

**Medidas para la disminución de la accidentalidad en la
avenida Las Palmas a través de modelo de predicción de
velocidad de operación y la consistencia del trazado.**

JAIRO ALBERTO PALACIO T

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero civil**

Andes pava Restrepo



**UNIVERSIDAD EIA
INGENIERIA CIVIL
ENVIGADO
2019**

CONTENIDO

| | pág. |
|---|------|
| INTRODUCCIÓN..... | 17 |
| 1. PRELIMINARES..... | 20 |
| 1.1 Planteamiento del problema | 20 |
| 1.2 Objetivos del proyecto | 27 |
| 1.2.1 Objetivo General..... | 27 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos | 27 |
| 1.3 Marco de referencia..... | 28 |
| 1.3.1 Antecedentes | 28 |
| 1.3.2 Marco teórico..... | 32 |
| 2. METODOLOGÍA..... | 42 |
| 2.1 Levantamiento del trazado de la vía y Obtención de velocidades de operación. 42 | |
| 2.2 Desarrollo del modelo de perdicción de velocidad: | 48 |
| 2.3 Verificación del modelo..... | 61 |
| 2.3.1 Evaluación de la consistencia..... | 61 |
| 2.3.2 Evaluación del modelo en vía de condiciones similares..... | 66 |
| 2.4 MEDIDAS PARA disminución de accidentalidad | 72 |
| 3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 75 |
| 3.1 Recolección de datos | 75 |
| 3.1.1 Trazado de la vía..... | 75 |
| 3.1.2 Peraltes | 78 |
| 3.1.3 Características de las curvas y sección de la vía..... | 78 |

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

| | | |
|-------|---|-----|
| 3.1.4 | Velocidades de operación | 80 |
| 3.2 | Desarrollo del modelo..... | 80 |
| 3.2.1 | Desarrollo de modelos en ascenso..... | 81 |
| 3.2.2 | Desarrollo de modelos en descenso..... | 82 |
| 3.3 | Verificación del modelo..... | 83 |
| 3.3.1 | Evaluación de la consistencia..... | 83 |
| 3.3.2 | Verificación del modelo..... | 85 |
| 3.4 | Medidas para la disminución de la accidentalidad | 87 |
| 3.4.1 | Mejoramiento en la señalización..... | 87 |
| 3.4.2 | Estrechamiento de carriles y adicción de ciclo-ruta | 93 |
| 3.4.3 | Radars por tramos..... | 100 |
| 4. | CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES | 106 |
| 5. | REFERENCIAS | 110 |

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

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|-----------|
| Tabla 1. Modelos de predicción de velocidad de operación..... | 34 |
| Tabla 2. Criterios para la evaluación de la consistencia..... | 38 |
| Tabla 3. Ecuaciones de relación entre radios de curvas contiguas..... | 39 |
| Tabla 4. Coeficiente de fricción transversal máximo | 62 |
| Tabla 5. Características curvas analizadas en ascenso Autopista Medellín – Bogotá. | 67 |
| Tabla 6. Características curvas analizadas en descenso Autopista Medellín – Bogotá. | 68 |
| Tabla 7. Clasificación por condiciones tipológicas Autopista Medellín – Bogotá en ascenso | 70 |
| Tabla 8. Clasificación por condiciones tipológicas Autopista Medellín – Bogotá en descenso | 71 |
| Tabla 9. Sección típica Avenida Las Palmas (zona de estudio) ambos sentidos antes del Km5+100..... | 78 |
| Tabla 10. Sección típica Avenida Las Palmas (zona de estudio) ambos sentidos del Km5+100 a Km 16+600 | 79 |
| Tabla 11. Modelos de predicción de velocidad en ascenso. | 81 |
| Tabla 12. Resultados evaluación consistencia Avenida Las Palmas en ascenso. ... | 83 |
| Tabla 13. Resultados evaluación consistencia Avenida Las Palmas en descenso. . | 84 |
| Tabla 14. Comparación velocidades teóricas y en campo Autopista Medellín-Bogotá en ascenso. | 85 |
| Tabla 15. Comparación velocidades teóricas y en campo Autopista Medellín-Bogotá en descenso..... | 85 |
| Tabla 16. Cantidad de elementos evaluados por cada modelo | 86 |
| Tabla 17. Propuesta de señalización para la disminución de la accidentalidad en la Avenida Las Palmas en ascenso..... | 89 |

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

| | |
|---|-----------|
| Tabla 18. . Propuesta de señalización para la disminución de la accidentalidad en la Avenida Las Palmas en descenso..... | 90 |
| Tabla 19. Altura de los tableros en las señales de información general. | 92 |
| Tabla 20. Cambio en la consistencia Avenida Las Palmas en ascenso con estrechamiento de carril | 98 |
| Tabla 21 Cambio en la consistencia Avenida Las Palmas sentido en descenso con estrechamiento de carril | 99 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1. Trazado Avenida Las Palmas | 28 |
| Figura 2. Ecuación de tasa de cambio de curvatura | 33 |
| Figura 3. Perfil de velocidad | 36 |
| Figura 4. Recomendación consistencia INVIAS | 38 |
| Figura 5. Inclímetro Wexey | 44 |
| Figura 6. Medición de peraltes en campo | 45 |
| Figura 7. Radar de Velocidad Bushnell | 46 |
| Figura 8. División modelos predicción de velocidad | 60 |
| Figura 9. Trazado Autopista Medellín – Bogotá en ascenso en la zona de estudio... | 66 |
| Figura 10. Trazado Autopista Medellín - Bogotá en descenso en la zona de estudio. | 67 |
| Figura 11. Trazado en ascenso Avenida las Palmas | 76 |
| Figura 12. Trazado en ascenso Avenida las Palmas | 77 |
| Figura 13. Estoperoles con tachas reflectoras en la vía. | 91 |
| Figura 14. Señalización propuesta. | 93 |
| Figura 15. Sección típica Avenida Las Palmas | 93 |
| Figura 16. Sección típica de la vía después de estrechamiento | 95 |
| Figura 17. Muertes relacionadas con el tránsito en reino unido y escala temporal de los radares de velocidad | 101 |
| Figura 18. Posible desvío Avenida Las Palmas tramo 1 foto-detección en ascenso | 102 |
| Figura 19. Posible desvío Avenida Las Palmas tramo 2 foto-detección en descenso | 105 |

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

LISTA DE GRAFICAS

| | |
|--|----|
| Gráfica 1. Evolución de la mortalidad por cada 100.000 habitantes | 21 |
| Gráfica 2. Diferencia entre la tasa de mortalidad real de mortalidad y su meta (Colombia)..... | 21 |
| Gráfica 3.Fallecidos en accidentes de tránsito según localización (Colombia)..... | 22 |
| Gráfica 4. Mayor correlación alcanzada empleando los datos ambos sentidos de la vía. | 50 |
| Gráfica 5. Mayor correlación alcanzada empleando únicamente los datos en descenso..... | 51 |
| Gráfica 6.Mayor correlación alcanzada empleando únicamente los datos en ascenso. | 52 |
| Gráfica 7. Correlación no deseada en ascenso (Tangente< 150 m, R<60 m) | 54 |
| Gráfica 8. Correlación ascenso (Tangente< 150 m, R<60 m y Delta>90°)..... | 55 |
| Gráfica 9. Correlación ascenso (Tangente< 150 m, R<60 m y Delta<90°)..... | 55 |
| Gráfica 10. Correlación no deseada en ascenso (Tangente< 150 m, R>120 m) | 56 |
| Gráfica 11. Correlación no deseada en descenso (Tangente< 150 m, R>120 m) | 57 |
| Gráfica 12. Correlación ascenso (Tangente< 150 m, 120 m < R < 150 m)..... | 58 |
| Gráfica 13. Correlación ascenso (Tangente< 150 m, R > 150 m)..... | 58 |
| Gráfica 14. Correlación descenso (Tangente< 150 m, 120 m < R < 150 m)..... | 59 |
| Gráfica 15. Correlación descenso (Tangente< 150 m, R > 150 m)..... | 59 |
| Gráfica 16. Coeficiente de fricción transversal..... | 63 |
| Gráfica 17. Perfil de velocidad Avenida Las Palmas en descenso..... | 64 |
| Gráfica 18.Perfil de velocidad Avenida Las Palmas en ascenso..... | 65 |
| Gráfica 21. Interpolación ajuste por distancia lateral total | 96 |

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

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

LISTA DE ANEXOS

| | pág. |
|--|------|
| Anexo 1. Peraltes obtenidos en campo Avenida Las Palmas en ascenso. | 113 |
| Anexo 2. Peraltes obtenidos en campo Avenida Las Palmas en descenso..... | 116 |
| Anexo 3. Características curvas Avenida Las Palmas en ascenso. | 119 |
| Anexo 4. Características curvas Avenida Las Palmas en descenso | 122 |
| Anexo 5. Velocidades de operación registradas en campo en Avenida Las Palmas en ascenso | 125 |
| Anexo 6. Velocidades de operación registradas en campo en Avenida Las Palmas en descenso | 128 |
| Anexo 7. Datos para correlación modelo de predicción de velocidad en ascenso | 131 |
| Anexo 8. Datos para correlación modelo de predicción de velocidad en descenso..... | 133 |
| Anexo 9. Evaluación consistencia Avenida Las Palmas en ascenso..... | 135 |
| Anexo 10. Evaluación consistencia Avenida Las Palmas en descenso..... | 138 |
| Anexo 11. Ajuste por ancho de carril | 140 |
| Anexo 12. Ajuste por distancia lateral total | 140 |
| Anexo 13. Ajuste por tipo de franja separadora | 141 |
| Anexo 14. Ajuste por puntos de acceso..... | 141 |
| Anexo 15. Datos modelo (Tangente< 150 m, R<60 m y Delta>90°) en ascenso..... | 142 |
| Anexo 16. modelo (Tangente< 150 m, R<60 m y Delta>90°) en ascenso | 142 |
| Anexo 17. Datos modelo (Tangente< 150 m, R<60 m y Delta<90°) en ascenso..... | 143 |
| Anexo 18. Modelo (Tangente< 150 m, R<60 m y Delta>90°) en ascenso | 143 |

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

| | |
|--|-----|
| Anexo 19. Datos modelo (Tangente< 150 m, 60 m < R < 90 m) en ascenso | 144 |
| Anexo 20. Modelo (Tangente< 150 m, 60 m < R < 90 m) en ascenso | 144 |
| Anexo 21. Datos modelo (Tangente< 150 m, 90 m < R < 120 m) en ascenso | 145 |
| Anexo 22. Modelo en ascenso (Tangente< 150 m, 90 m < R < 120 m) en ascenso | 145 |
| Anexo 23. Datos modelo (Tangente< 150 m, 120 m < R < 150 m) en ascenso | 146 |
| Anexo 24. Modelo (Tangente< 150 m, 120 m < R < 150 m) en ascenso..... | 146 |
| Anexo 25. Datos modelo (Tangente<150 m, R > 150 m) en ascenso | 147 |
| Anexo 26. Modelo (Tangente<150 m, R > 150 m) en ascenso | 147 |
| Anexo 27. Datos modelo (Tangente>150 m) en ascenso | 148 |
| Anexo 28. Modelo (Tangente>150 m) en ascenso..... | 148 |
| Anexo 29. Datos modelo (Tangente< 150 m, R<60 m y Delta>90°) en descenso..... | 149 |
| Anexo 30. Modelo (Tangente< 150 m, R<60 m y Delta>90°) en descenso | 149 |
| Anexo 31. Datos modelo (Tangente< 150 m, R<60 m y Delta<90°) en descenso..... | 150 |
| Anexo 32. Datos modelo (Tangente< 150 m, R<60 m y Delta<90°) en descenso..... | 150 |
| Anexo 33. Datos modelo (Tangente< 150 m, 60 m < R < 90 m) en descenso | 151 |
| Anexo 34. Modelo (Tangente< 150 m, 60 m < R < 90 m) en descenso | 151 |
| Anexo 35. Datos modelo (Tangente< 150 m, 90 m < R < 120 m) en descenso | 152 |
| Anexo 36. Modelo (Tangente< 150 m, 90 m < R < 120 m) en descenso..... | 152 |
| Anexo 37. Datos modelo (Tangente< 150 m, 120 m < R < 150 m) en descenso | 153 |
| Anexo 38. Modelo (Tangente< 150 m, 120 m < R < 150 m) en descenso..... | 153 |
| Anexo 39. Datos modelo (Tangente<150 m, R > 150 m) en descenso | 154 |
| Anexo 40. Modelo (Tangente<150 m, R > 150 m) en descenso | 154 |
| Anexo 41 Datos modelo (Tangente>150 m) en descenso | 155 |

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

| | |
|--|-----|
| Anexo 42. Modelo (Tangente>150 m) en descenso..... | 155 |
| Anexo 43. Velocidades de operación obtenidas en campo Autopista Medellín - Bogotá (en ascenso)..... | 156 |
| Anexo 44. Velocidades de operación obtenidas en campo Autopista Medellín - Bogotá (en descenso)..... | 157 |
| Anexo 45. Localización curva 34 en ascenso | 158 |
| Anexo 46. Localización curva 39 en ascenso | 159 |
| Anexo 47. Localización curva 61 en ascenso | 160 |
| Anexo 48. Localización curva 64 en ascenso | 161 |
| Anexo 49. Localización curva 54 en ascenso | 162 |
| Anexo 50. Localización curva 78 y 79 en ascenso..... | 163 |
| Anexo 51. Localización curva 21 en descenso | 164 |
| Anexo 52. Localización curva 26 en descenso | 165 |
| Anexo 53. Localización curva 39 en descenso | 166 |
| Anexo 54. Localización curva 64 en descenso | 167 |
| Anexo 55. Localización curva 70 en descenso | 168 |
| Anexo 56. Localización curva 78 en descenso | 169 |
| Anexo 57. Localización curva 54 y 55 en descenso..... | 170 |
| Anexo 58. Mapa de calor en ascenso desde Km 4+000 hasta km 8+125 | 171 |
| Anexo 59. Mapa de calor en ascenso desde Km 8+125 hasta km 11+630 | 172 |
| Anexo 60. Mapa de calor en ascenso desde Km 11+630 hasta km 13+500 | 173 |
| Anexo 61. Mapa de calor en ascenso desde Km 13+500 hasta km 16+500 | 174 |
| Anexo 62. Mapa de calor en descenso desde Km 4+100 hasta km 8+320 | 175 |
| Anexo 63. Mapa de calor en descenso desde Km 8+320 hasta km 10+100 | 176 |

