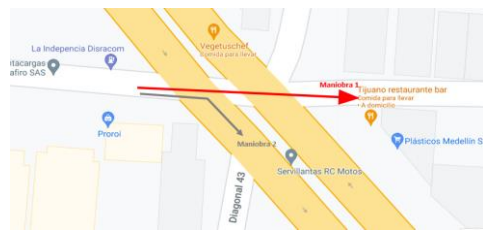
PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	132	114	13	1	2	0
5:15 - 5:30	141	130	8	2	2	0
5:30 - 5:45	166	156	11	2	3	0
5:45 - 6:00	164	129	9	1	1	0
6:00 - 6:15	178	125	9	3	3	0
6:15 - 6:30	147	114	11	4	1	0
6:30 - 6:45	133	122	11	0	0	0
6:45 - 7:00	92	77	7	2	2	0

MANIOBRA 3

PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	6	5	0	1	0	0
5:15 - 5:30	5	3	0	0	0	0
5:30 - 5:45	9	1	0	0	1	0
5:45 - 6:00	4	6	0	1	0	0
6:00 - 6:15	8	5	0	0	0	0
6:15 - 6:30	7	5	0	0	0	0
6:30 - 6:45	1	2	0	0	0	0
6:45 - 7:00	1	3	0	0	0	0

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Calle 34a (Lado sur)



MANIOBRA 1

PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	84	62	0	0	0	0
5:15 - 5:30	92	73	1	1	2	0
5:30 - 5:45	91	90	1	3	0	0
5:45 - 6:00	75	60	1	1	0	0
6:00 - 6:15	50	48	0	0	4	0
6:15 - 6:30	59	54	1	0	0	0
6:30 - 6:45	63	61	2	1	1	0
6:45 - 7:00	52	55	2	0	0	0

MANIOBRA 2

PERIODO	Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
5:00 - 5:15	16	12	0	0	1	0
5:15 - 5:30	15	13	0	1	0	0
5:30 - 5:45	13	8	0	0	0	0
5:45 - 6:00	14	15	0	1	1	0
6:00 - 6:15	7	12	0	0	0	1
6:15 - 6:30	10	17	0	0	0	0
6:30 - 6:45	9	8	0	0	0	0
6:45 - 7:00	6	7	0	0	0	0

Anexo 2. Aforos proyectados a 10 años.

CALLE 46

AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 1					
Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
108	164	0	12	2	0
131	158	0	23	0	0
85	109	0	13	4	0
70	97	0	11	4	0
85	113	0	3	2	0
62	96	1	3	0	2
57	112	0	0	4	0
62	124	0	4	3	0
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 2					
Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
116	53	0	6	0	0
88	67	0	3	0	0
169	60	0	3	2	0
152	45	0	6	7	0
131	42	0	2	2	0
88	44	0	2	0	0
134	38	2	2	0	3
72	29	0	4	0	0

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

CALLE 29 y 30

AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - CALLE 29					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
24	12	0	4	7	6
13	22	0	4	2	7
11	8	0	6	0	2
16	15	0	2	4	4
36	11	1	3	0	0
24	11	1	3	0	0
21	5	1	2	0	3
11	0	0	6	0	2
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - CALLE 30					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
3	0	0	3	2	3
10	6	0	7	3	4
0	2	0	2	2	0
0	5	0	0	0	0
0	2	0	0	0	0
0	5	0	2	0	0
0	0	0	2	0	0
0	0	0	2	0	0

CALLE 31

AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - CALLE 31					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
57	19	0	3	0	0
29	8	0	2	0	0
24	15	0	0	0	0
21	11	0	0	0	0
11	8	0	0	0	0
8	8	0	0	0	0
0	5	0	0	0	0
0	2	0	0	0	0

CALLE 36

AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - CALLE 36					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
203	35	0	2	4	0
54	71	0	3	10	0
52	61	0	2	3	0
52	69	0	3	3	3
246	66	0	2	2	0
262	50	0	6	7	2
167	66	0	0	4	3
205	66	0	2	4	2

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

CALLE 36A

AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - CALLE 36A					
Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
34	11	1	0	0	0
34	21	0	0	0	0
52	25	0	0	0	0
41	27	0	0	0	0
26	42	0	0	0	0
52	15	0	0	2	0
49	18	0	0	2	0
49	27	1	0	2	2

CALLE 32

AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 1					
Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
6	8	0	0	2	2
18	5	0	0	4	0
6	8	0	0	8	4
11	6	0	0	0	3
13	5	0	2	0	3
8	2	0	0	0	0
6	3	0	0	2	3
3	0	0	2	0	3
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 2					
Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
57	27	0	0	2	3
21	12	0	0	0	2
21	11	0	0	2	0
18	9	0	0	3	0
34	11	0	0	0	0
18	3	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0

CALLE 33

AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 1					
Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
6	11	0	10	2	0
8	2	0	0	2	0
13	3	0	0	2	0
13	2	0	3	0	0
6	5	0	2	0	0
3	5	0	2	0	0
6	2	0	0	0	0
6	2	0	2	0	0
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 2					
Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartidor	Camion c2	Camion c2s3
34	9	0	2	0	0
21	9	0	0	0	0
13	12	0	2	0	0
26	14	0	0	0	0
8	11	0	0	0	0
6	8	0	2	0	0
6	2	0	0	0	2
6	0	0	0	0	0

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

INTERSECCIÓN 1 – CARRERA 42 (AUTOPISTA SUR) CON LA CALLE 37B (AVENIDA PILSEN)

AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 1 (AVENIDA PILSEN)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
93	25	2	2	2	4
90	45	5	2	0	3
103	38	3	4	3	2
134	45	3	3	2	4
93	27	1	3	2	6
93	34	0	2	3	8
85	31	1	4	0	4
136	47	1	4	3	3
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 2 (AVENIDA PILSEN)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
569	92	2	10	7	0
541	128	0	3	12	2
500	103	2	7	4	4
489	124	1	0	2	3
566	73	5	8	8	6
561	74	3	6	3	3
543	155	1	3	3	0
518	139	1	4	3	2
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 3 (AVENIDA PILSEN)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
579	177	2	11	12	3
571	174	1	3	12	0
582	173	2	7	10	4
579	164	3	7	11	4
520	153	1	8	10	7
515	155	1	8	8	4
602	150	2	10	7	2
510	153	1	4	6	0
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 4 (AVENIDA PILSEN)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
93	29	3	2	6	12
100	22	1	4	12	6
82	22	5	8	20	3
136	16	1	8	17	10
144	25	4	2	11	10
136	47	5	10	8	12
85	44	1	10	16	4
131	19	0	10	3	13

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 1 (AUTOPISTA SUR)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
128	34	5	3	0	4
85	31	0	3	3	4
121	61	4	3	0	3
103	48	3	2	0	2
116	57	2	2	2	3
146	38	2	3	2	3
149	44	4	3	3	2
118	60	5	2	2	3
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 2 (AUTOPISTA SUR)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
761	533	39	34	42	8
756	539	39	34	41	7
771	552	42	37	46	8
761	543	43	36	45	8
753	529	37	33	39	6
748	536	38	32	37	7
753	527	36	33	41	4
733	510	34	29	33	6
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 3 (AUTOPISTA SUR)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
564	173	12	2	12	15
489	171	11	4	11	11
559	176	11	6	11	16
559	174	10	3	10	13
530	168	9	0	8	12
518	163	11	7	8	13
528	166	12	0	11	10
512	160	8	7	10	10
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 4 (AUTOPISTA SUR)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
594	176	15	16	25	13
600	177	16	13	26	12
594	170	15	15	24	11
597	171	14	17	24	12
584	173	3	12	23	10
587	167	12	13	20	8
566	168	13	11	19	8
569	163	10	10	16	10

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - DIAGONAL 38A					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
44	16	0	6	3	0
44	21	0	0	0	0
39	15	0	2	2	0
49	24	0	0	2	0
54	27	0	2	0	0
52	24	0	3	3	0
59	21	0	6	3	0
57	18	0	2	2	0

INTERSECCIÓN 2 - DIAGONAL 40 CON LA CALLE 37B (AVENIDA PILSEN)

AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 1 (AVENIDA PILSEN)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
126	47	3	12	2	0
131	50	2	10	2	0
149	56	2	10	0	0
154	61	4	8	3	0
185	71	2	12	0	0
175	73	1	8	2	0
128	47	1	3	0	0
105	44	0	0	0	0
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 2 (AVENIDA PILSEN)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
566	160	11	7	12	4
576	186	10	11	12	3
597	194	10	13	15	6
656	209	11	12	17	6
669	260	13	17	16	7
646	235	9	13	11	6
518	203	6	8	8	3
364	176	5	4	3	0
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 3 (AVENIDA PILSEN)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
3	3	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
0	2	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
6	2	0	0	0	0
0	3	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 4 (AVENIDA PILSEN)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
530	122	10	4	15	0
425	105	7	12	17	2
587	151	8	7	6	4
602	177	9	8	13	6
648	205	10	11	15	7
574	196	6	10	7	8
474	138	4	6	7	3
282	126	4	4	3	3

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 1 (DIAGONAL 40)					
Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartida	Camion c2	Camion c2s3
6	0	0	0	2	0
3	2	0	0	0	0
3	3	0	0	0	0
3	0	0	0	2	0
6	2	0	0	2	0
0	2	0	0	3	0
3	0	0	0	0	0
0	2	0	0	0	0
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 2 (DIAGONAL 40)					
Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartida	Camion c2	Camion c2s3
70	14	2	0	0	0
90	40	2	3	2	0
108	29	3	0	2	0
116	38	5	3	0	0
136	56	5	4	3	0
105	48	2	2	2	0
82	35	0	0	0	0
62	25	1	0	0	0
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 3 (DIAGONAL 40)					
Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartida	Camion c2	Camion c2s3
118	76	0	0	3	0
126	44	0	0	3	0
154	86	2	2	3	0
167	90	2	3	4	0
200	106	4	6	4	0
208	109	2	4	7	0
175	93	1	2	2	0
121	61	1	2	0	0

AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 1 (CALLE 31B)					
Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartida	Camion c2	Camion c2s3
8	5	6	2	0	0
11	2	3	0	0	0
11	3	7	0	0	0
8	5	8	2	0	0
13	6	6	2	0	0
6	5	7	2	0	0
6	3	5	0	0	0
3	0	3	0	0	0
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 2 (CALLE 31B)					
Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartida	Camion c2	Camion c2s3
182	50	4	2	7	0
149	57	6	0	0	0
152	57	5	2	3	0
185	79	5	3	7	0
208	92	9	6	7	0
157	80	7	7	6	0
136	61	4	3	4	0
128	50	3	2	3	0
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 3 (CALLE 31B)					
Motoss	Livianos	Buses	Camion Repartida	Camion c2	Camion c2s3
146	74	3	3	0	0
149	74	3	2	0	0
111	48	3	4	0	0
167	83	4	7	0	0
177	90	4	4	3	0
154	80	3	7	2	0
144	70	2	4	2	0
139	58	3	4	0	0

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

INTERSECCION 3 - AVENIDA 37B CON LA CALLE 34A

AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 1 (AVENIDA PILSEN)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
24	15	0	0	0	0
16	5	0	0	0	0
6	3	0	0	2	0
16	2	0	0	0	0
11	3	0	0	0	0
6	5	0	0	0	0
8	3	0	0	0	0
11	3	0	0	0	0
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 2 (AVENIDA PILSEN)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
0	9	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
11	14	0	0	6	0
11	5	0	3	3	0
6	6	0	0	0	0
6	5	0	0	2	0
0	5	0	2	0	0
8	11	0	0	0	0
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 3 (AVENIDA PILSEN)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
415	119	9	4	4	3
472	89	10	2	10	2
420	99	9	3	6	2
415	131	13	6	16	0
359	71	9	2	4	0
382	58	13	3	7	0
313	58	7	0	8	0
249	115	7	4	10	2
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 4 (AVENIDA PILSEN)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
425	99	8	4	12	0
433	131	11	4	20	2
431	125	8	6	7	4
351	118	8	2	12	2
259	115	7	0	10	4
323	119	5	2	3	2
223	83	1	3	2	2
259	121	8	7	4	0