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

| | |
|---|-----|
| Anexo 64. Mapa de calor en descenso desde Km 10+100hasta km 12+800 | 177 |
| Anexo 65. Mapa de calor en descenso desde Km 12+800hasta km 16+500 | 178 |
| Anexo 66. Mapa de calor en ascenso con estrechamiento de carriles desde Km4+100 hasta km 7+700..... | 179 |
| Anexo 67. Mapa de calor en ascenso con estrechamiento de carriles desde Km7+700 hasta km 11+400..... | 180 |
| Anexo 68. Mapa de calor en ascenso con estrechamiento de carriles desde Km11+400 hasta km 16+500 | 181 |
| Anexo 69. Mapa de calor en descenso con estrechamiento de carriles desde Km4+100 hasta km 7+700 | 182 |
| Anexo 70. Mapa de calor en descenso con estrechamiento de carriles desde Km7+700 hasta km 10+800 | 183 |
| Anexo 71. Mapa de calor en descenso con estrechamiento de carriles desde Km10+800 hasta km 14+000 | 184 |
| Anexo 72. Mapa de calor en descenso con estrechamiento de carriles desde Km10+800 hasta km 14+000 | 185 |

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

RESUMEN

La accidentalidad en Colombia se ha vuelto un tema de suma importancia para los gobiernos debido a las pérdidas humanas y económicas que esta representa año a año a lo largo y ancho del territorio nacional, La Avenida Las Palmas no es ajena a esta realidad. Existen diferentes metodologías para evaluar la seguridad de una vía, una de estas es la consistencia de la misma, la cual se analiza mediante los perfiles de velocidad de operación entendiendo la velocidad de operación como la velocidad real a la que los vehículos transitan por la vía bajo condiciones de flujo libre, esta metodología compara las velocidades de operación con las velocidades de diseño o compara las velocidades de elementos sucesivos para identificar zonas de riesgo para el usuario.

Estos perfiles se desarrollan para carreteras existentes mediante mediciones en campo, pero para el caso de carreteras en etapas de diseño se requiere un modelo para predecir dicha velocidad, actualmente se han desarrollado diferentes modelos de predicción de velocidad, estos modelos son empíricos y cada uno de estos se desarrollan bajo contextos y circunstancias diferentes, por esta razón los modelos existentes no necesariamente reflejan la realidad de los diferentes contextos en el territorio nacional.

Estos modelos se desarrollan partiendo de la medición en campo de las velocidades de operación y relacionando estas mediciones con condiciones geométricas de la vía como lo son radios de curvatura, tasa de cambio de curvatura, longitud de la curva entre otros.

Estos modelos brindan una herramienta para poder evaluar la consistencia antes de que las carreteras entren en operación identificando zonas de riesgo para tomar medidas pertinentes antes de que ocurran los incidentes viales, con esta herramienta se espera que en la etapa de diseño se pueda anticipar las posibles

zonas de riesgo y tomar decisiones antes de la etapa de operación brindando una infraestructura más segura.

Finalmente se plantean medidas para disminución de la accidentalidad en La Avenida Las Palmas, estas medidas se basan en la identificación de zonas de riesgo por medio de un análisis de la consistencia a lo largo del trazado, este análisis se realiza mediante la obtención de los parámetros geométricos deseados a través de un levantamiento basado en imágenes satelitales y un trabajo de medición en campo. Estas medidas buscan proporcionar una infraestructura más segura donde la consistencia a lo largo del trazado mejore, las zonas de riesgo tengan medidas para alertar a los usuarios o finalmente que los usuarios respeten los límites de velocidad.

ABSTRACT

Accidents in Colombia have become an issue of great importance for governments due to the human and economic losses they represent year by year throughout the national territory. Las Palmas avenue is not alien to this reality. there are different methodologies to evaluate the safety of a road; one of these is its consistency, which is analyzed by operating speed profiles; understanding the operating speed as the actual speed at which vehicles travel on the road under free flowing conditions. this methodology compares operating speeds with design speeds, or compares consecutive elements speeds to identify risk zones for the user.

These profiles are developed for existing roads by field measurements, but for the case of roads in design stages, a model is required to predict this speed. currently different speed prediction models have been developed, they are empirical and each one is developed under different contexts and circumstances, for this reason, the existing models do not necessarily reflect the reality in the national territory.

These models are developed starting from the field measurement of the operating speeds and relating them with geometric conditions of the road such as radii of curvature, rate of change of curvature, arc length, among others.

These models provide a tool to assess consistency before roads come into operation by identifying risk areas allowing to take appropriate measures before road incidents occur, with this tool it is expected to anticipate possible risk areas during the design stage and make decisions before the operation stage providing a safer infrastructure.

Finally, measures to reduce the accident rate in Las Palmas avenue are proposed. These measures are based on the identification of risk areas by means of a consistency analysis along the route, this analysis is done by obtaining the desired

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

geometric parameters through a survey based on satellite images and a field measurement work. these measures seek to provide a more secure infrastructure where consistency along the route improves, risk areas have measures to alert users, or users finally respect the speed limits.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la accidentalidad en Colombia en Colombia es un problema que preocupa tanto a la población en general como a los entes de control, las cifras son alarmantes y la Avenida Las Palmas ubicada en Los municipios de Medellín y Envigado no es ajena a esta problemática, actualmente este corredor es la arteria principal que comunica el valle de Aburra con el aeropuerto internacional José María Córdoba y los municipios del oriente antioqueño, cada año se presentan gran cantidad de accidentes en este corredor siendo esta una vía de alta peligrosidad para los usuarios.

Este trabajo busca determinar posibles soluciones a esta problemática, se parte de la identificación de las posibles zonas de riesgo a lo largo del trazado, estas zonas de riesgo se logran identificar mediante un análisis de la consistencia a lo largo del trazado. Para poder realizar este análisis de la consistencia se debe de primero obtener las características con las que cuenta actualmente el trazado de la vía, para esto se realiza un levantamiento del trazado mediante ortofotos (Imágenes satelitales) apoyándose en el software Google Earth y Civil 3D, con esto se obtienen radios de curvatura, longitudes de curvatura, Deltas de curvatura y demás aspectos que dicho software suministra, adicionalmente se realiza el muestreo en campo de los peraltes a lo largo del trazado, adicionalmente se obtiene datos importantes como lo son anchos de la calzada en la curva y la sección típica de la vía. Con estos factores se encuentra la velocidad de transito segura a la cual los usuarios pueden transitar por el proyecto.

Posterior a esto se realiza el muestreo de las velocidades de operación, entendiendo la velocidad de operación como la velocidad real a la cual los usuarios transitan por la vía, este muestreo se realiza bajo condiciones de flujo libre y solo a

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

vehículos livianos, a estas muestras se les calcula el Vd85 el cual representa el percentil 85 de la muestra, esto se realiza debido a que se eliminan datos dispersos de vehículos que recorren la vía a velocidades muy elevadas fuera de lo común, además de esto los diferentes modelos desarrollados contemplan esta variable.

Con este muestreo se procede a desarrollar un modelo de predicción de velocidad el cual relación Vd 85 con diferentes variables las cuales son el radio, la longitud de curvatura y CCR (tasa de cambio de curvatura), se relacionan estas entre si generando de esta manera más variables las cuales son $1/R$, L/R y R/L , este modelo busca representar las condiciones de La Avenida Las Palmas y que pueda ser utilizado en vías con condiciones similares o en etapas de diseño para poder identificar posibles zonas de riesgo mediante una evaluación de la consistencia.

Se procede con la validación de los modelos obtenidos la cual se realiza en una vía de condiciones similares la cual corresponde a La Autopista Medellín-Bogotá donde se evaluaron 30 curvas, a estas se les realizó un muestreo en campo obteniendo de esta manera las velocidades de operación, posterior se realizó la aplicación del modelo y se obtuvo la velocidad teórica, estas se compararon y finalmente se encontró la diferencia porcentual entre estas.

Para la identificación de las zonas de riesgo en La Avenida Las Palmas, se compararon las velocidades de operación de los vehículos y Las velocidades de transito seguras, entendiéndose esta última como las correspondientes a las velocidades específicas de diseño, de esta manera se pudo obtener donde existían consistencias buenas, regulares y malas, siendo estas últimas los puntos críticos y las posibles zonas de riesgo.

Finalmente haciendo un análisis de las zonas de riesgo y las características, se proponen 3 soluciones las cuales buscan contribuir a la disminución del número de incidentes viales en este importante corredor.

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

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

1. PRELIMINARES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como se ve reflejado en el Plan de seguridad vial, en los últimos años, la seguridad vial se ha convertido en una preocupación generalizada de los entes gubernamentales, debido a la mortalidad, lesiones causadas, y pérdidas económicas.

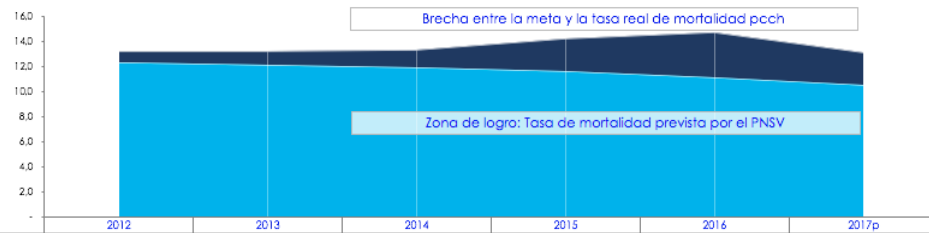
El impacto de los accidentes de tránsito y sus consecuencias hacen necesario abordar esta problemática con políticas y acciones concretas, articuladas, integrales, medibles y controlables, ya que involucran la salud pública, la seguridad de los ciudadanos y la movilidad del país. (Ministerio de transporte, 2015).

En los últimos años los accidentes de tránsito han dejado cifras superiores a los 6.000 muertos y 40.000 lesiones, de enero a junio del presente año 3096 personas han fallecido en incidentes de tránsito, lo cual representa un 2,3 % de aumento con respecto al mismo periodo del año anterior.

El Plan Nacional de Seguridad Vial fija por medio de indicadores las metas deseadas en la disminución de accidentes y como se puede observar en la Gráfica 1. Evolución de la mortalidad por cada 100.000 **habitantes** y en la Gráfica 2. Diferencia entre la tasa de mortalidad real de mortalidad y su meta (Colombia) esta brecha ha aumentado desde el año 2012.

Situación en Colombia

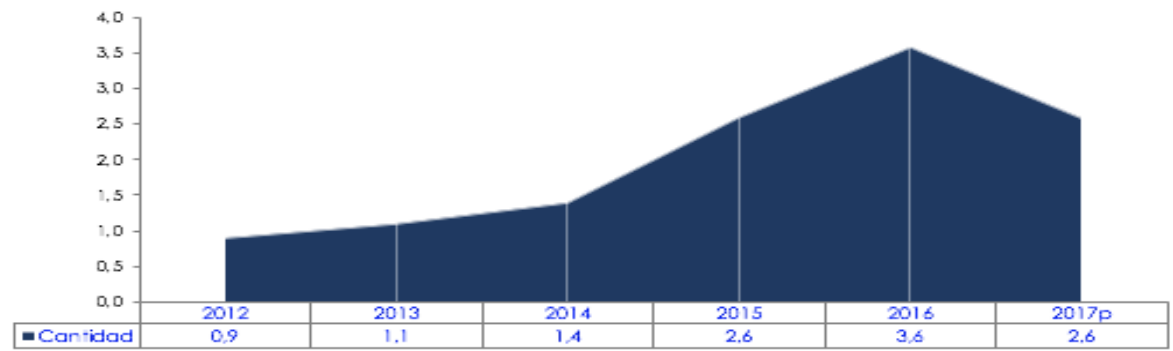
Gráfico 5. Evolución de la tasa de mortalidad por cada 100.000 habitantes en Colombia



Gráfica 1. Evolución de la mortalidad por cada 100.000 habitantes

Fuente: (Agencia Nacional de seguridad vial , 2018)

Gráfico 6. Diferencia entre la tasa real de mortalidad y su meta



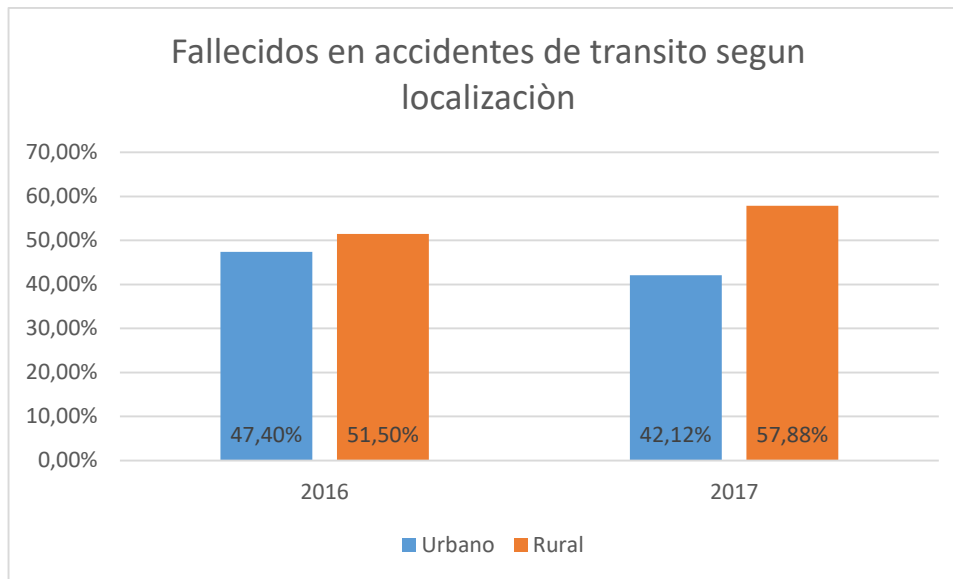
Gráfica 2. Diferencia entre la tasa de mortalidad real de mortalidad y su meta (Colombia)

Fuente: (Agencia Nacional de seguridad vial , 2018)

La zona urbana es donde se concentra la mayor accidentalidad en Colombia. Pero es en carretera donde las consecuencias de los accidentes de tránsito son más graves. (Arboleda, 2013)

Además de que las metas no se han alcanzado las zonas rurales representan más del 50 % de los accidentes fatales como se observa en el siguiente gráfico

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



Gráfica 3. Fallecidos en accidentes de tránsito según localización (Colombia)

Fuente: Elaboración propia con datos de (Agencia Nacional de seguridad vial , 2018)

Con un diseño geométrico de un corredor vial se busca cumplir 3 objetivos primordiales los cuales son la funcionalidad de la vía, la economía integral de la misma, y la seguridad de esta, siendo el último aspecto mencionado el más importante y prevaleciente al momento del diseño sin dejar de lado los otros 2.

Una de las metodologías para la evaluación de la seguridad vial de una carretera es mediante su consistencia, esta se puede entender “como los cambios poco notorios entre la velocidad de diseño y la velocidad de operación experimentada por el conductor, la cual es elegida de acuerdo con las expectativas de este.” (Posada-Henao, 2014), estas diferencias pueden darse debido a que el conductor percibe un entorno de cierta manera “seguro” en la vía para su percepción y decide transitar a una velocidad que para dicho usuario es la adecuada en un tramo de vía, esta percepción de seguridad va ligada a las condiciones geométricas de la vía, sus radios, sus anchos de carril, si tiene o no bermas y demás.

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

Aunque las vías son diseñadas para ciertos criterios de utilización como lo son las velocidades de diseño, entendiendo esta como la velocidad más probable a la que un vehículo transita, y la cual se espera que no sea excedida, estas condiciones no siempre se cumplen y en múltiples ocasiones debido a la percepción del conductor o a la cultura poblacional son excedidas, en el caso de Colombia estos límites de velocidad son constantemente superados y esto se refleja en los 94.906 comparendos impuestos en el año 2017 por el concepto C29 el cual define la infracción como “conducir un vehículo a velocidad superior a la máxima permitida”, siendo este comparendo el más recurrente en dicho año. (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2018)

Debido a que existe una tendencia a exceder los límites de velocidad permitidos, estas acciones generan un riesgo inminente para los usuarios de las vías.

Es de vital importancia comprender el comportamiento de los usuarios de las carreteras nacionales para poder llegar a evaluar la seguridad de esta mediante, más modelos aplicables a los diferentes contextos geográficos del país y poder de este modo evaluar la consistencia de las vías en la etapa de diseño, de esta manera reducir el costo que trae consigo, tanto a los involucrados en incidentes de tránsito como al gobierno nacional, este último actor puede destinar los recursos diversos sectores económicos o en el desarrollo de nueva infraestructura.

En la actualidad los modelos de evaluación de consistencia usan diferentes parámetros como lo son la velocidad, la seguridad y el desempeño, el más utilizado de estos es el modelo de perfil de velocidad basado en la velocidad de operación de la vía.

La consistencia de la vía teniendo en cuenta el perfil de velocidad de operación se evalúa de diversas maneras, la primera de estas es comparando el delta que existe

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

entre la velocidad de diseño y la velocidad de operación, otra manera que existe es evaluando los deltas de velocidad de operación que existen entre elementos sucesivos de un tramo de carretera.

Un perfil de velocidad es una gráfica en la cual se representa el abscisado del proyecto en el eje x y la velocidad en el eje y, estos perfiles se obtienen midiendo las velocidades en campo de los vehículos que transitan por la vía, esto para el caso de vías existentes, en caso contrario se debe recurrir a métodos de regresión los cuales parten de las condiciones de diseño geométrico para obtener las velocidades esperadas de operación.

En Colombia el capítulo 8 del manual de diseño geométrico del INVIAS, estipula criterios para la consistencia del diseño geométrico, en la cual presenta una serie de combinaciones indeseables y parámetros que se deben evitar para no incurrir en inconsistencias en el diseño, este manual no estipula modelos matemáticos de predicciones de velocidad de operación ni parámetros matemáticos para la evaluación de la consistencia y su clasificación en bueno, regular o malo. Además de esto, en ciertas ocasiones los criterios de consistencia del manual se pierden debido a que las carreteras actuales se ajustaron a trazados viejos o en ocasiones las condiciones geográficas lo impiden.

La avenida Las Palmas ubicada en el departamento de Antioquia más específicamente en los municipios de Medellín y Envigado no es ajena a estos planteamientos presentados, primero es una vía construida en un terreno montañoso con ciertos aspectos topográficos especiales y además de esto es una vía que se ajustó a un trazado de una vía anteriormente construida, también es una vía con gran número de accidentes anuales alcanzando cifras de 473 en el año 2016, 476 en el año 2017 y 367 en el año 2018, (Concesión Túnel Aburrá-Oriente , 2019), estos incidentes se reflejan en algunos medios de comunicación

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

“Volcamientos, vehículos con pérdida total, postes caídos y separadores destruidos hacen parte de las imágenes que acompañan los accidentes en la doble calzada de Las Palmas, la segunda con más siniestros en los corredores del país, según la Superintendencia de Transporte.” (¿Por qué son tan aparatosos los accidentes en Las Palmas?, 2018)

Adicionalmente los usuarios de la vía perciben que los límites de velocidad son superados con frecuencia como se puede observar en la siguiente declaración *“Carlos Cossio, conductor, dijo conocer bien la vía Las Palmas porque la recorre diariamente y, además, sentirse seguro mientras transita por las curvas. Eso sí, para Cossio el mayor problema está en quienes no respetan los límites de velocidad y no tienen prudencia para conducir”.* (El peligro sigue al día en Las Palmas, 2019).

Partiendo de lo anterior es pertinente la evaluación de la consistencia en el corredor vial conocido como Avenida Las Palmas para encontrar de esta manera determinar los niveles de riesgo. Colombia cuenta con una topografía muy diversa debido a esto se encuentran proyectos de infraestructura desde terrenos planos hasta escarpados, y a futuro se tendrán que seguir desarrollando la infraestructura bajo estas mismas condiciones.

Aunque existen diferentes modelos alrededor del mundo para predecir velocidades de operación, las condiciones tanto geográficas como culturales son diferentes a las de nuestro país; debido a esto es de suma importancia desarrollar modelos propios los cuales representen la realidad del comportamiento vehicular en los diferentes contextos y estos modelos se convierten en una herramienta la cual puede ser implementada y se pueden evaluar la consistencia en corredores viales con características similares.

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

Para tener un avance en temas de seguridad vial en carreteras en Colombia y para poder evaluar de manera correcta la consistencia de los proyectos viales futuros se deben de desarrollar modelos de predicción de velocidad de operación ajustados a las condiciones del país.

Finamente se propondrán medidas para la disminución de la accidentalidad en La Avenida Las Palmas mediante la evaluación de la consistencia esto con el fin de mitigar puntualmente los siniestros en este corredor vial adicionalmente y durante el procedimiento se desarrolla un modelo de predicción de velocidad de operación para brindar una herramienta de toma de decisiones en etapas de diseño o para la implementación en corredores con características similares brindando condiciones más seguras a los usuarios.

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.2.1 Objetivo General

Proponer medidas para la disminución de la accidentalidad en la avenida Las Palmas a través de un análisis de modelos de predicción de velocidad y consistencia de la vía.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Recolectar en campo anchos de calzada, peraltes y velocidades de operación de vehículos livianos para la evaluación de la consistencia e identificación de las zonas de riesgo además de características geométricas del trazado a partir de imágenes satelitales.
- Elaborar un modelo de predicción de velocidad de operación con los datos obtenidos del trazado y los datos recolectados en campo de velocidades de operación.
- Validar el modelo de predicción de velocidad de operación mediante la corroboración de las zonas de riesgo obtenidas por el modelo y las zonas de alta accidentalidad a lo largo del trazado.
- Recomendar medidas de prevención de accidentalidad en zonas de riesgo en la avenida Las Palmas

1.3 MARCO DE REFERENCIA

1.3.1 Antecedentes

La avenida Las Palmas está situada en el departamento de Antioquia más específicamente en los municipios de Medellín y Envigado, es el principal corredor que comunica al valle de Aburrá con los municipios del oriente antioqueño, además de ser la arteria principal de comunicación con el Aeropuerto internacional José María Córdoba.

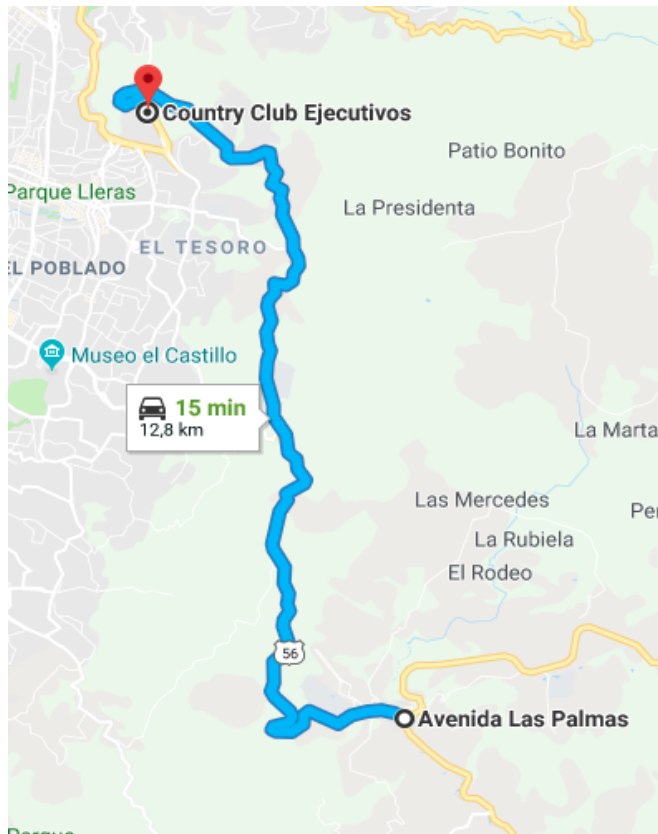


Figura 1. Trazado Avenida Las Palmas

Fuente: (Google Maps, 2018)

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

Actualmente esta vía es una doble calzada la cual tiene una longitud aproximada de 17 Km desde la glorieta del centro comercial san Diego hasta la glorieta del Mall indiana, la zona de estudio la cual está comprendida entre el Country Club y la glorieta del Mall indiana tiene una longitud aproximada de 12,8 km, es importante aclarar que se acoto el proyecto desde este punto debido a que las condiciones cambian, antes de este punto se presentan condiciones más urbanas en la vía con entradas a diversos restaurantes, centros comerciales y lugares de residencia y puntos de acceso de manera muy sucesiva, por el contrario del tramo de estudio el cual cuenta con puntos de acceso entradas a malls y lugares residenciales a distancia mucho mayores y representa más el tráfico de una corredor intermunicipal.

La avenida Las palmas es una vía primaria, esta se ajusta a la descripción que indica el manual de diseño geométrico de carreteras del Invias del año 2008 el cual estipula “Son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de Departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países”. (Instituto nacional de vías, 2008)

Un estudio de movilidad del corredor vial Las Palmas elaborado por vías y tránsito en el año 2015, este estudio se realiza entre la glorieta del centro comercial San Diego y el retorno 3 a la altura del restaurante Chuscalito arroja que la composición vehicular para este tramo de vía es de un 69% vehículos livianos, 27% motocicletas, 2% buses y 2% camiones (VIAS Y TRÁNSITO, 2015) con este estudio y teniendo en cuenta que la movilidad de vehículos de carga mayores a 5 toneladas está restringida en ambos sentidos por la vía conocida como Los Balsos entre la avenida Las Palmas y la glorieta la poda todos los días las 24 horas mediante la Resolución No 1804 de diciembre 02 de 2010, se puede concluir que en este corredor vial predomina el tránsito de vehículos livianos y los vehículos de carga no representan un porcentaje significativo a lo largo del trayecto.

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

Siendo los vehículos livianos el actor vial predominante en esta ruta, y siendo esta ruta un corredor de alta peligrosidad donde se presentan al año cifras que superan los 400 incidentes, estos incidentes van desde solo daños hasta personas fallecidas, estas cifras preocupan a los habitantes de la ciudad y los entes de control.

La Avenida Las Palmas es el corredor vial que representa en mayor porcentaje de volcamientos en la ciudad de Medellín con un 17% del total ocurrido (Sistema inteligente de movilidad de Medellín (SIMM), 2016), estos volcamientos además de poner en riesgo la vida de los usuarios, representar pérdidas materiales generan grandes congestiones vehiculares.