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 1 (CALLE 34A LADO NORTE)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
11	2	0	0	0	0
6	5	0	0	0	0
11	3	0	0	2	0
13	3	0	0	0	0
8	2	0	0	0	0
3	3	0	0	2	0
0	5	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 2 (CALLE 34A LADO NORTE)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
338	166	13	2	3	0
361	189	8	3	3	0
425	226	11	3	4	0
420	187	9	2	2	0
456	181	9	4	4	0
377	166	11	6	2	0
341	177	11	0	0	0
236	112	7	3	3	0
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 3 (CALLE 34A LADO NORTE)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
16	8	0	2	0	0
13	5	0	0	0	0
24	2	0	0	2	0
11	9	0	2	0	0
21	8	0	0	0	0
18	8	0	0	0	0
3	3	0	0	0	0
3	5	0	0	0	0

AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 1 (CALLE 34A LADO SUR)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
216	90	0	0	0	0
236	106	1	2	3	0
233	131	1	4	0	0
192	87	1	2	0	0
128	70	0	0	6	0
152	79	1	0	0	0
162	89	2	2	2	0
134	80	2	0	0	0
AFOROS PROYECTADOS A 10 AÑOS - MANIOBRA 2 (CALLE 34A LADO SUR)					
<i>Motoss</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Camion Repartidor</i>	<i>Camion c2</i>	<i>Camion c2s3</i>
41	18	0	0	2	0
39	19	0	2	0	0
34	12	0	0	0	0
36	22	0	2	2	0
18	18	0	0	0	2
26	25	0	0	0	0
24	12	0	0	0	0
16	11	0	0	0	0

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Anexo 4. Plan de implementación

Presupuesto en FASE I

PRESUPUESTO EN FASE I ALTERNATIVA 3							
INTERSECCIÓN DE LA CALLE 37B (AVENIDA PILSEN) CON LA CARRERA 42 (AUTOPISTA SUR)							
PRESUPUESTO							
No	ITEM No.	NOMBRE CLAVE ACTIVIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
FRENTE 1: CONSTRUCCION DEL DEPRIMIDO SOBRE LA CALZADA NORTE DE LA CALLE 37B (AVENIDA PILSEN)							
1. PRELIMINARES						\$	265,464,163.58
1	1.1	Demolición de cordones.	Demolición de cordones. Incluye carga, transporte y botada de escombros.	ml	1,553.23	\$ 7,253.62	\$ 11,266,552.29
2	1.2	Demolición de andenes y sardinel de cualquier espesor.	Demolición de andenes y sardinel de cualquier espesor. Incluye: retiro de cordones cualquier tipo y tamaño, entresuelo, retiro y reinstalación de: tapas de medidores de acueducto cualquier diámetro, tapas de energía, tapas cajas de teléfonos, carga, transporte y botada de escombros.	m3	1,291.08	\$ 75,197.82	\$ 97,086,174.99
3	1.3	Demolición de carpeta asfáltica cualquier espesor.	Demolición de carpeta asfáltica cualquier espesor. Incluye corte con máquina de disco según trazado de topografía, picada en tamaños máximos de 40 cm, acopio, carga y transporte a la planta de reciclaje que indique la interventoría.	m3	1,196.31	\$ 101,677.18	\$ 121,637,195.80
4	1.4	Demolición de concreto de cualquier tipo de resistencia y en cualquier estructura.	Demolición de concreto de cualquier tipo de resistencia y en cualquier estructura. Incluye carga, transporte y botada de material.	m3	302.77	\$ 117,165.94	\$ 35,474,240.42
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS						\$	6,788,067,955.18
5	2.1	Excavación en material heterogéneo bajo cualquier grado de humedad a máquina, altura variable, medido en sitio. H<2.5m.	Excavación en material heterogéneo bajo cualquier grado de humedad a máquina, altura variable, medido en sitio. Incluye: roca descompuesta, bolas de roca de volumen inferior a 0.35 m³. Incluye carga, transporte y botada de material a donde lo indique la interventoría. H<2.5m.	m3	9,963.1	\$ 46,526.35	\$ 463,545,634.68
6	2.2	Excavación en material heterogéneo bajo cualquier grado de humedad a máquina, altura variable, medido en sitio. Incluye: roca descompuesta, bolas de roca de volumen inferior a 0.35 m³. H<2.5m.	Excavación en material heterogéneo bajo cualquier grado de humedad a máquina, altura variable, medido en sitio. Incluye: roca descompuesta, bolas de roca de volumen inferior a 0.35 m³. Incluye carga, transporte y botada de material a donde lo indique la interventoría. H<2.5m.	m3	19,095.4	\$ 51,339.99	\$ 980,356,765.33
7	2.3	Excavación manual en material heterogéneo, bajo cualquier grado de humedad. Incluye: roca descompuesta, bolas de roca de volumen inferior a 0.35 m³. H<2.5m.	Excavación manual en material heterogéneo, bajo cualquier grado de humedad. Incluye: roca descompuesta, bolas de roca de volumen inferior a 0.35 m³. Incluye carga, transporte y botada de material a donde lo indique la interventoría. H<2.5m.	m3	1,265.2	\$ 45,811.51	\$ 57,962,127.97
8	2.4	Excavación manual en material heterogéneo, bajo cualquier grado de humedad. H<2.5m.	Excavación manual en material heterogéneo, bajo cualquier grado de humedad. Incluye: roca descompuesta, bolas de roca de volumen inferior a 0.35 m³. Incluye carga, transporte y botada de material a donde lo indique la interventoría. H<2.5m.	m3	745.8	\$ 55,148.33	\$ 41,132,166.68
9	2.5	Excavación en roca con cemento demolidor no explosivo tipo cras o equivalente con diámetro de perforación de 30mm.	Excavación en roca con cemento demolidor no explosivo tipo cras o equivalente con diámetro de perforación de 30mm. Incluye cemento demolidor a una dosificación de 8 kg por metro cúbico, desmombado, acarreo interno hasta el sitio de acopio o donde lo indique la interventoría y los permisos ante las entidades correspondientes para su utilización. Se pagará como roca compacta. Se deben seguir las recomendaciones del productor y garantizar la aplicación con personal autorizado. Su medida será en sitio. Incluye botada.	m3	10,409.8	\$ 401,007.49	\$ 4,174,426,249.99
10	2.6	Construcción de entibado temporal en tablón de madera (6 usos), bajo cualquier altura y grado de humedad.	Construcción de entibado temporal en tablón de madera (6 usos), bajo cualquier altura y grado de humedad. Incluye suministro, transporte y colocación de elementos de madera, el cargo, transporte interno y externo y botada de material sobrantes en los sitios donde lo indique la interventoría y su medida será en el sitio, su forma de pago se hará por el área que se encuentre en contacto con la tierra, según normas y especificaciones generales de construcción de expp de Medellín, capítulo 2.	m2	958.8	\$ 19,721.49	\$ 18,908,362.59
11	2.7	Excavación para pilotes de ø=1.20m. De 0.0 a 2.0 m.	Excavación para pilotes de ø=1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de ø=10 cm, (ø exterior = 1.40m.), carga, transporte y botada de material. De 0.0 a 2.0 m.	ml	246.2	\$ 399,473.89	\$ 98,332,033.33
12	2.8	Excavación para pilotes de ø=1.20m. De 2.0 a 4.0 m.	Excavación para pilotes de ø=1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de ø=10 cm, (ø exterior = 1.40m.), carga, transporte y botada de material. De 2.0 a 4.0 m.	ml	246.2	\$ 412,556.45	\$ 101,552,356.66
13	2.9	Excavación para pilotes de ø=1.20m. De 4.0 a 6.0 m.	Excavación para pilotes de ø=1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de ø=10 cm, (ø exterior = 1.40m.), carga, transporte y botada de material. De 4.0 a 6.0 m.	ml	246.2	\$ 423,569.59	\$ 104,263,283.38
14	2.1	Excavación para pilotes de ø=1.20m. De 6.0 a 8.0 m.	Excavación para pilotes de ø=1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de ø=10 cm, (ø exterior = 1.40m.), carga, transporte y botada de material. De 6.0 a 8.0 m.	ml	246.2	\$ 435,187.41	\$ 107,123,053.76
15	2.11	Excavación para pilotes de ø=1.20m. De 8.0 a 10.0 m.	Excavación para pilotes de ø=1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de ø=10 cm, (ø exterior = 1.40m.), carga, transporte y botada de material. De 8.0 a 10.0 m.	ml	228.9	\$ 452,739.32	\$ 103,642,479.00
16	2.12	Excavación para pilotes de ø=1.20m. De 10.0 a 12.0 m.	Excavación para pilotes de ø=1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de ø=10 cm, (ø exterior = 1.40m.), carga, transporte y botada de material. De 10.0 a 12.0 m.	ml	174.8	\$ 464,399.71	\$ 81,162,779.39
17	2.13	Excavación para pilotes de ø=1.20m. De 12.0 a 14.0 m.	Excavación para pilotes de ø=1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de ø=10 cm, (ø exterior = 1.40m.), carga, transporte y botada de material. De 12.0 a 14.0 m.	ml	73.8	\$ 481,137.88	\$ 35,530,181.60
18	2.14	Excavación para pilotes de ø=1.20m. De 14.0 a 16.0 m.	Excavación para pilotes de ø=1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de ø=10 cm, (ø exterior = 1.40m.), carga, transporte y botada de material. De 14.0 a 16.0 m.	ml	12	\$ 499,380.85	\$ 614,822.56
19	2.15	Llenos con arenilla compactados mecánicamente hasta obtener una densidad del 98%.	Llenos con arenilla compactados mecánicamente hasta obtener una densidad del 98% de la máxima obtenida en el ensayo del próctor modificado. Incluye el suministro, transporte, colocación de la arenilla, la compactación de la misma y transporte interno. Y su medida será en sitio ya compactado.	m3	6,466.5	\$ 47,171.09	\$ 305,030,051.21
20	2.16	Llenos en material provenientes de la excavación, compactados mecánicamente hasta obtener una densidad del 95%.	Llenos en material provenientes de la excavación, compactados mecánicamente hasta obtener una densidad del 95% de la máxima obtenida en el ensayo del próctor modificado. Incluye transporte interno. Su medida será en sitio ya compactado.	m3	1,412.9	\$ 18,353.15	\$ 25,931,584.21
21	2.17	Geotextil 1700 NT	Suministro, transporte y colocación de Geotextil 1700 NT o similar	m2	1,548.3	\$ 7,549.08	\$ 11,688,294.47
22	2.18	Material granular triturado entre 3/4" y 1/2"	Suministro, transporte y colocación de Material granular triturado entre 3/4" y 1/2". Incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	m3	802.5	\$ 76,909.20	\$ 61,716,673.66
23	2.19	Tubería de drenaje ø=4"	Suministro, transporte y colocación de Tubería de drenaje ø=4". Incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	ml	531.7	\$ 24,825.57	\$ 13,199,566.01
24	2.20	Tubería de drenaje ø=2"	Suministro, transporte y colocación de Tubería de drenaje ø=2". Incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	ml	144.0	\$ 13,533.25	\$ 1,948,788.87

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

3. PAVIMENTOS						\$		2,064,321,979.00
25	3.1	Base granular	Suministro, transporte y colocación de base granular	m3	5,490.5	\$	102,889.04	\$ 564,908,323.54
26	3.2	Base con mezcla asfáltica en caliente MDC-2, compactada con medios mecánicos, que incluye imprimación y riego de liga.	Base con mezcla asfáltica en caliente MDC-2, compactada con medios mecánicos, que incluye imprimación y riego de liga.	m3	775.4	\$	777,196.91	\$ 602,626,529.93
27	3.3	Carpeta en rodadura MDC-3 compactada con imprimación y riego de liga.	Carpeta en rodadura con mezcla asfáltica en caliente MDC-3, compactada con medios mecánicos, que incluye imprimación y riego de liga.	m3	513.2	\$	821,071.70	\$ 421,599,260.30
28	3.4	Suelo de reemplazo	Suministro, transporte y colocación Suelo de reemplazo	m3	5,152.0	\$	71,985.40	\$ 370,868,766.45
29	3.5	Geotextil T-2400.	Suministro, transporte y colocación de Geotextil T-2400. Incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	m2	9,507.7	\$	10,993.11	\$ 104,519,098.78
4. ESTRUCTURA DE CONCRETO						\$		4,750,463,215.88
30	4.1	Concreto de 28 MPa para muros.	Suministro y colocación de concreto de 28 MPa para muros.	m3	1,134.8	\$	609,523.52	\$ 691,668,534.49
31	4.2	Concreto de 28 MPa para placa de fondo	Suministro y colocación de concreto de 28 MPa para placa de fondo	m3	344.6	\$	672,015.61	\$ 231,586,916.86
32	4.3	Concreto de 28 MPa para pantalla entre pilotes	Suministro y colocación de concreto de 28 MPa para pantalla entre pilotes	m3	510.8	\$	652,470.63	\$ 333,261,923.15
33	4.4	Concreto de 28 MPa para viga cabezal	Suministro y colocación de concreto de 28 MPa para viga cabezal	m3	290.5	\$	679,360.62	\$ 197,328,131.34
34	4.5	Concreto de 28 MPa para cubierta box	Suministro y colocación de concreto de 28 MPa para cubierta box	m3	359.4	\$	782,277.20	\$ 281,138,392.36
35	4.6	Concreto de 28 MPa para pilotes de fundación.	Concreto de 28 MPa para pilotes de fundación. Incluye mano de obra. No incluye refuerzo.	m3	1,776.0	\$	602,617.93	\$ 1,070,249,440.63
36	4.7	Concreto de 17.5 Mpa	Concreto de 17.5 Mpa	m3	33.2	\$	407,422.33	\$ 13,538,957.27
37	4.8	Concreto de 14 MPa. Para solados	Suministro, transporte y colocación de Concreto de 14 MPa. Para solados	m3	155.1	\$	394,895.61	\$ 61,239,196.76
38	4.9	Acero de refuerzo de f'yd 420 MPa	Suministro, transporte, corte, figuración y colocación de acero de refuerzo de f'yd 420 MPa	kg	441,617.2	\$	3,755.76	\$ 1,658,608,266.45
39	4.10	Acero de estructural a 36	Fabricación, transporte y colocación de acero de estructural a 36	kg	16,811.1	\$	8,058.61	\$ 135,473,891.22
40	4.11	Descabece de pilotes	Descabece de pilotes	un	119.4	\$	58,025.24	\$ 6,927,320.70
41	4.12	Material granular triturado entre 3/4" y 1/2".	Suministro, transporte y colocación de Material granular triturado entre 3/4" y 1/2". Incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	m3	244.0	\$	76,909.20	\$ 18,836,837.51
42	4.13	Lloradera 2"	Lloradera 2"	un	49.2	\$	13,227.79	\$ 651,214.09
43	4.14	Geotextil NT 2500 o similar	Geotextil NT 2500 o similar	m2	1,737.8	\$	7,766.91	\$ 13,497,697.07
44	4.15	Junta PVC - Juntas de dilatación	Junta PVC - Juntas de dilatación	m	167.4	\$	40,857.66	\$ 6,838,943.63
45	4.16	Junta PVC - Juntas Construcción	Junta PVC - Juntas Construcción	m	387.3	\$	49,677.44	\$ 19,259,559.65
46	4.17	Tubería de drenaje en4"	Suministro, transporte y colocación de Tubería de drenaje en4". Incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	m	417.2	\$	24,825.57	\$ 10,357,992.77
5. ANCHENES						\$		293,878,714.07
47	5.1	Suministro, transporte y colocación de loseta, bordillo y cuneta vial	Suministro, transporte y colocación de loseta, bordillo y cuneta vial	ml	552.0	\$	532,388.97	\$ 293,878,714.07
6. MOBILIARIO URBANO						\$		317,421,435.47
48	6.1	Bauseras de acero inoxidable	Suministro e instalación de bauseras de acero inoxidable, pivotantes, con dos anclajes.	un	8.0	\$	913,008.95	\$ 7,304,071.57
49	6.2	Banca colectiva; silla con respaldo	Suministro, transporte y colocación de banca colectiva; silla con respaldo estructura en hierro modular pintados con epoxypolister aplicación electro-estática en polvo color verde nocturno, mas laterales en tela capitada y pulido, con tratamiento para impermear con Impacolor; incluye anclaje epoxido y todos las especificaciones y detalles de los planos técnicos de fabricación y arquitectónicos además de concreto de 21 MPa. En color para anclaje acabado a la vista, escaración, ajuste de piso, cargue y bodega de escombros. Se debe presentar plano de taller prototipo por el fabricante para su aprobación.	un	4.0	\$	1,080,987.81	\$ 4,323,951.24
50	6.3	Barra metálica.	Suministro, transporte y colocación de Barra metálica.	ml	701.5	\$	435,889.73	\$ 305,793,412.67
7. SEMALIZACION						\$		52,902,864.00
8. OBRAS HIDRAULICAS						\$		2,546,733,356.64
	8.1	POZOSCAJAS/SUMIDORES/CARCAMOS/CUNETAS	POZOSCAJAS/SUMIDORES/CARCAMOS/CUNETAS				\$	76,535,319
	8.2	ACUEDUCTO EXTERNO	ACUEDUCTO EXTERNO				\$	1,405,453,279
	8.2.1	Tuberías	Tuberías				\$	404,178,999
	8.2.2	Accesorios	Accesorios				\$	841,706,103
	8.2.3	Valvulas	Valvulas				\$	159,566,172
	8.3	ALCANTARILLADO EXTERNO RESIDUALES Y LLUVIA	ALCANTARILLADO EXTERNO RESIDUALES Y LLUVIA				\$	806,226,316
	8.3.1	Tuberías	Tuberías				\$	431,171,367
	8.3.2	Cameras	Cameras				\$	377,054,924
	8.4	TELEVISION Y REFERENCIACION DE REDES	TELEVISION Y REFERENCIACION DE REDES				\$	44,227,327
	8.5	ANCLAJES	ANCLAJES				\$	201,712,027
	8.6	LEGALIZACIONES	LEGALIZACIONES				\$	10,573,695
9. REDES SECAS						\$		919,221,884.98
	9.1	Redes de energia	Redes de energia				\$	461,197,864
	9.2	Redes de alumbrado publico	Redes de alumbrado publico				\$	139,482,327
	9.3	Traslados y retiros	Traslados y retiros				\$	106,009,071
	9.4	Redes de telecomunicación	Redes de telecomunicación				\$	201,532,423
10. INSTALACIONES DE GAS EXTERNAS						\$		49,062,713.98
11. MANEJO FORESTAL						\$		92,389,252.43
	12.1	Arborización	Arborización				\$	92,389,252
12. SISTEMA DE RAMMING PARA EVACUACION DE AGUAS						\$		197,350,000.00
13. SVI						\$		334,007,241
51	13.1	Levantamiento altiplanimétrico y amare a la red geodésica.	Levantamiento altiplanimétrico y amare a la red geodésica de los planos definitivos del proyecto aprobados por el grupo de geodesia del departamento administrativo de planeación municipal. Incluye todos los detalles de contornos de predios y edificación, cercos y cerramientos, parámetros de las edificaciones vecinas y ejes de las existentes dentro del proyecto incluyendo: la traza de las mallas y redes de servicio público existentes en ellas, ubicar m.b.h y profundidad de los miosos, andenes, corrones, zonas verdes, cunetas, separadores, postes definiendo el tipo de uso, cámaras, cajas, sumideros, estructuras, levantamiento de árboles mayores a 1.0 m de altura (se debe incluir inventario de árboles con especie, diámetro de tronco, y estado del mismo), levantamiento de puntas fijas y destacables -líneas de alta tensión, quebradas o afluentes- y todos los elementos que marquen discontinuidad en el terreno y/o ordenados por la inventaría. Incluye: cálculos de datos topográficos para dibujos en AutoCAD, planos con sus respectivos detalles y datos de trabajo de campo en medio magnético, entrega de los planos aprobados ante la entidad competente. Se deberá entregar mínimo tres (3) de los planos aprobados. Las curvas de nivel proyectadas deben estar georeferenciadas y tener numeración, con un espaciamiento entre ellas no mayor a cincuenta (50) centímetros.	gl	1.0	\$	334,007.24	\$ 334,007,241