Por otra parte, ingeniero civil Mario Santiago Hernández, coordinador de la especialización de vías y transporte de la Universidad de Medellín expresó “si bien Las Palmas debía operar a doble calzada y a 80 kilómetros por hora, Hernández indicó que el 90% de sus curvas, desde el punto de vista geométrico, no pueden recorrerse a esa velocidad. Por eso, en algunos tramos a duras penas puede conducirse a 30 o 40 km/h”. (El peligro sigue al día en Las Palmas, 2019). De lo anterior se puede inferir que no se cuentan con análisis claros de las velocidades a las cuales los vehículos pueden transitar de manera segura y debido a esto los usuarios que transitan por este corredor vial pueden experimentar un riesgo significativo si no se toman medidas pertinentes por parte de las entidades encargadas y no se guía adecuadamente al usuario a que transite a velocidades con las cuales se le brinden unas condiciones de seguridad.

El nivel de riesgo se puede identificar mediante un análisis de consistencia en la vía, contrastando la velocidad de tránsito segura la cual se obtiene de las condiciones actuales de la vía (radios y peraltes) y la velocidad de operación de los vehículos la cual se obtiene de mediciones en campo, este último procedimiento sería innecesario de contar con un modelo de predicción de velocidad el cual suministrara

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

una noción de las velocidades de operación esperadas, debido a esto y a que se cuentan con diferentes vías en el territorio nacional con aspectos y condiciones similares, un modelo de predicción de velocidad desarrollado bajo ciertos criterios y condiciones podría ser aplicable a estos corredores viales.

En el año 2011 José Fernando Sánchez Ordoñez en su tesis doctoral "*metodología para la evaluación de la consistencia del trazado de carreteras interurbanas de dos carriles*" donde hace un análisis de diferentes modelos propuestos y utiliza estos para ver cómo se ajustan a las condiciones reales de territorio nacional además de profundizar en la evaluación de la consistencia teniendo en cuenta la velocidad de operación llega a ciertas conclusiones, una de estas es:

Es indispensable utilizar modelos de velocidades adaptados a las condiciones del país. En desarrollo de esta Tesis se encontró que solo algunos de los modelos desarrollados en otros países eran aplicables a un caso como el de Colombia. (Sánchez, 2011)

También recomienda que se indague y se profundice más en el tema

"Es conveniente profundizar en otras áreas como la consistencia del trazado en vías multicarril, así como también en la influencia de las intersecciones, puentes, túneles, pasos urbanos, carriles de ascenso y otros elementos singulares sobre la consistencia". (Sánchez, 2011)

Por otra parte, John Jairo Posada-Henao, Sara Cadavid-Agudelo, Laura Castro Gómez en su artículo publicado en el año 2014 "*Consistencia en el diseño: predicción de la velocidad de operación en carreteras*", el cual consiste unificación de varios modelos con características similares y obteniendo coeficientes de correlación para así chequear su validez, en este artículo se hacen las siguientes recomendaciones:

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

“Colombia presenta una topografía muy diversa, que varía desde terrenos planos hasta escarpados, requiriendo así parámetros de diseño específicos para cada uno de estos. Por esta razón, no es recomendable utilizar modelos de predicción de velocidad desarrollados en otros países cuyas características topográficas difieren significativamente de las nuestras. Dada la situación, se hace necesario realizar estudios para determinar expresiones matemáticas que modelen la velocidad de operación de los vehículos, para carreteras con calzada sencilla bidireccional o unidireccional, y para dobles calzadas.” (Posada-Henao, 2014)

El cuaderno N° 6 del año 2011 de la PTC (Plataforma tecnológica española de la carretera) aborda los diferentes modelos propuestos con sus respectivas consideraciones, se relacionan las variables que usan los diferentes autores para el desarrollo de los modelos y las condiciones como lo son pendiente del terreno, radio de la curva, ancho de carril y demás, las cuales deberá de cumplir la vía para que estos modelos sean aplicables a estas. Así mismo plantea consideraciones importantes, las cuales se deben de tener en cuenta a la hora del muestreo, como lo son la percepción del usuario de la vía frente a un radar de velocidad, los tramos de estudio, tamaños de la muestra, localización de las medidas.

1.3.2 Marco teórico

- **Modelos de predicción de velocidad de operación**

Un modelo de predicción de velocidad de operación se basa en una ecuación matemática la cual está compuesta por ciertas variables las cuales pueden variar según las condiciones del tramo de estudio, siendo así los radios de curvatura, longitudes de curva, la cultura al volante en la zona de estudio, la topografía del lugar y demás factores los que influyen en los diferentes modelos, estos modelos se desarrollan a partir del muestreo en campo de velocidades reales de operación

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

de los vehículos relacionando con las condiciones de la carretera, uno de los principales fines de estos modelos es poder evaluar las velocidades esperadas de operación de los vehículos antes de que el proyecto entre en funcionamiento, cabe aclarar que estos modelos se deben de aplicar para condiciones similares y no todos son aplicables bajo condiciones específicas.

Fitzpatrick et al en su artículo Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways publicado en el año 2000 donde relaciona las velocidades de operación con los radios de curvatura y las tasas de cambio de curvatura.

La ecuación de tasa de cambio de curvatura planteada inicialmente por LAMM y CHOUERI se encuentra en unidades inglesas donde la tasa de cambio de curvatura se obtiene en grados por pies, Finalmente se plantea la ecuación en unidades métricas

$$CCR = \frac{57300}{L_t} \left(\sum_i \frac{Lc_i}{r_i} + \sum_j \frac{L_j}{2r_i} \right)$$

Figura 2. Ecuación de tasa de cambio de curvatura

Fuente: (John Jairo Posada-Henao, 2014)

Donde:

CCR: Tasa de cambio de curvatura (grados/km);

Lci: Longitud de la curva circular *i* (m);

Lj: Longitud de la curva espiral *j* (m);

R: radio de la curva circular *i* (m);

Lt: Longitud total de la sección (m).

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

También se exponen los diferentes modelos desarrollados y sus respectivos autores en la tabla que se presenta a continuación.

Tabla 1. Modelos de predicción de velocidad de operación

| Modelo | Condiciones geométricas alineamiento horizontal y vertical | Autores | Año | País |
|---|---|---------------------------|------|----------|
| $V_{85} = 35,086 - 289,99 / \sqrt{r} + 0,759VAT$ | | Cardozo <i>et al.</i> | 1998 | Varios |
| $V_{85} = 120,16 - 5596,72 / r$ | | Castro <i>et al.</i> | 2008 | España |
| $V_{85} = 102,70 - (730,39 / r) - (1498,90 / Lc)$ | Curvas horizontales con curvas verticales cóncavas, radio < 300 m | Castro <i>et al.</i> | | Colombia |
| $V_{85} = 35,43 + 0,219r$ | Curvas horizontales con radio < 300 m; -9% = pendiente = -4%, | Castro <i>et al.</i> | | Colombia |
| $V_{85} = 105,08 - 149,69 / K$ | Curvas verticales convexas con visibilidad limitada (K = 43 m/%) en tangente horizontal | Castro <i>et al.</i> | 2000 | USA |
| $V_{85} = 104,82 - 3574,51 / r$ | Curva horizontal; 0% = Pendiente < 4% | Fitzpatrick <i>et al.</i> | 2000 | USA |
| $V_{85} = 105,98 - 3709,90 / r$ | Curva horizontal; -4% = Pendiente < 0% | Fitzpatrick <i>et al.</i> | 2000 | USA |
| $V_{85} = 102,10 - 3077,13 / r$ | Curva horizontal; -9% = Pendiente < -4% | Fitzpatrick <i>et al.</i> | 2000 | USA |
| $V_{85} = 103,24 - 3576,51 / r$ | Curva horizontal con visibilidad limitada por curva vertical (K = 43 m/%) | Fitzpatrick <i>et al.</i> | 2000 | USA |
| $V_{85} = 105,32 - 3438,19 / r$ | Curva horizontal combinada con curva vertical cóncava | Fitzpatrick <i>et al.</i> | 2000 | USA |
| $V_{85} = 96,61 - 2752,19 / r$ | Curva horizontal; 4% = Pendiente < 9% | Fitzpatrick <i>et al.</i> | 2000 | USA |
| V_{85} = Velocidad deseada asumida | Curva vertical cóncava en tangente horizontal | Fitzpatrick <i>et al.</i> | 2000 | USA |
| V_{85} = Velocidad deseada asumida | (K > 43 m/%) en tangente horizontal | Fitzpatrick <i>et al.</i> | 2000 | USA |
| V_{85} = Velocidad deseada asumida | Curva vertical convexa sin límite de distancia de visibilidad | Fitzpatrick <i>et al.</i> | 2000 | USA |

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

| | | | | |
|---|---------------------------------------|---------------------------|------|--------|
| V_{85} = Menor valor obtenido para curvas con pendientes entre -9% y 0% (descenso) o entre 0 y 9% (ascenso) | | Fitzpatrick <i>et al.</i> | 2001 | USA |
| $V_{85} = 102,2 - 0,10\Omega$ | | Gibreel <i>et al.</i> | 1994 | USA |
| $V_{85,BP} = 95,41 - 0,45DC - 0,001DC^2$ | | Islam y Seneviratne | 1994 | USA |
| $V_{85,EP} = 103,03 - 0,73DC - 0,003DC^2$ | | Islam y Seneviratne | 1994 | USA |
| $V_{85,MP} = 96,11 - 0,32DC$ | | Islam y Seneviratne | 1990 | USA |
| $V_{85} = 129,88 - 623,1 / \sqrt{r}$ | | Kanellaidis <i>et al.</i> | 1995 | USA |
| $V_{85} = 102,44 - 2471,81 / r + 0,012Lc - 0,1\Omega$ | | Krammes <i>et al.</i> | 1987 | USA |
| $V_{85} = 95,78 - 0,076CCR$ | | Lamm <i>et al.</i> | 1987 | USA |
| $V_{85} = 96,152 - 0,302DC$ | | Lamm <i>et al.</i> | 1990 | USA |
| $V_{85} = 94,398 - 3188,656 / r$ | Curva horizontal; 0% = Pendiente < 4% | Lamm <i>et al.</i> | 1997 | USA |
| $V_{85} = 103,66 - 1,95DC$ | | McFadden y Elefteriadou | 1997 | usa |
| $V_{85} = 41,62 - 1,29DC + 0,0049Lc - 0,12\Omega + 0,95VAT$ | | McFadden y Elefteriadou | 2005 | USA |
| $V_{85} = 91,85 + 9,81 \times 10^{-3} r$ | | Misaghi y Hassan | 2005 | USA |
| $V_{85} = 94,30 + 8,67 \times 10^{-6} r^2$ | | Misaghi y Hassan | 1994 | Canadá |
| $V_{85} = \exp(4,561 - 0,0058DC)$ | | Morrall y Talarico | 2000 | usa |
| $V_{85} = 103,66 - 1,95DC$ | | Ottesen y Krames | 2000 | USA |
| $V_{85} = 102,44 - 1,57DC + 0,012Lc - 0,01DC Lc$ | | Ottesen y Krames | 2000 | USA |
| $V_{85} = 41,62 - 1,29DC + 0,0049Lc - 0,12DC Lc + 0,95VAT$ | | Ottesen y Krames | 2004 | USA |
| $C = 2,808 \times \exp^{-0,278 \left[\text{Rev} \left(\frac{\text{Deriv}}{3} \right) \right]}$ | | Polus y Mattar-Habib | 1996 | Israel |
| $V_{85} = 99,61 - 2951, \frac{37}{r} + 0,014Lc - 0,13\Omega - 71,82e$ | | Voigt | | USA |

Fuente: (Sánchez, 2011)

Como se puede observar en la tabla anterior todos los modelos parten de V_{d85} lo que representa que los excesos de los datos están por fuera o no responden a estas

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

ecuaciones por efectos atípicos de los usuarios, como lo son comportamientos no deseados excesos de velocidad u otros factores. Esto es de suma importancia debido a que cuando se validan los modelos, existen valores que están muy lejos de los resultados del modelo y se explica de esta manera.

- **Perfil de Velocidad:**

Un perfil de velocidad es un gráfico en el cual se representan las variaciones a través de un tramo de vía o de carretera donde en la abscisa se representa ya sea la longitud del tramo o su abscisado y en la ordenada se representa una velocidad, la cual puede ser de operación o de diseño.