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

PRENTE 2: CONSTRUCCION DEL PUENTE SOBRE LA CALZADA SUR DE LA CALLE 376 (AVENIDA PILBEN)									
1. PRELIMINARES									
52	1.1	Localización, trazo y replanteo	Localización, trazo y replanteo	de	44.42	\$	908,209.16	\$	79,061,786.85
53	1.2	Demolición de andenes o pases en concreto, baldosa o cualquier acabado, e ± 8 - 15 cm. Incluye agua de entraseado, retiro y reinstalación de tipo de medidores de alcantarilla cualquier diámetro, tapas de energía, tapas cajas de telefonos, según ubicación de diseño, carga, transporte y bodega de los escombros.	Demolición de andenes o pases en concreto, baldosa o cualquier acabado, e ± 8 - 15 cm. Incluye agua de entraseado, retiro y reinstalación de tipo de medidores de alcantarilla cualquier diámetro, tapas de energía, tapas cajas de telefonos, según ubicación de diseño, carga, transporte y bodega de los escombros.	m2	888.73	\$	15,875.09	\$	13,930,930.96
54	1.3	Demolición de cordones o bordillos existentes 0.15x0.10 m.	Demolición de cordones o bordillos existentes 0.15x0.10 m. Incluye carga, transporte, bodega y disposición de los escombros a sitios definidos por la interventoría.	m	371.27	\$	10,861.38	\$	4,077,047.73
55	1.4	Demolición de pavimento en adofo de cualquier espesor.	Demolición de pavimento en adofo de cualquier espesor. Incluye corte con máquina de disco según trazo de topografía, picado en tamaños máximos de 40cm, acopio, carga y transporte a la planta de reciclaje de la secretaría de infraestructura física.	m2	1,029.13	\$	21,381.88	\$	22,004,835.14
56	1.5	Demolición sumideros	Demolición sumideros. Incluye carga y retiro de escombros.	un	6.00	\$	87,842.35	\$	580,081.39
57	1.6	Demolición de estructuras en concreto.	Demolición de estructuras en concreto. Incluye carga, transporte y bodega	m3	80.77	\$	196,766.41	\$	16,892,671.80
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS									
58	2.1	Excavación en clasificar de la explanación y canales.	Excavación en clasificar de la explanación y canales incluye carga.	m3	2,245.38	\$	7,808.34	\$	17,532,732.54
59	2.2	Transporte de materiales provenientes de la explanación, canales y pódiums.	Transporte de materiales provenientes de la explanación, canales y pódiums. Incluye derecho de bodega	m3km	105,090.73	\$	1,607.79	\$	168,960,265.66
60	2.3	Conformación de terraplen.	Suministro y conformación de terraplen incluye transporte, equipo y mano de obra.	m2	529.37	\$	86,151.88	\$	47,106,768.80
61	2.4	Conformación de terraplen con material granular existente.	Conformación de terraplen con material granular existente incluye transporte, equipo y mano de obra.	m2	268.40	\$	33,108.64	\$	8,833,589.97
62	2.5	Conformación de la calzada existente.	Conformación de la calzada existente incluye transporte, equipo y mano de obra.	m2	2,558.87	\$	861.22	\$	1,730,079.22
3. PAVIMENTOS									
63	3.1	Material granular tipo inies para base granular clase A, compactada al 100% del p.m.	Suministro e instalación material granular tipo inies para base granular clase A, compactada al 100% del p.m. obras de pavimentación.	m3	314.73	\$	128,088.47	\$	40,313,381.26
64	3.2	Material base granular estabilizada con asfalto caliente, compactada al 100% del p.m.	Suministro e instalación material base granular estabilizada con asfalto caliente, compactada al 100% del p.m. obras de pavimentación.	m3	268.15	\$	561,347.95	\$	150,527,610.96
65	3.3	Material granular tipo inies para sub base granular clase A, compactada al 95% del p.m.	Suministro e instalación material granular tipo inies para sub base granular clase A, compactada al 95% del p.m. obras de pavimentación.	m3	496.60	\$	117,005.14	\$	58,104,303.82
66	3.4	Carpete asfáltica a máquina con mezcla densa en caliente tipo mdo-II con polímeros.	Construcción de carpete asfáltica a máquina con mezcla densa en caliente tipo mdo-II con polímeros. Incluye suministro material tipo capa de rodadura.	m3	113.88	\$	873,782.54	\$	99,510,388.18
67	3.5	Gravelot para separación de sualos de subrasante y capas granulares.	Suministro e instalación de gravelot para separación de sualos de subrasante y capas granulares. Suministro material tipo capa de rodadura.	m2	2,538.44	\$	8,884.96	\$	22,887,794.52
68	3.6	Carpete asfáltica a máquina con mezcla densa en caliente tipo mdo-II con asfalto 60-70.	Construcción de carpete asfáltica a máquina con mezcla densa en caliente tipo mdo-II con asfalto 60-70, incluye suministro material tipo capa de rodadura.	m3	210.00	\$	715,303.87	\$	150,213,812.78
69	3.7	Carpete asfáltica a máquina con mezcla densa en caliente tipo mdo-II con polímeros.	Construcción de carpete asfáltica a máquina con mezcla densa en caliente tipo mdo-II con polímeros, incluye suministro material tipo capa de rodadura.	m3	97.87	\$	866,898.07	\$	84,830,313.07
70	3.8	Regras de imprimación con emulsión asfáltica CRS-1	Suministro y tipo de imprimación con emulsión asfáltica CRS-1	m2	2,796.50	\$	3,207.02	\$	8,988,422.63
4. OBRAS HIDRAULICAS									
4.1	ACUEDUCTO	ACUEDUCTO						\$	296,454,023
4.2	ALCANTARILLADO	ALCANTARILLADO						\$	1,852,180,887
4.3	ALCANTARILLADO (REDES AGUAS LLUVIAS)	ALCANTARILLADO (REDES AGUAS LLUVIAS)						\$	1,250,796,252
4.4	ALCANTARILLADO (PRELIMINARES Y CONTROL)	ALCANTARILLADO (PRELIMINARES Y CONTROL)						\$	48,530,766
5. REDES SECAS									
5.1	REDES SECAS (RED DE GAS)	REDES SECAS (RED DE GAS)						\$	29,799,666
5.2	REDES SECAS (REDES DE ENERGIA)	REDES SECAS (REDES DE ENERGIA)						\$	387,787,576
5.3	REDES SECAS (REDES DE ENERGIA)	REDES SECAS (REDES DE ENERGIA)						\$	537,192,927
5.4	REDES SECAS (TELECOMUNICACIONES - CANALIZACIONES Y CAMARAS RED PRIMARIA)	REDES SECAS (TELECOMUNICACIONES - CANALIZACIONES Y CAMARAS RED PRIMARIA)						\$	71,910,576
5.5	REDES SECAS (CANALIZACIONES Y CAJAS RED SECUNDARIA)	REDES SECAS (CANALIZACIONES Y CAJAS RED SECUNDARIA)						\$	80,822,611
5.6	REDES SECAS (ALUMBRADO VAL)	REDES SECAS (ALUMBRADO VAL)						\$	882,456,768
6. PUENTE									
6.1	EXCAVACIÓN	EXCAVACIÓN						\$	877,093,363.22
71	6.1.1	Excavación manual para caissons, profundidad de (0-5 MT)	Excavación manual para caissons, incluye equipo y herramienta, carga, transporte y derecho de bodega, profundidad de (0-5 MT)	m3	33.12	\$	208,477.67	\$	6,936,333.50
72	6.1.2	Excavación manual para caissons, profundidad de (5-10 m)	Excavación manual para caissons, incluye equipo y herramienta, carga, transporte y derecho de bodega, profundidad de (5-10 m)	m3	33.12	\$	293,129.84	\$	9,707,107.25
73	6.1.3	Excavación manual para caissons, profundidad de (10-15 m)	Excavación manual para caissons, incluye equipo y herramienta, carga, transporte y derecho de bodega, profundidad de (10-15 m)	m3	33.12	\$	355,889.49	\$	11,784,735.11
74	6.1.4	Excavación manual para caissons, profundidad de (15-20 m)	Excavación manual para caissons, incluye equipo y herramienta, carga, transporte y derecho de bodega, profundidad de (15-20 m)	m3	28.67	\$	403,632.27	\$	11,575,099.59
6.2	SUBESTRUCTURA DE PUENTE	SUBESTRUCTURA DE PUENTE						\$	174,935,693
75	6.2.1	Concreto resistencia 21mpa (6) (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) (pilotes caisson)	Concreto resistencia 21mpa (6) (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) (pilotes caisson)	m3	33.92	\$	646,021.69	\$	21,915,043.39
76	6.2.2	Concreto resistencia 28mpa (c) (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) (pilotes caisson)	Concreto resistencia 28mpa (c) (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) (caissons)	m3	96.25	\$	670,136.97	\$	64,500,683.09
77	6.2.3	Concreto resistencia 28mpa (c) (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) (estribos y dados de varibos)	Concreto resistencia 28mpa (c) (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) (estribos y dados de varibos)	m3	47.38	\$	836,969.81	\$	39,695,492.38
78	6.2.4	Concreto resistencia 28mpa (c) (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) (slabos vigas de cimentación de columnas)	Concreto resistencia 28mpa (c) (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) (slabos vigas de cimentación de columnas)	m3	43.75	\$	749,980.01	\$	32,811,625.24
79	6.2.5	Concreto resistencia 28mpa (c) (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) (columnas)	Concreto resistencia 28mpa (c) (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) (columnas)	m3	16.56	\$	969,262.44	\$	16,048,749.21
6.3	SUPER ESTRUCTURA	SUPER ESTRUCTURA						\$	364,923,882
80	6.3.1	Concreto resistencia 35mpa (a) (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta y obra base) (losa aligerada)	Concreto resistencia 35mpa (a) (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta y obra base) (losa aligerada)	m3	195.19	\$	1,779,992.05	\$	347,440,755.56
81	6.3.2	Concreto resistencia 28mpa (c) (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) (barrera tipo new arse)	Concreto resistencia 28mpa (c) (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) (barrera tipo new arse)	m2	13.33	\$	898,734.62	\$	11,977,367.08
82	6.3.3	Concreto resistencia 21mpa (6) (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) (placas de acceso)	Concreto resistencia 21mpa (6) (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) (placas de acceso)	m2	6.12	\$	897,633.84	\$	4,384,697.71
83	6.3.4	Concreto resistencia 14mpa (f) (patados de limpieza)	Concreto resistencia 14mpa (f) (patados de limpieza)	m3	2.15	\$	483,344.91	\$	997,973.85
84	6.3.5	Suministro e instalación de tubería de drenaje de 0'4"	Suministro e instalación de tubería de drenaje de 0'4"	m	6.92	\$	20,899.15	\$	123,739.03
6.4	ACERO	ACERO						\$	381,131,684
85	6.4.1	Acero de refuerzo figuraado fy-4200 mpa.	Acero de refuerzo figuraado fy-4200 mpa. Incluye suministro, transporte, almacenamiento y colocación de barras de acero en las estructuras de concreto.	kg	63,844.44	\$	4,291.24	\$	273,972,042.35
86	6.4.2	Acero de presdureza	Acero de presdureza. Incluye suministro, transporte, almacenamiento e instalación, ductos, anclajes, inyección de lechada rica en cemento con aditivo expansivo, tensionamiento y en general todo lo necesario para la correcta ejecución del trabajo. medida la longitud de tuerón entre anclajes. de acuerdo con las especificaciones según diseño	m	4,122.60	\$	21,141.89	\$	87,159,461.72
6.5	APORTES DE NEOPRENO	APORTES DE NEOPRENO						\$	26,645,212
87	6.5.1	Neopreno duras 60 dim. 70x7x16	Suministro e instalación de apoyo neopreno duras 60 dim. 70x7x16 cms laminas metalicas 8 de 18"	un	1.08	\$	5,031,839.18	\$	5,418,003.73
88	6.5.2	Neopreno duras 60 dim. 60x7x16	Suministro e instalación de apoyo neopreno duras 60 dim. 60x7x16 cms laminas metalicas 8 de 18"	un	0.54	\$	4,317,955.19	\$	2,325,052.75
89	6.5.3	Neopreno duras 60 dim. 60x10x16	Suministro e instalación de apoyo neopreno duras 60 dim. 60x10x16 cms laminas metalicas 8 de 18"	un	2.15	\$	8,183,322.76	\$	17,647,156.71
90	6.5.4	Conectores sismicos D 4"	Suministro e instalación de conectores sismicos D 4" (L=1.9 m)	un	1.62	\$	526,131.29	\$	845,954.30
91	6.5.5	Conectores sismicos D 4"	Suministro e instalación de conectores sismicos D 4" (L=2.05m)	un	0.54	\$	564,931.95	\$	304,194.10
6.6	JUNTAS DE EXPANSION	JUNTAS DE EXPANSION						\$	9,512,895
92	6.6.1	Suministro e instalación de junta de elastomero armado tipo pra-42 junta longitudinal	Suministro e instalación de junta de elastomero armado tipo pra-42 junta longitudinal	m	4.04	\$	2,365,574.05	\$	9,512,895.22

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

2016	5.75%
2017	4.09%
2018	3.18%
2019	3.80%
2020	1.61%
2021	4.51%

ITEM No.	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	PRECIO A 2021
FRENTE 1: CONSTRUCCION DEL DEPRIMIDO SOBRE LA CALZADA NORTE DE LA CALLE 37B (AVENIDA PILSEN)				
1. PRELIMINARES				
1.1	Demolición de cordones. Incluye cargue, transporte y botada de escombros.	\$ 5,794.00		\$ 7,253.62
1.2	Demolición de andenes y sardinel de cualquier espesor. Incluye: retiro de cordones cualquier tipo y tamaño, entresuelo, retiro y reinstalación de: tapas de medidores de acueducto cualquier diámetro, tapas de energía, tapas cajas de teléfonos, cargue, transporte y botada de escombros.	\$ 60,066.00		\$ 75,197.82
1.3	Demolición de carpeta asfáltica cualquier espesor. Incluye corte con máquina de disco según trazado de topografía, picada en tamaños máximos de 40 cm, acopio, cargue y transporte a la planta de reciclaje que indique la interventoría.	\$ 81,217.00		\$ 101,677.18
1.4	Demolición de concreto de cualquier tipo de resistencia y en cualquier estructura. Incluye cargue, transporte y botada de material.	\$ 93,589.00		\$ 117,165.94
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2.1	Excavación en material heterogéneo bajo cualquier grado de humedad a máquina, altura variable, medido en sitio. Incluye: roca descompuesta, bolas de roca de volumen inferior a 0.35 m³. Incluye cargue, transporte y botada de material a donde lo indique la interventoría. H<2.5m.	\$ 37,164.00		\$ 46,526.35
2.2	Excavación en material heterogéneo bajo cualquier grado de humedad a máquina, altura variable, medido en sitio. Incluye: roca descompuesta, bolas de roca de volumen inferior a 0.35 m³. Incluye cargue, transporte y botada de material a donde lo indique la interventoría. H>2.5m.	\$ 41,009.00		\$ 51,339.99
2.3	Excavación manual en material heterogéneo, bajo cualquier grado de humedad. Incluye: roca descompuesta, bolas de roca de volumen inferior a 0.35 m³. Incluye cargue, transporte y botada de material a donde lo indique la interventoría. H<2.5m.	\$ 36,593.00		\$ 45,811.51
2.4	Excavación manual en material heterogéneo, bajo cualquier grado de humedad. Incluye: roca descompuesta, bolas de roca de volumen inferior a 0.35 m³. Incluye cargue, transporte y botada de material a donde lo indique la interventoría. H>2.5m.	\$ 44,051.00		\$ 55,148.33
2.5	Excavación en roca con cemento demolidor no explosivo tipo cras o equivalente con diámetro de perforación de 30mm. Incluye cemento demolidor a una dosificación de 8 kg por metro cúbico, desembombe, acarreo interno hasta el sitio de acopio o donde lo indique la interventoría y los permisos ante las entidades correspondientes para su utilización. Se pagará como roca compacta. Se deben seguir las recomendaciones del productor y garantizar la aplicación con personal autorizado. Su medida será en sitio. Incluye botada.	\$ 320,314.00		\$ 401,007.49
2.6	Construcción de entibado temporal en tablón de madera (6 usos), bajo cualquier altura y grado de humedad. Incluye suministro, transporte y colocación de elementos en madera, el cargue, transporte interno y externo y botada de material sobrantes en los sitios donde lo indique la interventoría y su medida será en el sitio, su forma de pago se hará por el área que se encuentre en contacto con la tierra, según normas y especificaciones generales de construcción de sepp de Medellín, capítulo 2.	\$ 15,753.00		\$ 19,721.49
2.7	Excavación para pilotes de ø = 1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de ø=10 cm, (ø exterior = 1.40m.), cargue, transporte y botada de material. De 0.0 a 2.0 m.	\$ 319,089.00		\$ 399,473.89
2.8	Excavación para pilotes de ø = 1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de ø=10 cm, (ø exterior = 1.40m.), cargue, transporte y botada de material. De 2.0 a 4.0 m.	\$ 329,539.00		\$ 412,556.45
2.9	Excavación para pilotes de ø = 1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de ø=10 cm, (ø exterior = 1.40m.), cargue, transporte y botada de material. De 4.0 a 6.0 m.	\$ 338,336.00		\$ 423,569.59
2.1	Excavación para pilotes de ø = 1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de ø=10 cm, (ø exterior = 1.40m.), cargue, transporte y botada de material. De 6.0 a 8.0 m.	\$ 347,616.00		\$ 435,187.41
2.11	Excavación para pilotes de ø = 1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de ø=10 cm, (ø exterior = 1.40m.), cargue, transporte y botada de material. De 8.0 a 10.0 m.	\$ 361,636.00		\$ 452,739.32
2.12	Excavación para pilotes de ø = 1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de ø=10 cm, (ø exterior = 1.40m.), cargue, transporte y botada de material. de 10.0 a 12.0 m.	\$ 370,950.00		\$ 464,399.71
2.13	Excavación para pilotes de ø = 1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de ø=10 cm, (ø exterior = 1.40m.), cargue, transporte y botada de material. de 12.0 a 14.0 m.	\$ 384,320.00		\$ 481,137.88
2.14	Excavación para pilotes de ø = 1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de ø=10 cm, (ø exterior = 1.40m.), cargue, transporte y botada de material. de 14.0 a 16.0 m.	\$ 398,892.00		\$ 499,380.85
2.15	Llenos con arenilla compactados mecánicamente hasta obtener una densidad del 98% de la máxima obtenida en el ensayo del próctor modificado. Incluye el suministro, transporte, colocación de la arenilla, la compactación de la misma y transporte interno. Y su medida será en sitio ya compactado.	\$ 37,679.00		\$ 47,171.08
2.16	Llenos en material provenientes de la excavación, compactados mecánicamente hasta obtener una densidad del 95% de la máxima obtenida en el ensayo del próctor modificado. Incluye transporte interno. Su medida será en sitio ya compactado.	\$ 14,660.00		\$ 18,353.15
2.17	Suministro, transporte y colocación de Gerdexil 1700 NT o similar	\$ 6,030.00		\$ 7,549.08
2.18	Suministro, transporte y colocación de Material granular triturado entre 3/4" y 1/2". Incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	\$ 61,433.00		\$ 76,909.20
2.19	Suministro, transporte y colocación de Tubería de drenaje ø=4 ". Incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	\$ 19,830.00		\$ 24,825.57
2.20	Suministro, transporte y colocación de Tubería de drenaje ø=2 ". Incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	\$ 10,810.00		\$ 13,533.25

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

3. PAVIMENTOS				
3.1	Suministro, transporte y colocación de base granular	\$	82,185.00	\$ 102,889.04
3.2	Base con mezcla asfáltica en caliente MDC-2, compactada con medios mecánicos, que incluye imprimación y riego de liga.	\$	620,804.00	\$ 777,196.91
3.3	Carpeta en rodadura con mezcla asfáltica en caliente MDC-3, compactada con medios mecánicos, que incluye imprimación y riego de liga.	\$	655,850.00	\$ 821,071.70
3.4	Suministro, transporte y colocación Suelo de reemplazo	\$	57,500.00	\$ 71,985.40
3.5	Suministro, transporte y colocación de Gesteñil T-2400. Incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	\$	8,781.00	\$ 10,993.11
4. ESTRUCTURA DE CONCRETO				
4.1	Suministro y colocación de concreto de 28 MPa para muros.	\$	486,871.00	\$ 609,523.52
4.2	Suministro y colocación de concreto de 28 MPa para placa de fondo	\$	536,788.00	\$ 672,015.61
4.3	Suministro y colocación de concreto de 28 MPa para pantalla entre pilotes	\$	521,176.00	\$ 652,470.63
4.4	Suministro y colocación de concreto de 28 MPa para alga cabestal	\$	542,655.00	\$ 679,360.62
4.5	Suministro y colocación de concreto de 28 MPa para cubierta box	\$	624,862.00	\$ 782,277.20
4.6	Concreto de 28 MPa para pilotes de fundación. Incluye mano de obra. No incluye refuerzo.	\$	481,355.00	\$ 602,617.93
4.7	Concreto de 17.5 Mpa	\$	325,438.00	\$ 407,422.33
4.8	Suministro, transporte y colocación de Concreto de 14 MPa. Para solados	\$	315,432.00	\$ 394,895.61
4.9	Suministro, transporte, corte, figuración y colocación de acero de refuerzo de fy=420 MPa	\$	3,000.00	\$ 3,755.76
4.10	Fabricación, transporte y colocación de acero de estructural a 36	\$	6,437.00	\$ 8,058.61
4.11	Descabace de pilotes	\$	46,349.00	\$ 58,025.24
4.12	Suministro, transporte y colocación de Material granular triturado entre 3/4" y 1/2". Incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	\$	61,433.00	\$ 76,909.20
4.13	Lloraderos 2"	\$	10,566.00	\$ 13,227.79
4.14	Gesteñil NT 2500 o similar	\$	6,204.00	\$ 7,766.91
4.15	Junta PVC - Juntas de dilatación	\$	32,636.00	\$ 40,857.66
4.16	Junta PVC - Juntas Construcción	\$	39,681.00	\$ 49,677.44
4.17	Suministro, transporte y colocación de Tubería de drenaje ø4". Incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	\$	19,830.00	\$ 24,825.57
5. ANDES				
5.1	Suministro, transporte y colocación de loseta, bordillo y cuneta vital	\$	425,258.00	\$ 532,388.97
6. MOBILIARIO URBANO				
6.1	Suministro e instalación de basureras de acero inoxidable, pivotantes, con dos anchajes.	\$	729,287.00	\$ 913,008.95
6.2	Suministro, transporte y colocación de banca colectiva; silla con respaldo estructura en hierro modular pintado con epoxypoliéster aplicación electrostática en polvo color verde nocturno, mas listones en tela cepillados y pulidos, con tratamiento para impermear con impracor, incluye anclaje epóxido y todas las especificaciones y detalles de los planos técnicos de fabricación y arquitectónicos además de concreto de 21 MPa. En color para anclaje acabado a la vista, excavación, ajuste de pino, carga y bodega de escombros. Se debe presentar plano de taller prototipo por el fabricante para su aprobación.	\$	863,464.00	\$ 1,080,987.81
6.3	Suministro, transporte y colocación de Barrera metálica.	\$	346,177.00	\$ 435,889.73
7. SERIALIZACION				
8. OBRAS HIDRAULICAS				
8.1	POZOS/CAJAS/SUMIDORES/CARCAMOS/CUNETAS	\$	61,134,355	\$ 76,535,318.75
8.2	ACUEDUCTO EXTERNO	\$	1,122,638,294	\$ 1,405,453,278.64
8.2.1	Tuberías	\$	322,647,318	\$ 404,178,958.71
8.2.2	Accesorios	\$	672,332,210	\$ 841,706,107.77
8.2.3	Valvulas	\$	127,455,765	\$ 159,568,172.16
8.3	ALCANTARILLADO EXTERNO RESIDUALES Y LLUVIA	\$	645,689,448	\$ 808,226,104.47
8.3.1	Tuberías	\$	344,408,112	\$ 431,171,386.89
8.3.2	Camaras	\$	301,181,336	\$ 377,054,923.57
8.4	TELEVISACION Y REFERENCIACION DE REDES	\$	35,327,600	\$ 44,227,227.25
8.5	ANCLAJES	\$	151,122,144	\$ 201,712,025.71
8.6	LEGALIZACIONES	\$	8,449,977	\$ 10,578,694.80
9. REDES SECAS				
9.1	Redes de energia	\$	368,392,455	\$ 461,197,864.42
9.2	Redes de alumbrado publico	\$	111,414,733	\$ 139,482,327.14
9.3	Traslados y retiros	\$	96,274,742	\$ 120,009,070.83
9.4	Redes de telecomunicación	\$	160,978,681	\$ 201,532,422.52
10. INSTALACIONES DE GAS EXTERNAS				
11. MANEJO FORESTAL				
12.1	Arborización	\$	73,780,061	\$ 92,389,252.43
12. SISTEMA DE RAMMING PARA EVACUACIÓN DE AGUAS				
13. SIV				
13.1	Levantamiento altiplanimétrico y amare a la red geodésica de los planos definitivos del proyecto aprobados por el grupo de geodesia del departamento administrativo de planeación municipal. Incluye todos los detalles de contornos de predios y edificación, cercos y cerramientos, paramentos de las edificaciones vecinas y ejes de las existentes alineados al proyecto incluyendo la rosante de las mismas y redes de servicio público existentes en ellas, ubicar m.h y profundidad de los mismos, andenes, cordones, zonas verdes, cunetas, separadores, postes definiendo el tipo de uso, cámaras, cajas, sumideros, estructuras, levantamiento de árboles mayores a 1.0 m de altura (se debe incluir inventario de árboles con especie, diámetro de tronco, y estado del mismo), levantamiento de puntos fijos y verticales - líneas de alta tensión, quebradas o afluentes- y todos los elementos que marquen discontinuidad en el terreno y los ordenados por la intersección. Incluye: cálculos de datos topográficos para dibujos en AutoCAD, planos con sus respectivos detalles y datos de trabajo de campo en medio magnético, entrega de los planos aprobados ante la entidad competente. Se deberá entregar mínimo tres (3) de los planos aprobados. Las curvas de nivel proyectadas deben estar georeferenciadas y tener numeración, con un espaciamiento entre ellas no mayor a cincuenta (50) centímetros.	\$	266,796.00	\$ 334,007.24