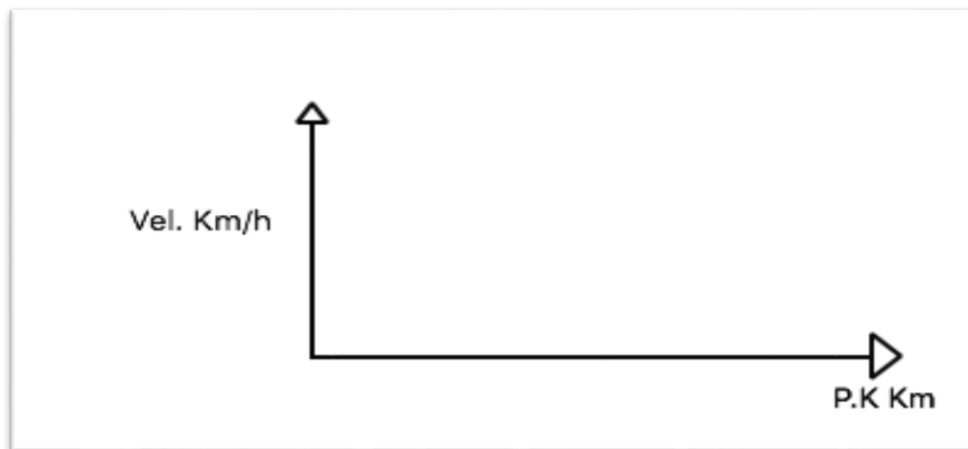


Figura 3. Perfil de velocidad

Fuente: Elaboración propia

Este perfil se obtiene midiendo las velocidades de operación de los elementos geométricos sucesivos, de los alineamientos horizontal y vertical, para el caso de carreteras no existentes o en proyecto, este perfil de velocidad se obtiene mediante

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

métodos de regresión que relacionan la velocidad de operación y las características geométricas. (Posada-Henao, 2014)

- **Consistencia de una carretera:**

La consistencia del trazado puede interpretarse como la relación entre las características geométricas de una carretera y lo que espera encontrar el conductor que circula por ella. Si hay una correspondencia entre estos dos aspectos, la conducción puede hacerse de modo continuo, sin sobresaltos, lo que incide favorablemente sobre la seguridad en la circulación. (Sánchez, 2011)

Para evaluar la consistencia de la vía mediante el perfil de velocidad de operación se puede realizar de 2 maneras, la primera es comparar las velocidades de operación y la velocidad de diseño con este se conoce los tramos donde los vehículos transitan a velocidades mayores o menores que las esperadas en diseño y muestra una probable zona de riesgo, la segunda de estas es comparar las velocidades de operaciones de los vehículos entre elementos sucesivos la cual muestra los deltas de velocidad que el usuario de la vía realiza mediante su tránsito por esta y de esta manera se puede conocer si el usuario concibe una percepción de uniformidad frente a la carretera transitada.

Jose Fernando Sánchez Ordoñez basándose en Hassan et al proponer criterios de evaluación de la consistencia, donde se exponen parámetros claros para la evaluación de la consistencia clasificándoles en buenos, regular y malos.

Tabla 2. Criterios para la evaluación de la consistencia

| CALIFICACIÓN | CRITERIO 1 | CRITERIO 2 |
|--------------|---|--|
| Buena | $V_{85} - V_p \leq 10 \text{ km/h}$ | $\Delta V_{85} \leq 10 \text{ km/h}$ |
| Regular | $10 \text{ km/h} < V_{85} - V_p \leq 20 \text{ km/h}$ | $10 \text{ km/h} > \Delta V_{85} \leq 20 \text{ km/h}$ |
| Mala | $20 \text{ km/h} < V_{85} - V_p$ | $\Delta V_{85} > 20 \text{ km/h}$ |

Fuente: (Sánchez, 2011)

Por otra parte, en manual de diseño geométrico del INVIAS en su capítulo 8 donde se exponen criterios, pero no existe un método claro y conciso donde se encuentren lineamientos, modelos, criterios de evaluación y demás aspectos importantes para una correcta evaluación se presentan ciertos parámetros en los que no se deben incurrir como el expuesto en la Figura 4. Recomendación consistencia INVIAS. donde se expone situaciones recomendadas.



Figura 4. Recomendación consistencia INVIAS

Fuente: (INVIAS, 2013)

Además de esto en el capítulo 3 del manual de diseño geométrico del invias se evalúan la relación de los radios en curvas contiguas como se muestra Tabla 3. Ecuaciones de relación entre radios de curvas contiguas, esto busca evitar la situación que se presenta en la Figura 4. Recomendación consistencia INVIAS, sin

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

embargo esto no es suficiente debido a que las características del antes y después de las curvas pueden diferir en sus tangentes

Tabla 3. Ecuaciones de relación entre radios de curvas contiguas

Ecuaciones de la relación entre radios de curvas contiguas

| CONDICIÓN | RADIO DE SALIDA |
|---------------------------------|---|
| $(V_{CH}) \geq 80 \text{ km/h}$ | $1.5 \times R + 1.05 \times 10^{-8} \times (R - 250)^3 \times R$ $250 < R < 700$ |
| $(V_{CH}) < 80 \text{ km/h}$ | $1.5 \times R + 4.693 \times 10^{-8} \times (R - 50)^3 \times R$ $50 < R < 300$ |

Fuente: (INVIAS, 2013)

La evaluación de la consistencia permite establecer los niveles de riesgo que se presentan en determinado corredor vial, siendo esta una herramienta que interviene en la seguridad vial, esto debido a que proporciona los elementos necesarios para la toma de decisiones partiendo de los niveles de riesgo al que están expuestos los usuarios para buscar minimizar estos riesgos y así tratar de reducir de igual manera los incidentes viales.

○ **Seguridad vial:**

La seguridad vial puede entenderse como una herramienta para la prevención y minimización de daños consecuencia de los accidentes viales, su objetivo principal es proteger la integridad de los usuarios que transitan por vías tanto urbanas como rurales.

Existen sistemas de seguridad activos y pasivos, los sistemas activos tienen como objetivo minimizar al máximo la probabilidad de ocurrencia de una eventualidad en la vía, estos sistemas se aplican a el vehículo, el factor humano y la vía, para el caso del vehículo este puede estar equipado con diversos sistemas como lo son frenos ABS, sistemas de control de tracción o demás mecanismos que contribuyan

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

a evitar la colisión en algún momento, el factor humano hace referencia a que la persona esté en las condiciones idóneas tanto físicas como psicológicas para realizar esta actividad de manera segura y por último el factor vía el cual consiste en que exista una señalización adecuada, que los pasos peatonales tenga una correcta demarcación, que los reductores de velocidad se encuentren debidamente pintados y demás factores de relevancia en la vía.

Por otra parte, la seguridad pasiva hace referencia a los elementos que permiten de alguna manera reducir la secuela genera por el incidente, ejemplos claros de la seguridad pasiva son los Airbags presente en los vehículos, cinturones de seguridad, barreras en la vía para impedir que el vehículo se vaya al precipicio y demás elementos que cumplen esta misma labor.

Adicionalmente existen 3 factores importantes al momento de la evaluación de la seguridad vial, El medio ambiente el cual está constituido por las condiciones meteorológicas y la vía, el otro factor es el vehículo y finalmente el factor hombre.

El factor más importante y determinante es el factor humano, debido a que las principales causas de accidentalidad se dan por “Exceso de velocidad, fallas mecánicas, impericia del conductor, fatiga y más son las principales causas de accidentalidad en Colombia y en el mundo” (Ruiz, 2014)siendo el factor humano el prevaleciente.

Por otra parte, está el factor vehículo el cual está directamente relacionado con fallas mecánicas del mismo mientras el usuario lo usa, y por último el factor medio ambiente este se divide en 2 el primero de estos son las condiciones meteorológicas y como inciden estas en el comportamiento de los conductores y los posibles incidentes (lluvia, neblina, otros) y finalmente el factor infraestructura, en el cual se estipula que “El tipo de calzada, banquetas, la existencia de peralte, puentes, alcantarillas, pendientes y abovedamiento de la vía de circulación, su estado de

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

conservación y mantenimiento influirán también en la circulación de los vehículos y en los siniestros que se puedan producir” (SURA, s.f.)

Finalmente, con esta investigación se busca establecer una relación entre el factor humano y el factor infraestructura, esto con el fin de relacionar los radios de curvatura con el comportamiento de los usuarios, y con esta herramienta tomar decisiones para buscar la reducción de los incidentes viales.

2. METODOLOGÍA

El proyecto se divide en 4 etapas, las cuales se describen a continuación y buscan seguir los lineamientos necesarios para cumplir cada uno de los objetivos específicos planteados de manera clara, organizada y concisa y así llegar al cumplimiento a cabalidad del objetivo general que en este caso es proponer medidas para la disminución de la accidentalidad en la avenida Las Palmas a través de un análisis de modelos de predicción de velocidad y consistencia de la vía.

La localización el tramo de estudio se encuentra entre estos puntos debido a que se requieren ciertas condiciones de tránsito, la cual es el flujo libre de vehículos, se debe presentar esta condición debido a que los usuarios bajo flujo libre desarrollan las velocidades máximas que el usuario percibe como seguras para transitar por cierto tramo de vía y entre el Country Club y el centro comercial San diego que es el tramo faltante de la vía se presentan condiciones de servicio más desfavorables debido a que se tienen una zona mucho más urbana donde se presentan numerosas intersecciones y se presenta un aumento en la cantidad de vehículos que transitan por esta.

2.1 LEVANTAMIENTO DEL TRAZADO DE LA VÍA Y OBTENCIÓN DE VELOCIDADES DE OPERACIÓN

La primera etapa es la obtención del trazado de la vía esta suministra información importante la cual se procesa y analiza con precaución para obtener datos lo más cercano a la realidad, estos datos los cuales son radios de curvatura, entre tangencias, longitudes de curvatura, peraltes y demás, se requieren para la posterior evaluación de la consistencia, y el desarrollo del modelo de predicción de velocidad.

Mediante imágenes satelitales y apoyados en el software civil 3D se realizó el trazado de la vía contemplando ambas calzadas de esta, para esto se localizó la

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

zona de estudio mediante el software Google Earth, posterior a la ubicación de la zona de estudio se procedió a la ubicación de puntos a los cuales se los obtenían las coordenadas (Este, Norte) en el sistema universal transversal de Mercator y como unidad se opta por los metros, al tener los puntos a lo largo de la zona de estudio se procede a realizar la obtención de imágenes con el objetivo de tener la mejor resolución posible pero con la condición de que mínimo se deben de abarcar 3 puntos de referencia por imagen.

Se insertaron dichas imágenes al software civil 3D, por otra parte, se insertaron puntos con las coordenadas Este y Norte obtenidas de Google Earth, finalmente se procedió a relacionar las imágenes con los puntos para así tener relación de tamaños que represente la realidad, este procedimiento se realizó mediante la herramienta Rubber Sheet, con el complemento Raster Tools.

Se realizó el trazo de 2 alineamientos los cuales corresponden a la calzada en ascenso y descenso, estos se diseñaron a las condiciones que se encuentran actualmente en campo, no se tomaron los planos de diseño debido a que no existe una garantía de que los datos encontrados en estos sean los que realmente se encuentran actualmente en campo. Finalmente se etiquetaron cada uno de los elementos y se obtuvo sus radios de curvatura, longitud de la curva, delta (Angulo de deflexión), Tangente, PI, PC, PT Puede existir alguna duda en el caso de que las curvas fueran espiralizadas, sin embargo, para determinar las funciones de predicción de velocidad esto no es relevante ya que el radio es lo que se utiliza como variable, finalmente el alineamiento se acopló al abscisado de la vía mediante la obtención y corroboración de distintos puntos marcados en la berma de la vía para el posterior ajuste y acople de estos al modelo.

Para la obtención de peraltes se utilizó un inclinómetro digital marca Wixey modelo WR365, el cual cuenta con un rango de 180 grados y una precisión de +/- 0.1 grados.



Figura 5. Inclinómetro Wixey

Fuente: (wixey, 2018)

Dicho equipo se sitúa en 3 puntos de la calzada (extremo izquierdo, extremo derecho y centro) como se muestra en la Figura 6. Medición de peraltes en campo, con la intención de tener mayor certeza en la toma de datos. Los datos arrojados por el inclinómetro se encuentran en grados por lo cual serán convertidos a porcentaje mediante la fórmula $Pendiente \% = Tan(x^\circ) * 100$, para obtener posteriormente el promedio de estos, es de vital importancia llevar esta medida a unidades porcentuales debido a que estas unidades son las utilizadas en el diseño vial. Este procedimiento se realiza en cada uno de los elementos de curva a lo largo del trazado.

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

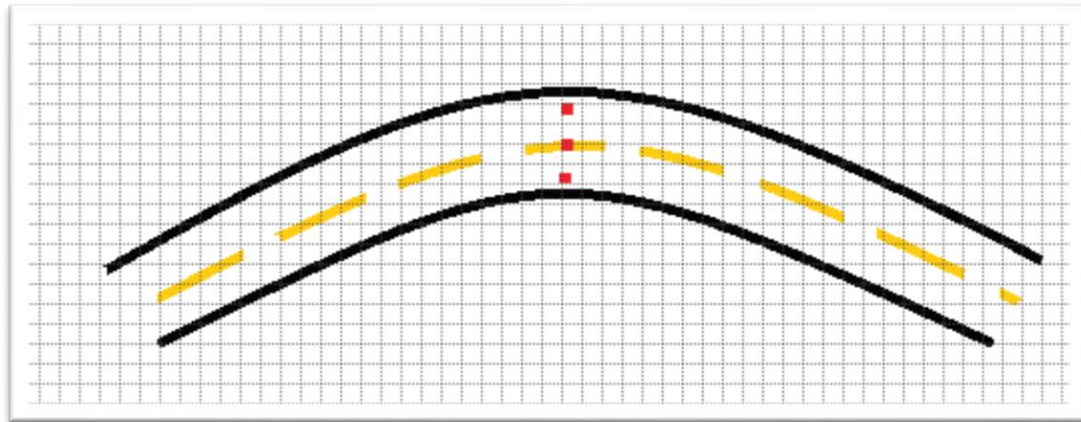


Figura 6. Medición de peraltes en campo

Fuente: Elaboración propia

Algunas curvas los peraltes se omitieron debido a que las características de la vía y la metodología para la toma de datos representaban un riesgo inminente a la persona que estaba operando el inclinómetro, no fue posible realizar el muestreo de peraltes en el 3% del total de las curvas, este porcentaje no es significativo y de cierta manera no afecta el análisis maestro de los datos.

Para los anchos de carril y de calzada se tomaron medidas en campo con un metro laser marca Bosch de referencia GLM 20 el cual tiene un rango de acción de 0.15m a 20m y una precisión +/- 3 mm, con las medidas en campo se obtendrá ancho total de calzada en cada uno de los elementos de curva y las demás medidas como lo son bermas internas, bermas externas, ancho de carril, para ambos sentidos, se tomarán medidas a lo largo del trazado.