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

FRENTE 2: CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SOBRE LA CALZADA SUR DE LA CALLE 37B (AVENIDA PILSEN)				
1. PRELIMINARES				
1.1	Localización, trazado y replanteo	\$	478,573.00	\$ 508,209.16
1.2	Demolición de ardenes o pisos en concreto, baldosa o cualquier acabado, a = 8 - 15 cm. incluye retiro de entraseño, retiro y reinstalación de tapas de medidores de acueducto cualquier diámetro, tapas de energía, tapas cajas de teléfonos, según reubicación de diseño, cargue, transporte y botada de los escombros.	\$	14,761.00	\$ 15,675.09
1.3	Demolición de cordones o bordillos existentes 0.15x0.10 m. incluye cargue, transporte, botada y disposición de los escombros a sitios definidos por la interventoría.	\$	10,341.00	\$ 10,981.38
1.4	Demolición de pavimento en adfello de cualquier espesor. incluye corte con máquina de disco según trazado de topografía, picada en tamaños máximos de 40cm, acopio, cargue y transporte a la planta de reciclaje de la secretaría de infraestructura física.	\$	20,135.00	\$ 21,381.88
1.5	Demolición sumidero, incluye cargue y retiro de escombros.	\$	82,814.00	\$ 87,942.35
1.6	Demolición de estructuras en concreto, incluye cargue, transporte y botada	\$	185,292.00	\$ 196,766.41
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2.1	Excavación en clasificar de la explanación y canales incluye cargue.	\$	7,353.00	\$ 7,808.34
2.2	Transporte de materiales provenientes de la explanación, canales y préstamos. incluye derecho de botadero	\$	1,514.00	\$ 1,607.76
2.3	Suministro y conformación de terraplén incluye transporte, equipo y mano de obra.	\$	83,953.00	\$ 89,151.88
2.4	Conformación de terraplén con material granular existente incluye transporte, equipo y mano de obra.	\$	31,225.00	\$ 33,158.64
2.5	Conformación de la calzada existente incluye transporte, equipo y mano de obra.	\$	811.00	\$ 861.22
3. PAVIMENTOS				
3.1	Suministro e instalación material granular tipo inivas para base granular clase a, compactada al 100% del p.m. obras de pavimentación.	\$	120,619.00	\$ 128,088.47
3.2	Suministro e instalación material base granular estabilizada con asfalto caliente, compactada al 100% del p.m. obras de pavimentación.	\$	528,613.00	\$ 561,347.95
3.3	Suministro e instalación material granular tipo inivas para sub base granular clase a, compactada al 95% del p.m. obras de pavimentación.	\$	110,182.00	\$ 117,005.14
3.4	Construcción de carpeta asfáltica a máquina con mezcla densa en caliente tipo mdc-19 tipo III con polímeros, incluye suministro material tipo capa de rodadura.	\$	822,828.00	\$ 873,782.54
3.5	Suministro e instalación de geotextil para separación de suelos de subrasante y capas granulares suministro material tipo capa de rodadura.	\$	8,461.00	\$ 8,984.96
3.6	Construcción de carpeta asfáltica a máquina con mezcla densa en caliente tipo mdc-25 con asfalto 60-70, incluye suministro material tipo capa de rodadura.	\$	673,591.00	\$ 715,303.87
3.7	Construcción de carpeta asfáltica a máquina con mezcla densa en caliente tipo mdc-25 tipo III con polímeros, incluye suministro material tipo capa de rodadura.	\$	816,345.00	\$ 866,898.07
3.8	Suministro yiego de imprimación con emulsión asfáltica CRL-1	\$	3,020.00	\$ 3,207.02
4. OBRAS HIDRAULICAS				
4.1	ACUEDUCTO	\$	279,166,338	\$ 296,454,023.36
4.2	ALCANTARILLADO	\$	1,744,171,152	\$ 1,852,180,887
4.3	ALCANTARILLADO (REDES AGUAS LLUVIAS)	\$	1,177,858,083	\$ 1,250,786,252
4.4	ALCANTARILLADO (PRELIMINARES Y CONTROL)	\$	45,700,684	\$ 485,30749.58
5. REDES SECAS				
5.1	REDES SECAS (RED DE GAS)	\$	28,061,901	\$ 29,799,665.37
5.2	REDES SECAS (REDES DE ENERGIA)	\$	365,173,784	\$ 387,787,575.92
5.3	REDES SECAS (REDES DE ENERGIA)	\$	505,866,578	\$ 537,192,927.35
5.4	REDES SECAS (TELECOMUNICACIONES - CANALIZACIONES Y CAMARAS RED PRIMARIA)	\$	67,717,118	\$ 71,910,575.70
5.5	REDES SECAS (CANALIZACIONES Y CAJAS RED SECUNDARIA)	\$	76,109,449	\$ 80,822,611.11
5.6	REDES SECAS (ALUMBRADO VAL)	\$	802,745,831	\$ 852,456,757.63
6. PUENTE				
6.1	EXCAVACIÓN			
6.1.1	Excavación manual para caissons, incluye equipo y herramienta, cargue transporte y derecho de botadero, profundidad de (0-5 MT)	\$	197,262.00	\$ 209,477.67
6.1.2	Excavación manual para caissons, incluye equipo y herramienta, cargue transporte y derecho de botadero, profundidad de (5-10 mt)	\$	276,036.00	\$ 293,129.94
6.1.3	Excavación manual para caissons, incluye equipo y herramienta, cargue transporte y derecho de botadero, profundidad de (10-15 mt)	\$	335,117.00	\$ 355,869.49
6.1.4	Excavación manual para caissons, incluye equipo y herramienta, cargue transporte y derecho de botadero, profundidad de (15-20 mt).	\$	380,151.00	\$ 403,692.27
6.2	SUBESTRUCTURA DE PUENTE			
6.2.1	Concreto resistencia 21 mpa (d) - (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) - (anillos caisson)	\$	608,349.00	\$ 646,021.69
6.2.2	Concreto resistencia 28mpa (c) - (incluye vibrado, equipo de bombeo) - (caissons)	\$	631,058.00	\$ 670,136.97
6.2.3	Concreto resistencia 28mpa (c) - (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) - (estribos y dados de estribo)	\$	788,162.00	\$ 836,969.81
6.2.4	Concreto resistencia 28mpa (c) - (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) - (dados vigas de cimentación de columnas)	\$	706,245.00	\$ 749,980.01
6.2.5	Concreto resistencia 28mpa (c) - (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) - (columnas)	\$	912,740.00	\$ 969,262.44
6.3	SUPER ESTRUCTURA			
6.3.1	Concreto resistencia 35mpa (a) - (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta y obra falsa) - (losa aligerada)	\$	1,676,192.00	\$ 1,779,992.05
6.3.2	Concreto resistencia 28mpa (c) - (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) - (barera tipo new tensor)	\$	846,325.00	\$ 898,734.62
6.3.3	Concreto resistencia 21mpa (d) - (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) - (placas de acero)	\$	807,056.00	\$ 857,033.84
6.3.4	Concreto resistencia 14mpa (f) - (botados de limpieza)	\$	436,325.00	\$ 463,344.91
6.3.5	Suministro e instalación de tubería de drenaje de D.4"	\$	19,671.00	\$ 20,889.15
6.4	ACERO			
6.4.1	Acero de refuerzo figurado fy 4200 mpa. incluye suministro, transporte, almacenamiento y colocación de barras de acero en las estructuras de concreto.	\$	4,041.00	\$ 4,291.24
6.4.2	Acero de prestuerzo, incluye suministro, transporte, almacenamiento e instalación; ductos, anclajes, inyección de lechada rica en cemento con aditivo expansivo, tensionamiento y en general todo lo necesario para la correcta ejecución del trabajo, medida la longitud de torón entre anclajes, de acuerdo con las especificaciones según diseño	\$	19,909.00	\$ 21,141.89
6.5	APOYOS DE NEOPRENO			
6.5.1	Suministro e instalación de apoyo neopreno dureza 60 dim. 70x70x16 cms laminas metálicas 8 de 18"	\$	4,738,408.00	\$ 5,031,839.18
6.5.2	Suministro e instalación de apoyo neopreno dureza 60 dim. 60x70x16 cms laminas metálicas 8 de 18"	\$	4,066,154.00	\$ 4,317,955.10
6.5.3	Suministro e instalación de apoyo neopreno dureza 60 dim. 80x100x16 cms laminas metálicas 8 de 18"	\$	7,715,530.00	\$ 8,193,322.76
6.5.4	Suministro e instalación de conectores sísmicos D.8" (L= 1.9 m)	\$	495,450.00	\$ 526,131.29
6.5.5	Suministro e instalación de conectores sísmicos D.4" (L= 2.05m)	\$	531,988.00	\$ 564,331.95
6.6	JUNTAS DE EXPANSIÓN			
6.6.1	Suministro e instalación de junta de elastometo armado tipo jna-42- junta longitudinal	\$	2,218,209.00	\$ 2,355,574.05

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

7. RAMPAS DE ACCESO A PUENTE			
7.1	Excavación sin clasificar de préstamos (a nivel de fundación)	\$ 7,353.00	\$ 7,808.34
7.2	Suministro e instalación de geomalla uniaxial	\$ 29,968.00	\$ 31,813.18
7.3	Suministro e instalación de geodren planar	\$ 30,220.00	\$ 32,091.41
7.4	Suministro e instalación de geotextil TR-3000	\$ 8,685.00	\$ 9,222.83
7.5	Suministro y conformación de terraplén	\$ 83,953.00	\$ 89,151.88
7.6	Suministro e instalación de sub base granular clase b	\$ 97,472.00	\$ 103,508.06
8. MUROS DE PROTECCION RAMPAS			
8.1	Concreto resistencia 14mpa (f), (solados de limpieza)	\$ 436,325.00	\$ 463,344.91
8.2	Concreto resistencia 28mpa (c) - (barrera de tráfico - aproche) (incluye antisol rojo, formaleta, equipo de vibración mano de obra)	\$ 802,424.00	\$ 852,115.00
8.3	Concreto resistencia 21mpa (d), (viga de cimentación)(incluye antisol rojo, formaleta, equipo de vibración mano de obra)	\$ 721,061.00	\$ 765,713.50
8.4	Acero de refuerzo fy 4200 mpa incluye suministro, transporte, almacenamiento, corte y colocación de barras de acero en las estructuras de concreto.	\$ 4,041.00	\$ 4,291.24
8.5	Suministro e instalación de tubería de drenaje de D.4"	\$ 19,671.00	\$ 20,889.15
8.6	Suministro e instalación de muro contención tipo keystone estándar	\$ 665,661.00	\$ 706,882.80
8.7	Suministro e instalación de muro contención tipo keystone tapa	\$ 23,728.00	\$ 25,197.38
9. SEÑALIZACIÓN Y DEMARCACIÓN			
9.1	Línea de demarcación continua con en pintura plástico en frío con llana incluye suministro y aplicación.	\$ 10,186.00	\$ 10,816.78
9.2	Marcas viales en pintura plástico en frío con llana incluye suministro y aplicación.	\$ 90,138.00	\$ 95,719.90
9.3	Suministro e instalación de tacha reflectiva amarilla, a tipo 3m.	\$ 10,440.00	\$ 11,086.51
9.4	Suministro e instalación de tacha reflectiva blanca tipo 3m.	\$ 10,440.00	\$ 11,086.51
9.5	Suministro e instalación de estoperol plástico de 10 x 2.5 cm.	\$ 7,072.00	\$ 7,509.94
9.6	Suministro, transporte e instalación de señalización vertical tipo 1 60x60 cm. con reflectivo ingeniería prismático, lámina galvanizada cal. 16 y poste en tubería de acero galvanizada diámetro 2" incluye tapa metálica expuesta en todos sus extremos, pintura electrostática y todo lo necesario para su correcta instalación y funcionamiento.	\$ 354,598.00	\$ 376,556.87
10. TECNOLOGÍA DE SEGURIDAD			
10.1	Infraestructura CCTV	\$ 400,577,993	\$ 425,384,229.86
10.2	Equipos activos	\$ 18,784,611	\$ 19,947,868.89
10.3	Cámaras	\$ 161,557,260	\$ 171,561,872.65
10.4	Estación de emergencia	\$ 21,886,678	\$ 23,242,034.83
11. PLAN DE MANEJO SOCIAL Y AMBIENTAL			
11.1	Anexo formulario plan de manejo social y ambiental	\$ 249,701,652.00	\$ 265,164,703.97
12. PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO			
12.1	Anexo formulario plan de manejo de tránsito	\$ 112,567,200.00	\$ 119,538,048.81
13. PRUEBA DE CARGA DE PUENTES			
13.1	Anexo prueba de carga de puentes	\$ 52,038,170.00	\$ 55,260,691.44

Análisis de cantidades

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

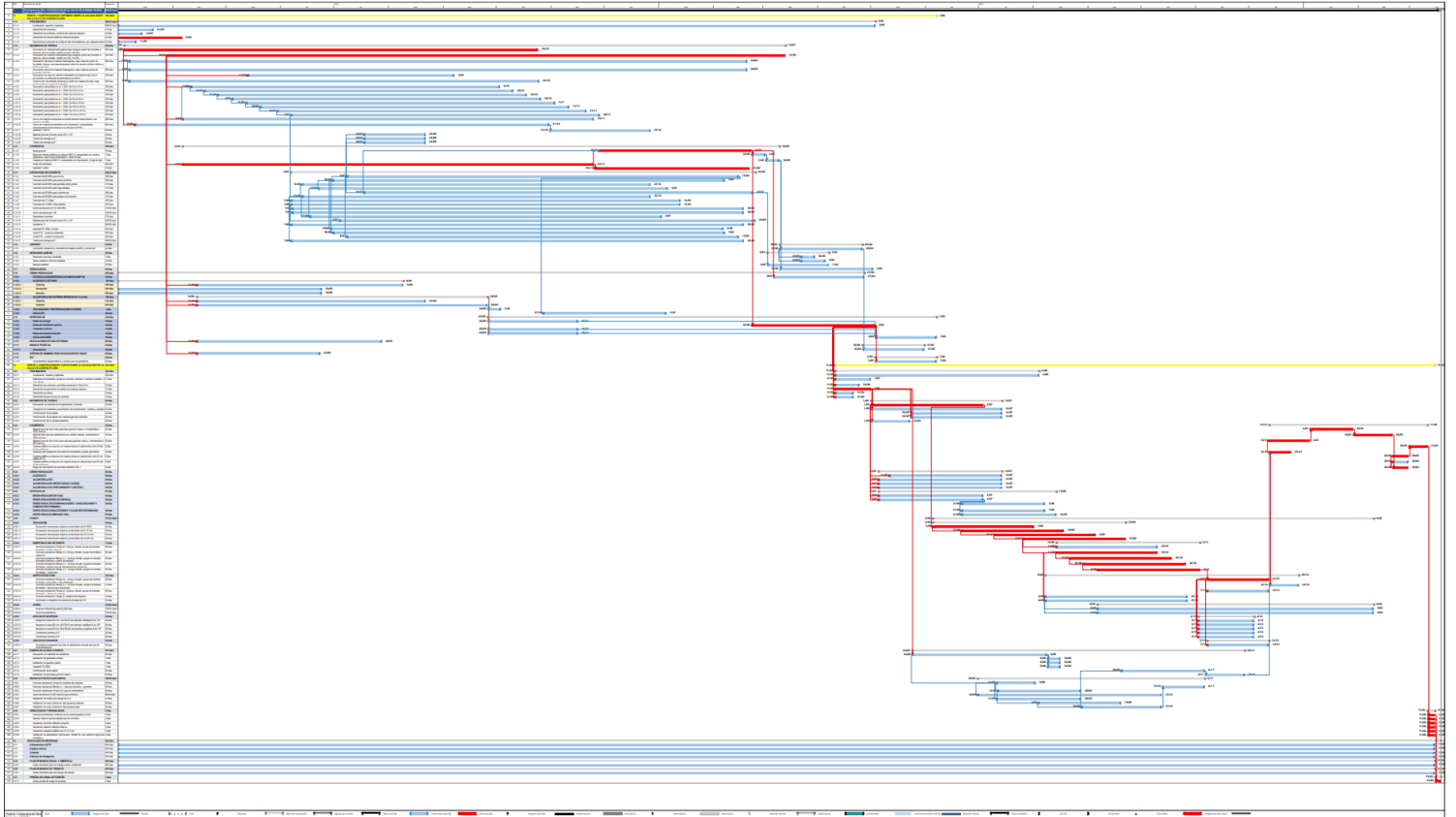
FRENTA 1: CONSTRUCCION DEL DEPRIMIDO SOBRE LA CALZADA NORTE DE LA CALLE 37B (AVENIDA PILSEN)							
ITEM No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL REFERENCIA	ML DEPRIMIDO PROYECTO REFERENCIA	CANTIDAD / ML DEPRIMIDO PROYECTO REFERENCIA	ML DEPRIMIDO ALTERNATIVA 3	CANTIDAD TOTAL ALTERNATIVA 3
1.1	Demolicion de cordones. Incluye cargue, transporte y botada de escombros.	ml	1,262	78	16.18	96	1,553.23
1.2	Demolicion de andenes y sardinel de cualquier espesor. Incluye: retiro de cordones cualquier tipo y tamaño, entresuelo, retiro y reinstalación de: tapas de medidores de acueducto cualquier diámetro, tapas de energía, tapas cajas de teléfonos, cargue, transporte y botada de escombros.	m3	1,049	78	13.45	96	1,291.08
1.3	Demolicion de carpeta asfáltica cualquier espesor. Incluye corte con máquina de disco según trazado de topografía, picada en tamaños máximos de 40 cm, acopio, cargue y transporte a la planta de reciclaje que indique la Interventoría.	m3	972	78	12.46	96	1,196.31
1.4	Demolicion de concreto de cualquier tipo de resistencia y en cualquier estructura. Incluye cargue, transporte y botada de material.	m3	246	78	3.15	96	302.77
2.1	Excavación en material heterogéneo bajo cualquier grado de humedad a máquina, altura variable, medido en sitio. Incluye: roca descompuesta, bolas de roca de volumen inferior a 0.35 m³. Incluye cargue, transporte y botada de material a donde lo indique la interventoría. H<2.5m.	m3	8,095	78	103.78	96	9,963.08
2.2	Excavación en material heterogéneo bajo cualquier grado de humedad a máquina, altura variable, medido en sitio. Incluye: roca descompuesta, bolas de roca de volumen inferior a 0.35 m³. Incluye cargue, transporte y botada de material a donde lo indique la interventoría. H>2.5m.	m3	15,515	78	198.91	96	19,095.38
2.3	Excavación manual en material heterogéneo, bajo cualquier grado de humedad. Incluye: roca descompuesta, bolas de roca de volumen inferior a 0.35 m³. Incluye cargue, transporte y botada de material a donde lo indique la interventoría. H<2.5m.	m3	1,028	78	13.18	96	1,265.23
2.4	Excavación manual en material heterogéneo, bajo cualquier grado de humedad. Incluye: roca descompuesta, bolas de roca de volumen inferior a 0.35 m³. Incluye cargue, transporte y botada de material a donde lo indique la interventoría. H>2.5m.	m3	606	78	7.77	96	745.85
2.5	Excavación en roca con cemento demolidor no explosivo tipo cras o equivalente con diámetro de perforación de 30mm. Incluye cemento demolidor a una dosificación de 8 kg por metro cúbico, desembole, acarreo interno hasta el sitio de acopio o donde lo indique la interventoría y los permisos ante las entidades correspondientes para su utilización. Se pagará como roca compacta. Se deben seguir las recomendaciones del productor y garantizar la aplicación con personal autorizado. Su medida será en sitio. Incluye botada.	m3	8,458	78	108.44	96	10,409.85
2.6	Construcción de entibado temporal en tablón de madera (6 usos), bajo cualquier altura y grado de humedad. Incluye suministro, transporte y colocación de elementos en madera, el cargue, transporte interno y externo y botada de material sobrantes en los sitios donde lo indique la interventoría y su medida será en el sitio, su forma de pago se hará por el área que se encuentre en contacto con la tierra, según normas y especificaciones generales de construcción de eopp de Medellín, capítulo 2.	m2	779	78	9.99	96	958.77
2.7	Excavación para pilotes de ø = 1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de e=10 cm, (e exterior = 1.40m.), cargue, transporte y botada de material. De 0.0 a 2.0 m.	ml	200	78	2.56	96	246.15
2.8	Excavación para pilotes de ø = 1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de e=10 cm, (e exterior = 1.40m.), cargue, transporte y botada de material. De 2.0 a 4.0 m.	ml	200	78	2.56	96	246.15
2.9	Excavación para pilotes de ø = 1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de e=10 cm, (e exterior = 1.40m.), cargue, transporte y botada de material. De 4.0 a 6.0 m	ml	200	78	2.56	96	246.15
2.1	Excavación para pilotes de ø = 1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de e=10 cm, (e exterior = 1.40m.), cargue, transporte y botada de material. De 6.0 a 8.0 m.	ml	200	78	2.56	96	246.15
2.11	Excavación para pilotes de ø = 1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de e=10 cm, (e exterior = 1.40m.), cargue, transporte y botada de material. De 8.0 a 10.0 m.	ml	186	78	2.38	96	228.92
2.12	Excavación para pilotes de ø = 1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de e=10 cm, (e exterior = 1.40m.), cargue, transporte y botada de material. de 10.0 a 12.0 m	ml	142	78	1.82	96	174.77
2.13	Excavación para pilotes de ø = 1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de e=10 cm, (e exterior = 1.40m.), cargue, transporte y botada de material. de 12.0 a 14.0 m	ml	60	78	0.77	96	73.85
2.14	Excavación para pilotes de ø = 1.20m. Incluye anillos de revestimiento en concreto de 17.5 MPa. de e=10 cm, (e exterior = 1.40m.), cargue, transporte y botada de material. de 14.0 a 16.0 m	ml	1	78	0.01	96	1.23
2.15	Llenos con arenilla compactados mecánicamente hasta obtener una densidad del 98% de la máxima obtenida en el ensayo del próctor modificado. Incluye el suministro, transporte, colocación de la arenilla, la compactación de la misma y transporte interno. Y su medida será en sitio ya compactado.	m3	5,254	78	67.36	96	6,466.46
2.16	Llenos en material provenientes de la excavación, compactados mecánicamente hasta obtener una densidad del 95% de la máxima obtenida en el ensayo del próctor modificado. Incluye transporte interno. Su medida será en sitio ya compactado.	m3	1,148	78	14.72	96	1,412.92
2.17	Suministro, transporte y colocación de Geotextil 1700 NT o similar	m2	1,258	78	16.13	96	1,548.31
2.18	Suministro, transporte y colocación de Material granular triturado entre 3/4" y 1/2". Incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	m3	652	78	8.36	96	802.46
2.19	Suministro, transporte y colocación de Tubería de drenaje ø=4 ". Incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	ml	432	78	5.54	96	531.69
2.20	Suministro, transporte y colocación de Tubería de drenaje ø=2 ". Incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	ml	117	78	1.50	96	144.00
3.1	Suministro, transporte y colocación de base granular	m3	4,461	78	57.19	96	5,490.46
3.2	Carpeta en rodadura con mezcla asfáltica en caliente MDC-3, compactada con medios mecánicos, que incluye imprimación y riego de liga.	m3	630	78	8.08	96	775.38
3.3	Base con mezcla asfáltica en caliente MSC-2, compactada con medios mecánicos, que incluye imprimación y riego de liga.	m3	417	78	5.35	96	513.23
3.4	Suministro, transporte y colocación Suelo de reemplazo	m3	4,186	78	53.67	96	5,152.00
3.5	Suministro, transporte y colocación de Geotextil T-2400. Incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	m2	7,725	78	99.04	96	9,507.69
4.1	Suministro y colocación de concreto de 28 MPa para muros.	m3	922	78	11.82	96	1,134.77
4.2	Suministro y colocación de concreto de 28 MPa para placa de fondo	m3	280	78	3.59	96	344.62
4.3	Suministro y colocación de concreto de 28 MPa para pantalla entre pilotes	m3	415	78	5.32	96	510.77
4.4	Suministro y colocación de concreto de 28 MPa para viga cabezal	m3	236	78	3.03	96	290.46
4.5	Suministro y colocación de concreto de 28 MPa para cubierta box	m3	292	78	3.74	96	359.38
4.6	Concreto de 28 MPa para pilotes de fundación. Incluye mano de obra. No incluye refuerzo.	m3	1,443	78	18.50	96	1,776.00
4.7	Concreto de 17.5 Mpa	m3	27	78	0.35	96	33.23
4.8	Suministro, transporte y colocación de Concreto de 14 MPa. Para solados	m3	126	78	1.62	96	155.08
4.9	Suministro, transporte, corte, figuración y colocación de acero de refuerzo de fy= 420 MPa	kg	358,814	78	4,600.18	96	441,617.23
4.1	Fabricación, transporte y colocación de acero de estructural a 36	kg	13,659	78	175.12	96	16,811.08
4.11	Descabece de pilotes	un	97	78	1.24	96	119.38
4.12	Suministro, transporte y colocación de Material granular triturado entre 3/4" y 1/2". Incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	m3	199	78	2.55	96	244.92
4.13	Lloraderos 2"	un	40	78	0.51	96	49.23
4.14	Geotextil NT 2500 o similar	m2	1,412	78	18.10	96	1,737.85
4.15	Junta PVC - Juntas de dilatación	m	136	78	1.74	96	167.38
4.16	Junta PVC - Juntas Construcción	m	315	78	4.04	96	387.69
4.17	Suministro, transporte y colocación de Tubería de drenaje ø=4 ". Incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	m	339	78	4.35	96	417.23
6.3	Suministro, transporte y colocación de Barrera metálica. Incluye sistemas de fijación y todo lo necesario de acuerdo a planos.	ml	570	78	7.31	96	701.54