La obtención de las velocidades de operación es un aspecto que debe de realizarse con el mayor enfoque posible debido a que este está sujeto a diversos factores que pueden alterar los datos y no reflejar la realidad.

Debido a lo anterior se deben emplear elementos idóneos para la toma de muestras los cuales son radares de velocidad también conocidos como pistolas de velocidad,

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

estos se ajustan a los requerimientos debido a su precisión y la facilidad para permitir la toma de velocidades en diferentes lugares, estos radares deberán de estar correctamente calibrados.

En este caso se utilizó un radar Bushnell, con una precisión de +/- 1 mph y un rango de acción de 10 a 200 mph.



Figura 7. Radar de Velocidad Bushnell

Fuente: (Bushnell, 2018)

Se realiza la toma de muestras de cada uno de los elementos de curva a lo largo del trazado de manera aleatoria considerando aspectos importantes como lo son las condiciones climáticas y de sitio, las cuales deben de presentar condiciones favorables para el usuario las cuales son: que no se presente lluvias, que la superficie por la cual transita el vehículo está seca, que no se presenten condiciones de poca visibilidad como lo son la neblina y que no presenten obstáculos en la vía, también se deben considerar que estas muestreo se debe realizar durante el día y los vehículos deben de estar bajo flujo libre.

Para un correcto muestreo de las velocidades se asociarán dichas muestras con el nivel de servicio de la vía, realizando la toma de datos cuando los niveles de servicio prevaletientes sean los idóneos, debido a esto el muestreo se realizó en la hora valle (9:30 am - 11:30 am) de la mañana en la calzada que se dirige hacia Medellín

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

debido a que a esta hora del día se evidenciaron niveles de servicio más favorables, Según el High Capacity Manual (HCM 2000) se establecen seis niveles de servicio los cuales van de la A hasta la F, siendo la letra A la que representa mejores condiciones, se logra identificar partiendo de lo anterior, que en descenso entre las (9:30 am -11:30 am) se logran alcanzar niveles de servicio entre A y C la mayor parte del tiempo, para la calzada que se dirige hacia el mall indiana se encontró que en horas de la tarde de (2:30 pm a 4:30 pm) las condiciones son más favorables para el muestreo identificando niveles de servicio entre A y C.

También se realizó el respectivo chequeo mediante la herramienta Google maps la cual posee un análisis de la velocidad media de todos los días de la semana, esta herramienta permite seleccionar la hora deseada y ver si el tráfico promedio se encuentre en velocidades rápidas, medias o lentas, debido a que las velocidades están asociadas al nivel de servicio se validó dichas horas y se encontró que el tráfico era rápido debido a esto se esperan condiciones de servicio óptimas para la recolección de datos.

Además de esto se tomaron en cuenta ciertos aspectos, el primero de estos es disminuir lo menos posible el comportamiento natural del conductor al percibir el radar de velocidad, y segundo es el error del coseno el cual consiste en la dirección de lectura del rayo del radar tiene cierta desviación frente a la dirección de conducción de vehículo, debido a esto se procederá a tomar las mediciones de la manera más perpendicular posible con el fin de llevar al mínimo este error.

Estos muestreos de velocidades se realizaron en cada una de las curvas donde las condiciones del trazado y de seguridad lo permitieron por lapsos de tiempo de 20 minutos aproximadamente, donde fue de vital importancia realizar únicamente velocidades de vehículos que estuvieran bajo condiciones de flujo libre. Después de obtener cada uno de estos datos se calcula de vd_{85} , esta variable corresponde al

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

percentil 85 de las velocidades, este se calcula y es con el dato que se seguirá trabajando para posteriores procedimientos.

De igual manera existen condiciones adversas para tomar la totalidad de los datos como lo son desniveles en el trazado, estrechamiento o anulación de un carril por o condiciones donde definitivamente no se presentan condiciones de flujo libre de los vehículos por estas razones existe la posibilidad de que no todas las curvas tengan su respectiva velocidad. Cabe resaltar que estas curvas no representan una cantidad significativa de la muestra.

2.2 DESARROLLO DEL MODELO DE PREDICCIÓN DE VELOCIDAD:

Para el correcto desarrollo del modelo se utilizarán los datos recolectados en campo como lo son velocidades de operación, radios de curvatura los cuales se obtuvieron del trazado construido mediante las ortofotos, tasa de cambio de curvatura, y demás factores los cuales sean de utilidad para el estudio.

Con estas bases se procede a relacionar las diferentes velocidades de operación obtenidas con las variables mencionadas para encontrar la mayor correlación posible, mediante regresiones y así poder obtener la ecuación de predicción de velocidad de operación para el caso de estudio.

Para el desarrollo del modelo se emplearon los datos obtenidos en campo de la velocidad de operación de los vehículos en los elementos de curva a lo largo de la zona de estudio, estas velocidades obtenidas se relacionaron con diferentes variables y combinaciones de estas con el fin de obtener la mayor correlación posible y así mismo en la búsqueda de que el modelo represente lo más fiable posible la realidad.

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

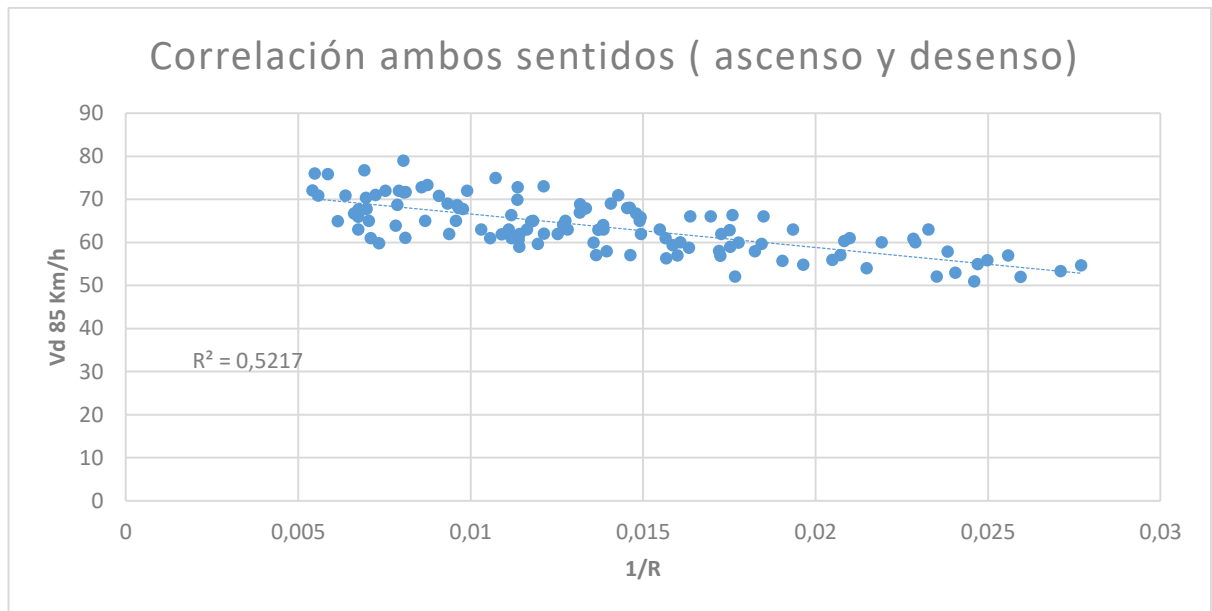
Se utilizaron las variables R (radio de curvatura), L (longitud de la curva), con estas se realizaron combinación de $1/R$, R/L y L/R además se empleó CCR (Tasa de cambio de curvatura), la cual depende de la tangente, la longitud de la curva y el radio de la misma.

El radio de una curva es un factor directamente en la velocidad de los vehículos a la hora de afrontar la misma, diversos autores han encontrado relación entre esta variable y la velocidad, y han desarrollado sus modelos partiendo de estas, ejemplos claros son Fitzpatrick et al. y Castro et al, Lamm et al, otra variable importante es la longitud de la curva con la cual también se han encontrado relaciones al momento de predecir la velocidad y se evidencia en la utilización de esta variable en los modelos empleados por Fitzpatrick et al, Lamm et al además de esto se procedió a realizar la verificación de $1/R$ ya que en el trabajo de John Jairo Posada-Henao, Sara Cadavid-Agudelo, Laura Castro Gómez, Consistencia en el diseño: predicción de la velocidad de operación en carreteras se plantea un modelo unificado en el cual la variable utilizada es $1/R$, posterior a esto se utilizan las combinaciones R/L y L/R buscando así determinar si existe una relación entre estas expresiones (las cuales se ha contienen las variables más influyentes) y la velocidad de operación.

Como primer paso se grafica cada una de estas variables mencionadas anteriormente contra los datos obtenidos en campo de V_d 85% agrupando todos los datos, con todos los datos se refiere a que se emplean los datos tanto del trazado tanto en ascenso como en descenso, posterior a graficar estos se realiza un análisis y posterior eliminación de datos dispersos en el gráfico, con un total de 144 elementos de curva, un descarte de 26 elementos dispersos lo que equivale a un 18% de la muestra, estos se descartan debido a que son datos dispersos que se encuentran en la muestra, estos datos dispersos son reflejo de las condiciones atípicas de la vía, estas condiciones atípicas pueden ser presencia de retornos, puentes, estrechamiento de la vía, a continuación de este filtro, se analizan los

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

datos los cuales no son concluyentes debido a que no se alcanzan las correlaciones esperadas, encontrando correlaciones máximas de $R^2= 0,52$ con la variables $1/R$, como se muestra en la siguiente gráfica.



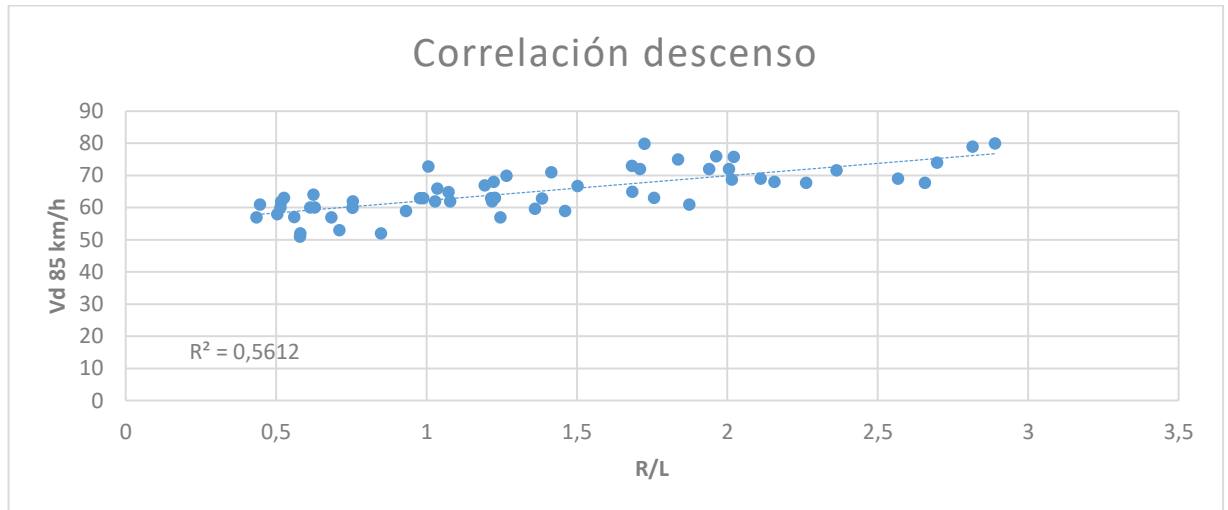
Gráfica 4. Mayor correlación alcanzada empleando los datos ambos sentidos de la vía.

Fuente: Elaboración propia

Debido a que el análisis de los datos en conjunto no fue concluyente se analiza de manera aislada los datos de los trazados en ascenso y descenso, se realizó el mismo procedimiento mencionado anteriormente para el análisis de los datos de los trazados ascenso y descenso, en el caso del trazado descenso se cuenta con un total de 73 datos de curvas horizontales, de los cuales se descartan 14 lo que equivale a un 19% de la muestra, estos se descartan debido a que son datos dispersos que se encuentran en la muestra, estos datos dispersos son reflejo de las condiciones atípicas de la vía, estas condiciones atípicas pueden ser presencia de retornos, puentes, estrechamiento de la vía, el resultado encontrado no es

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

concluyente debido a que no se encuentran las correlaciones esperadas, siendo la máxima $R^2 = 0,56$ con la variable R/L como se observa en el siguiente gráfico.