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

FRETE 2: CONSTRUCCION DEL PUENTE SOBRE LA CALZADA SUR DE LA CALLE 37B (AVENIDA PILSEN)							
ITEM No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL POR OBRA	ML PUENTE PROYECTO REFERENCIA	CANTIDAD/ML PUENTE PROYECTO ORIGINAL	ML PUENTE ALTERNATIVA 3	CANTIDAD TOTAL ALTERNATIVA 3
1.1	Localización, trazado y replanteo	día	330.00	260	1.27	70	44.42
1.2	Demolición de andenes o pisos en concreto, baldosa o cualquier acabado, e = 8 - 15 cm, incluye retiro de entresuelo, retiro y reinstalación de tapas de medidores de acueducto cualquier diámetro, tapas de energía, tapas cajas de teléfonos, según rubricación de diseño, cargue, transporte y botada de los escombros	m2	6,602.00	260	25.39	70	888.73
1.3	Demolición de cordones o bordillos existentes 0.15x0.10 m, incluye cargue, transporte, botada y disposición de los escombros a sitios definidos por la intendentaría	m	2,758.00	260	10.61	70	371.27
1.4	Demolición de pavimento en asfalto de cualquier espesor, incluye corte con máquina de disco según trazado de topografía, picada en tamaños máximos de 40cm, acopio, cargue y transporte a la planta de reciclaje de la secretaría de infraestructura física.	m2	7,645.00	260	29.40	70	1029.13
1.5	Demolición sumidero, incluye cargue y retiro de escombros.	un	49.00	260	0.19	70	6.60
1.6	Demolición de estructuras en concreto, incluye cargue, transporte y botada	m3	600.00	260	2.31	70	80.77
2.1	Excavación sin clasificar de la explanación y canales incluye cargue.	m3	16,680.00	260	64.15	70	2245.38
2.2	Transporte de materiales provenientes de la explanación, canales y préstamos, incluye derecho de botadero	m3-km	780,674.00	260	3002.59	70	105090.73
2.3	Suministro y conformación de terraplén incluye transporte, equipo y mano de obra.	m3	3,925.00	260	15.10	70	528.37
2.4	Conformación de terraplén con material granular existente incluye transporte, equipo y mano de obra.	m3	1,979.00	260	7.61	70	266.40
2.5	Conformación de la calzada existente incluye transporte, equipo y mano de obra.	m2	14,923.00	260	57.40	70	2008.87
3.1	Suministro e instalación material granular tipo inívas para base granular clase a, compactada al 100% del p.m. obras de pavimentación.	m3	2,338.00	260	8.99	70	314.73
3.2	Suministro e instalación material base granular estabilizada con asfalto caliente, compactada al 100% del p.m. obras de pavimentación.	m3	1,992.00	260	7.66	70	268.15
3.3	Suministro e instalación material granular tipo inívas para sub base granular clase a, compactada al 95% del p.m. obras de pavimentación.	m3	3,689.00	260	14.19	70	496.60
3.4	Construcción de carpeta asfáltica a máquina con mezcla densa en caliente tipo mdc-19 tipo III con polímeros, incluye suministro material tipo capa de rodadura.	m3	846.00	260	3.25	70	113.88
3.5	Suministro e instalación de geotextil para separación de suelos de subrasante y capas granulares suministro material tipo capa de rodadura.	m2	18,857.00	260	72.53	70	2538.44
3.6	Construcción de carpeta asfáltica a máquina con mezcla densa en caliente tipo mdc-25 con asfalto 60-70, incluye suministro material tipo capa de rodadura.	m3	1,560.00	260	6.00	70	210.00
3.7	Construcción de carpeta asfáltica a máquina con mezcla densa en caliente tipo mdc-25 tipo III con polímeros, incluye suministro material tipo capa de rodadura.	m3	727.00	260	2.80	70	97.87
3.8	Suministro yiego de imprimación con emulsión asfáltica CRL-1	m2	20,774.00	260	79.90	70	2796.50
6.1.1	Excavación manual para caissons, incluye equipo y herramienta, cargue transporte y derecho de botadero, profundidad de (0-5 MT)	m3	246.00	260	0.95	70	33.12
6.1.2	Excavación manual para caissons, incluye equipo y herramienta, cargue transporte y derecho de botadero, profundidad de (5-10 mt)	m3	246.00	260	0.95	70	33.12
6.1.3	Excavación manual para caissons, incluye equipo y herramienta, cargue transporte y derecho de botadero, profundidad de (10-15 mt)	m3	246.00	260	0.95	70	33.12
6.1.4	Excavación manual para caissons, incluye equipo y herramienta, cargue transporte y derecho de botadero, profundidad de (15-20 mt).	m3	213.00	260	0.82	70	28.67
6.2.1	Concreto resistencia 21mpa (d) - (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) - (anillos caisson)	m3	252.00	260	0.97	70	33.92
6.2.2	Concreto resistencia 28mpa (c) - (incluye vibrado, equipo de bombeo) - (caissons)	m3	715.00	260	2.75	70	96.25
6.2.3	Concreto resistencia 28mpa (c) - (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) - (estribos y dados de estribos)	m3	352.00	260	1.35	70	47.38
6.2.4	Concreto resistencia 28mpa (c) - (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) - (dados vigas de cimentación de columnas)	m3	325.00	260	1.25	70	43.75
6.2.5	Concreto resistencia 28mpa (c) - (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) - (columnas)	m3	123.00	260	0.47	70	16.56
6.3.1	Concreto resistencia 35mpa (a) - (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta y obra falsa) - (losa aligerada)	m3	1,450.00	260	5.58	70	195.19
6.3.2	Concreto resistencia 28mpa (c) - (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) - (barrera tipo new jersey)	m3	99.00	260	0.38	70	13.33
6.3.3	Concreto resistencia 21mpa (d) - (incluye vibrado, equipo de bombeo formaleta) - (placas de acceso)	m3	38.00	260	0.15	70	5.12
6.3.4	Concreto resistencia 14mpa (f) - (solados de limpieza)	m3	16.00	260	0.06	70	2.15
6.3.5	Suministro e instalación de tubería de drenaje de D.4"	m	44.00	260	0.17	70	5.92
6.4.1	Acero de refuerzo figurado fy 4200 mpa, incluye suministro, transporte, almacenamiento y colocación de barras de acero en las estructuras de concreto.	kg	474,273.00	260	1824.13	70	63844.44
6.4.2	Acero de preesfuerzo, incluye suministro, transporte, almacenamiento e instalación; ductos, anclajes, inyección de lechada rica en cemento con aditivo expansivo, tensionamiento y en general todo lo necesario para la correcta ejecución del trabajo, medida la longitud de torón entre anclajes, de acuerdo con las especificaciones según diseño	m	30,625.00	260	117.79	70	4122.60
6.5.1	Suministro e instalación de apoyo neopreno dureza 60 dim. 70x70x16 cms laminas metálicas 8 de 1/8"	un	8.00	260	0.03	70	1.08
6.5.2	Suministro e instalación de apoyo neopreno dureza 60 dim. 60x70x16 cms laminas metálicas 8 de 1/8"	un	4.00	260	0.02	70	0.54
6.5.3	Suministro e instalación de apoyo neopreno dureza 60 dim. 80x100x16 cms laminas metálicas 8 de 1/8"	un	16.00	260	0.06	70	2.15
6.5.4	Suministro e instalación de conectores stámicos D.6" (L= 1.9 m)	un	12.00	260	0.05	70	1.62
6.5.5	Suministro e instalación de conectores stámicos D.4" (L= 2.05m)	un	4.00	260	0.02	70	0.54
6.6.1	Suministro e instalación de junta de elastometro armado tipo jna-42- junta longitudinal	m	30.00	260	0.12	70	4.04
7.1	Excavación sin clasificar de préstamos (a nivel de fundación)	m3	1,785.00	260	6.87	70	240.29
7.2	Suministro e instalación de geomalla uniaxial	m2	8,797.00	260	33.80	70	1162.87
7.3	Suministro e instalación de geodren planar	m	1,452.00	260	5.58	70	195.46
7.4	Suministro e instalación de geotextil TR-3000	m2	2,095.00	260	8.06	70	282.02
7.5	Suministro y conformación de terraplén	m3	893.00	260	3.43	70	120.21
7.6	Suministro e instalación de sub base granular clase b	m3	893.00	260	3.43	70	120.21
8.1	Concreto resistencia 14mpa (f) - (solados de limpieza)	m3	6.00	260	0.02	70	0.81
8.2	Concreto resistencia 28mpa (c) - (barrera de tráfico - aporche) incluye antisol rojo, formaleta, equipo de vibración mano de obra)	m3	339.00	260	1.30	70	45.63
8.3	Concreto resistencia 21mpa (d) - (Viga de cimentación) (incluye antisol rojo, formaleta, equipo de vibración mano de obra)	m3	60.00	260	0.23	70	8.08
8.4	Acero de refuerzo fy 4200 mpa incluye suministro, transporte, almacenamiento, corte y colocación de barras de acero en las estructuras de concreto.	kg	41,005.00	260	157.71	70	5519.90
8.5	Suministro e instalación de tubería de drenaje de D.4"	m	239.00	260	0.92	70	32.17
8.6	Suministro e instalación de muro contención tipo keystone estandar	m2	507.00	260	1.95	70	68.25
8.7	Suministro e instalación de muro contención tipo keystone tapa	un	263.00	260	1.01	70	35.40
9.1	Línea de demarcación continua con en pintura plástico en frío con llana incluye suministro y aplicación.	m2	3,712.00	260	14.28	70	499.69
9.2	Marcas vales en pintura plástico en frío con llana incluye suministro y aplicación.	m2	524.00	260	2.02	70	70.54
9.3	Suministro e instalación de tacha reflectiva amarilla, a tipo 3m.	un	228.00	260	0.88	70	30.69
9.4	Suministro e instalación de tacha reflectiva blanca tipo 3m.	un	1,253.00	260	4.82	70	168.67
9.5	Suministro e instalación estoperoel plástico de 10 x 2.5 cm.	un	514.00	260	1.98	70	69.19
9.6	Suministro, transporte e instalación de señalización vertical tipo 1 60x60 cm. con reflectivo ingeniería prismático, lámina galvanizada cal. 16 y poste en tubería de acero galvanizada diámetro 2", incluye tapa metálica expuesta en todos sus extremos, pintura electrostática y todo lo necesario para su correcta instalación y funcionamiento.	un	148.00	260	0.57	70	19.92

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Cronograma de obra



La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