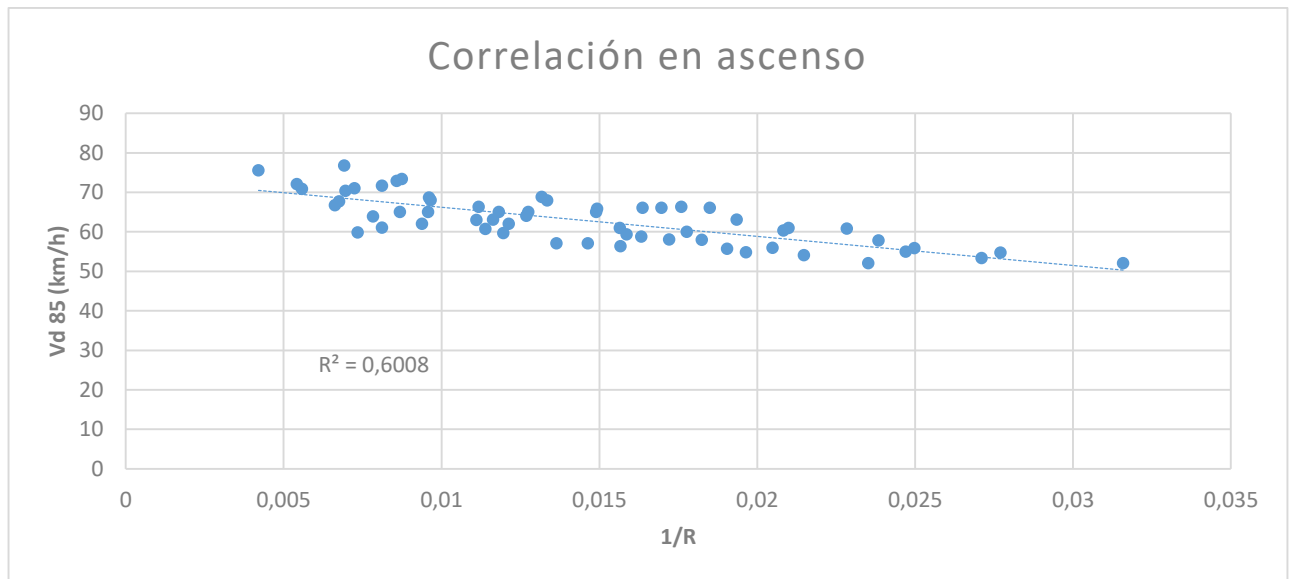


Gráfica 5. Mayor correlación alcanzada empleando únicamente los datos en descenso.

Fuente: Elaboración propia

En el caso del trazado en ascenso se cuenta con un total de 71 datos de curvas horizontales, de los cuales se descartan 11 lo que equivale a un 15% de la muestra, estos se descartan debido a que son datos dispersos que se encuentran en la muestra, estos datos dispersos son reflejo de las condiciones atípicas de la vía, estas condiciones atípicas pueden ser presencia de retornos, puentes, estrechamiento de la vía, el resultado encontrado no es concluyente debido a que no se encuentran las correlaciones esperadas, siendo la máxima $R^2 = 0,60$ con la variable $1/R$ como se observa en el siguiente gráfico.

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



Gráfica 6. Mayor correlación alcanzada empleando únicamente los datos en ascenso.

Fuente: Elaboración propia

Por las razones expuestas anteriormente se realiza un análisis más detallado de los datos, se recurre al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, el cual estipula en la sección 2.1.3.1.1. “Se ha establecido que los conductores, en función de la velocidad a la que recorren una curva horizontal y la longitud del segmento recto que encuentran al salir de dicha curva, adoptan el patrón de comportamiento”. (Ministerio de transporte-Instituto nacional de vías, 2008)

Estos patrones de comportamiento dependen de la longitud de la tangente anterior a la curva y los dividen en 4 rangos

- Tangente <150 m
- 150 m < Tangente <400 m
- 400 m < Tangente < 600 m

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

-Tangente > 600 m

En otras palabras, el conductor al salir de la curva y percibir la longitud de la tangente toma la decisión de ajustar la velocidad, el manual especifica que, para tangentes menores a 150 metros, los conductores no alcanzan a realizar los ajustes de velocidad debido que la curva posterior se encuentra muy próxima y no se cuenta con el tiempo suficiente para un correcto análisis, para el caso de tangentes entre 150 y 400 metros los conductores ajustan su velocidad según la percepción que estos tengan del trazado de la vía, para tangentes entre 400 y 600 metros se establece que estos segmentos son lo suficientemente extensos para que el conductor ajuste su velocidad y que la velocidad de la curva a la cual va a ingresar sea independiente de la anterior, finalmente para tangentes mayores a 600 metros la gran longitud del segmento recta induce a que los conductores eleven la velocidad. (Ministerio de transporte-Instituto nacional de vias, 2008)

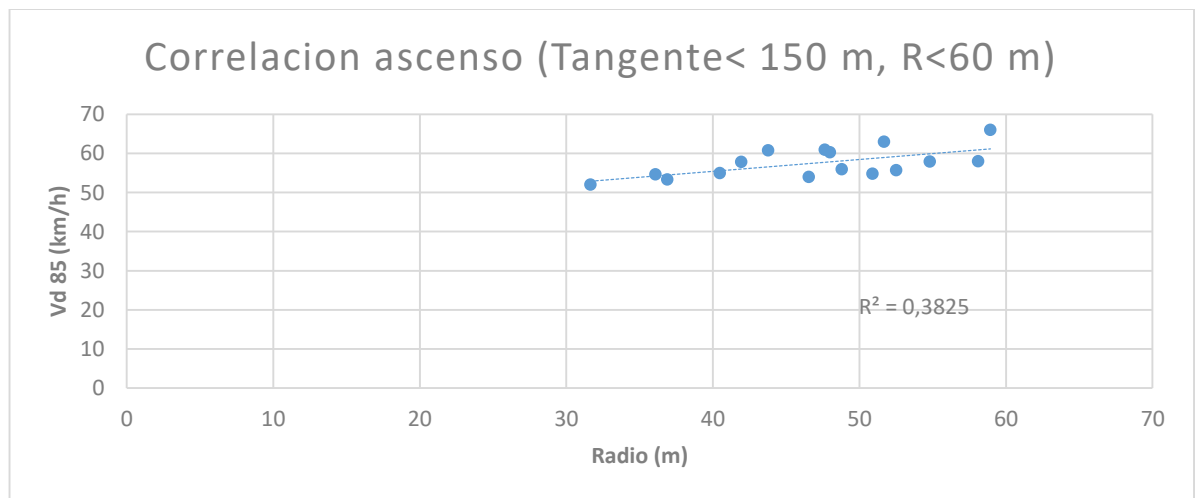
Se toman cada uno de los trazados y se clasifican los elementos de curva bajo estos parámetros, para el trazado en ascenso de los 71 elementos de los cuales se tiene la información de la velocidad de operación, 61 de estos se encuentra en el rango de tangente < 150 m lo que equivale a un 85.9% de los datos, los 10 restantes se encuentran en el rango $150 \text{ m} < \text{Tangente} < 400 \text{ m}$ lo que equivale al 14,1% de los datos, para el caso en descenso de los 73 elementos de curva 61 de estos se encuentra en el rango de tangentes < 150 m lo que equivale al 83.5% de los datos, los 12 restantes se encuentran en el rango $150 \text{ m} < \text{Tangente} < 400 \text{ m}$ lo que equivale al 16,5% de los datos.

Debido a que la mayoría de datos se encuentran en el rango de tangentes inferiores a 150 metros se realizaron subdivisiones en este rango, tomando como

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

consideración los radios de curvatura donde se clasifican en menores a 60 m, entre 60 y 90 metros, entre 90 y 120 metros, entre 120 y 150 metros y finamente mayores a 150 metros, a su vez el rango de tangentes menores a 150 m y radios menores a 60 se divide en 2 donde la primera de estas abarca las curvas con deltas menores a 90 grados y la otra las curvas con deltas mayores a 90 grados como se explica en la Figura 8. División modelos predicción de velocidad.

Estas segmentaciones se realizan debido a que se observa que existen ciertas similitudes en patrones de comportamiento, además se observa que existe gran cantidad de datos con radios significativamente pequeños menores a 90 metros y tangentes menores a 150 metros, para ambos casos (ascenso y descenso) representa 36 de los 61 elementos lo que equivale al 59 % de los datos, debido a esto se decide dividir este rango en 2 categorías, la primera de estas son radios menores a 60 metros y la segunda radios entre 60 y 90 metros, en la primera de estas se observa que el resultado no es el esperado, alcanzando correlaciones mayores con la variable R, obteniendo correlaciones muy bajas como se muestra a continuación.

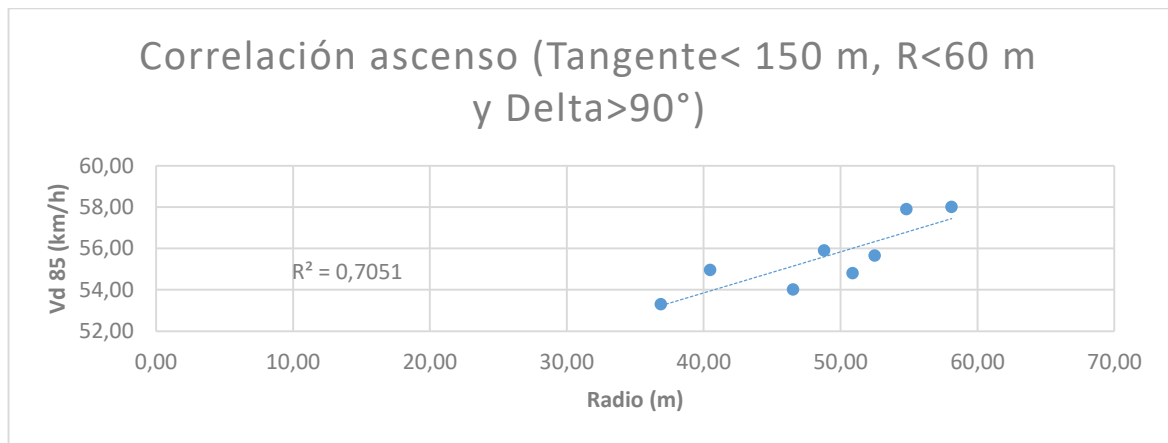


Gráfica 7. Correlación no deseada en ascenso (Tangente < 150 m, R < 60 m)

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

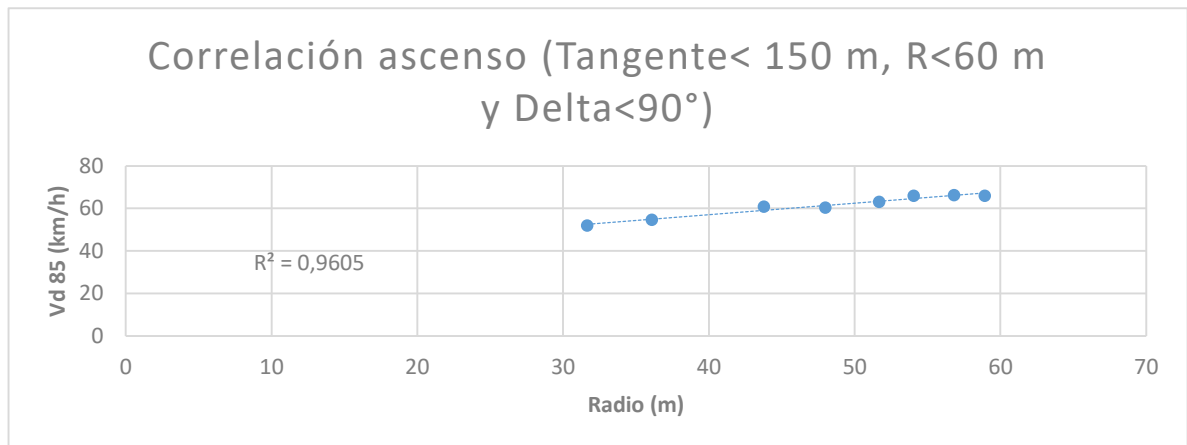
Fuente: Elaboración propia

Debido a esto se decide analizar la relación que existe entre esos radios y Delta, de esta manera se encuentran que delta es un factor influyente en esta subdivisión, y se analiza esta con deltas mayores y menores a 90° obteniendo de esta manera correlaciones más altas, en ambos casos la variable influyente que nos muestra las correlaciones más altas es el radio.



Gráfica 8. Correlación ascenso (Tangente < 150 m, R < 60 m y Delta > 90°)

Fuente: Elaboración propia



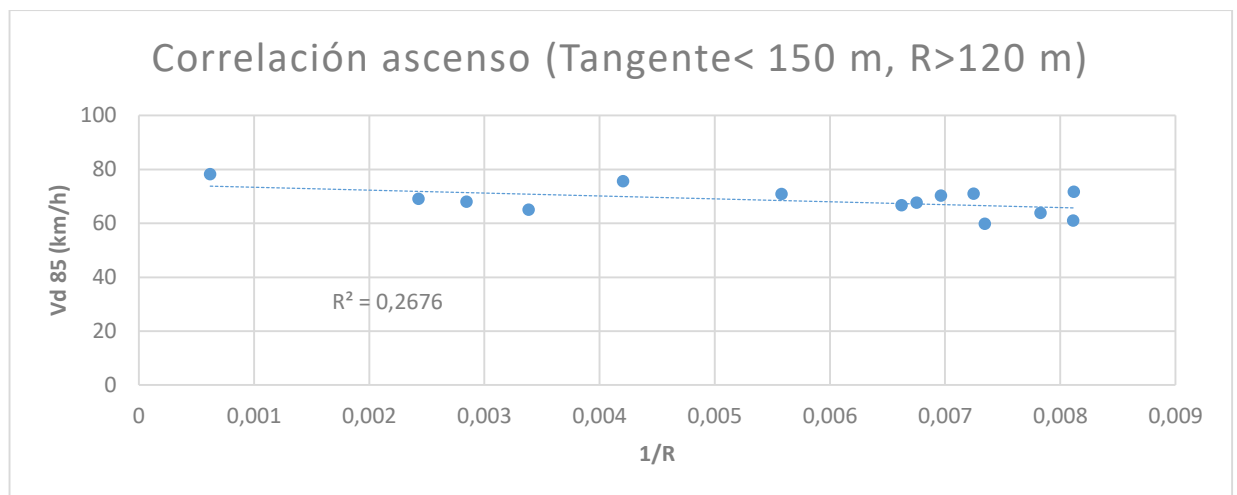
Gráfica 9. Correlación ascenso (Tangente < 150 m, R < 60 m y Delta < 90°)

Fuente: Elaboración propia

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

Se puede observar cómo se pasan de $R^2= 0,38$ a cifras significativamente más altas, alcanzando los 0,96, de esta manera se logra evidenciar que con dicha subdivisión se alcanzan las correlaciones deseadas, la variable delta corresponde a la deflexión e la curva y define si es una curva cerrada o abierta en términos de lo que el usuario percibe, debido a esto se procede a implementarla.

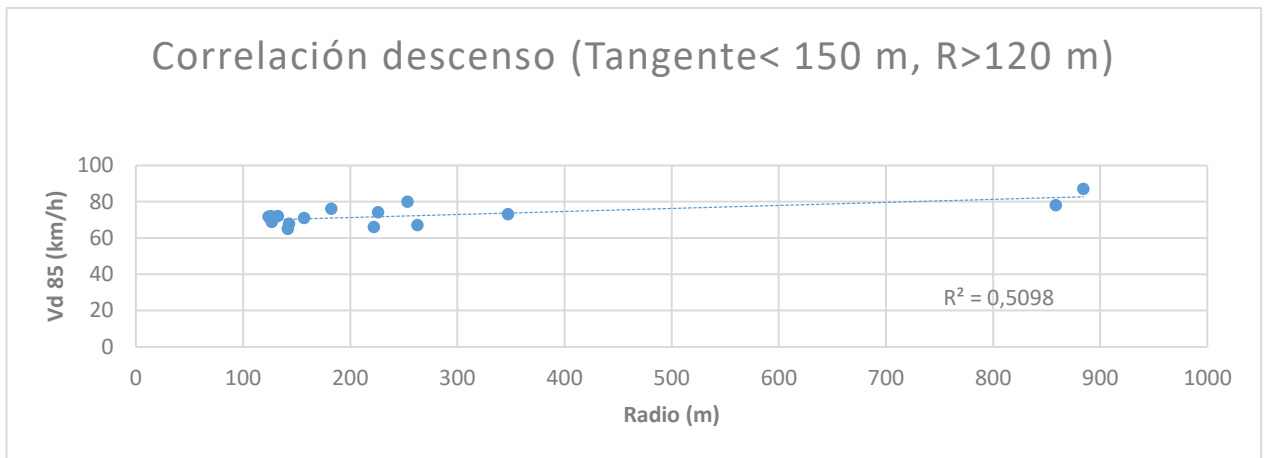
Para el caso de las curvas con radios mayores a 90 metros se planteó 2 segmentaciones, la primera de estas para radios entre 90 y 120 metros, y la segunda de estas para radios mayores a 120 metros, esta última no arroja los resultados esperados, mostrando correlaciones mayores con las variables $1/R$ en ascenso y R en descenso, después de filtrar y eliminar elementos dispersos, que para el caso de ascenso corresponden al 26% y para el caso en descenso el 17%. Como se evidencia en las siguientes graficas



Gráfica 10. Correlación no deseada en ascenso (Tangente < 150 m, R > 120 m)

Fuente: Elaboración propia

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

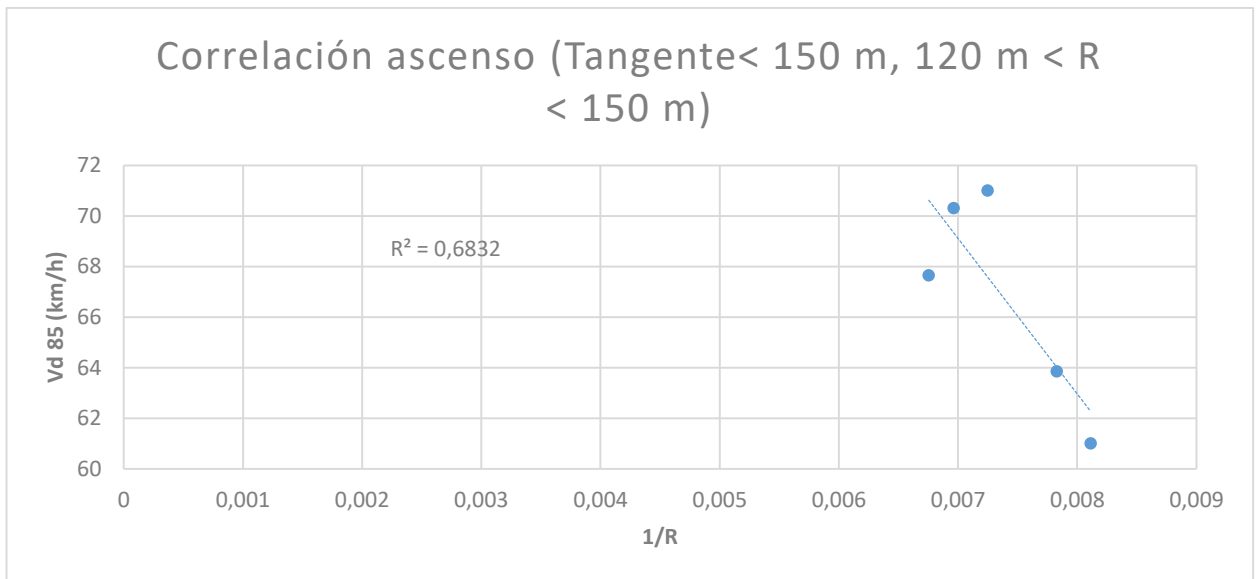


Gráfica 11. Correlación no deseada en descenso (Tangente < 150 m, R > 120 m)

Fuente: Elaboración propia

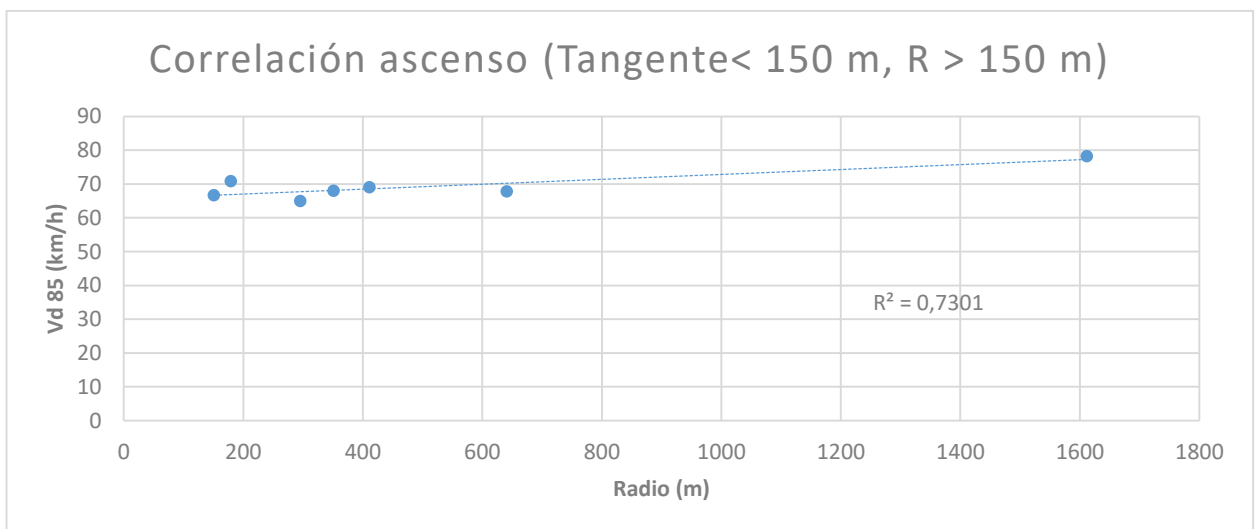
Debido a esto se realiza un replanteo y se segmenta en radios entre 120 y 150 metros y finalmente mayores a 150 metros buscando que estos modelos representen mejor la realidad, finalmente se obtiene que en ascenso las correlaciones más altas se alcanzan con la variable $1/R$ para radios entre 120 y 150 y R para radios mayores a 150 m y con un descarte de datos dispersos de 29% y 42 % respectivamente, en descenso se encuentra que en ambos casos la variable con la que se alcanzan las correlaciones más altas es R , para la situación (Tangente < 150 m, $120\text{ m} < R < 150\text{ m}$) se cuenta con una eliminación de datos dispersos del 13 %, y para (Tangente < 150 m, $R > 150\text{ m}$) se cuenta con un descarte de datos dispersos del 20 %.

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



Gráfica 12. Correlación ascenso (Tangente < 150 m, 120 m < R < 150 m)

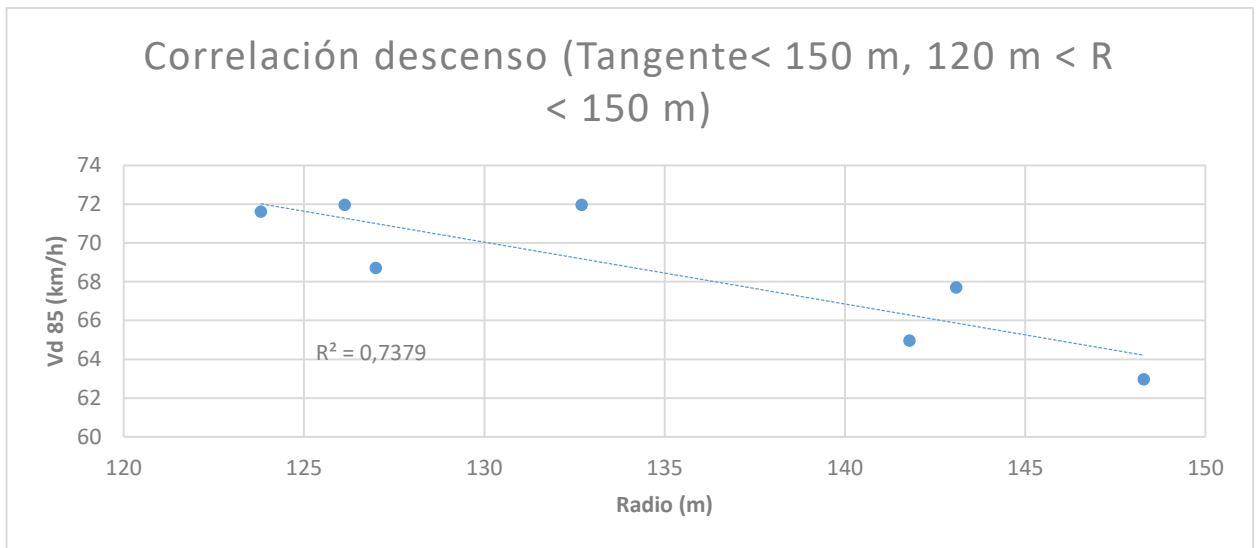
Fuente: Elaboración propia



Gráfica 13. Correlación ascenso (Tangente < 150 m, R > 150 m)

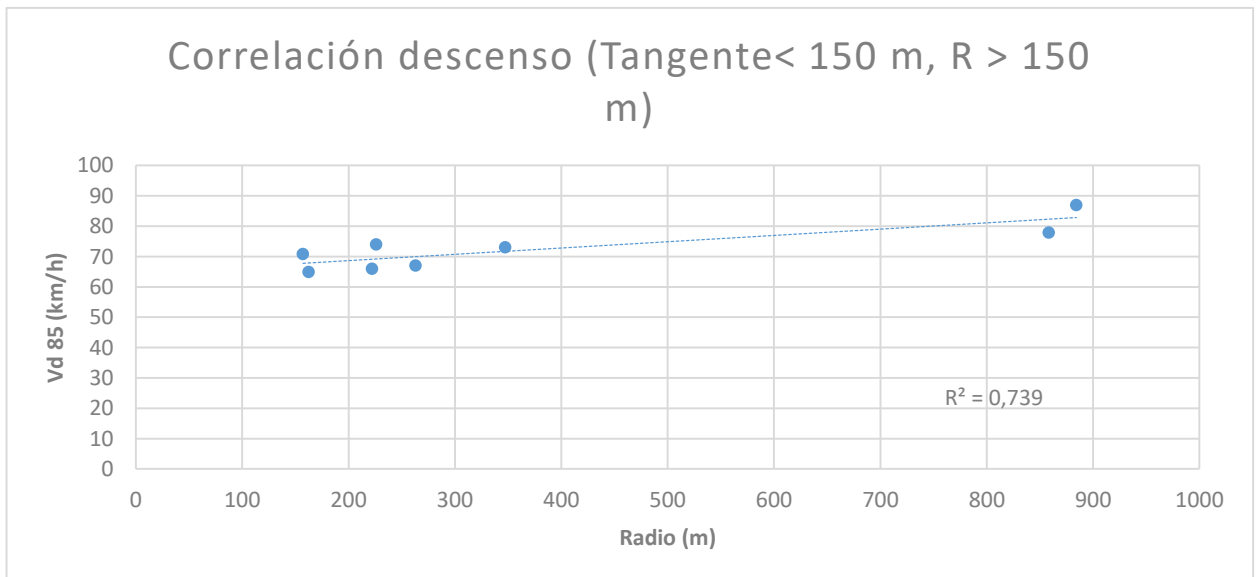
Fuente: Elaboración propia

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



Gráfica 14. Correlación descenso (Tangente < 150 m, 120 m < R < 150 m)

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 15. Correlación descenso (Tangente < 150 m, R > 150 m)

Fuente: Elaboración propia

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

Para el caso de descenso se puede observar se logra de pasar de cifra de $R^2= 0,50$ a cifras de 0,73 acercándose a modelos que representen mejor la realidad, debido a lo anterior y a lo también ocurrido en esta misma segmentación en ascenso, se da esta subdivisión como un precedente favorable y se procede a acogerla para el desarrollo del modelo.

Finalmente, por las condiciones y situaciones anteriormente expuestas realiza la segmentación de la siguiente manera.

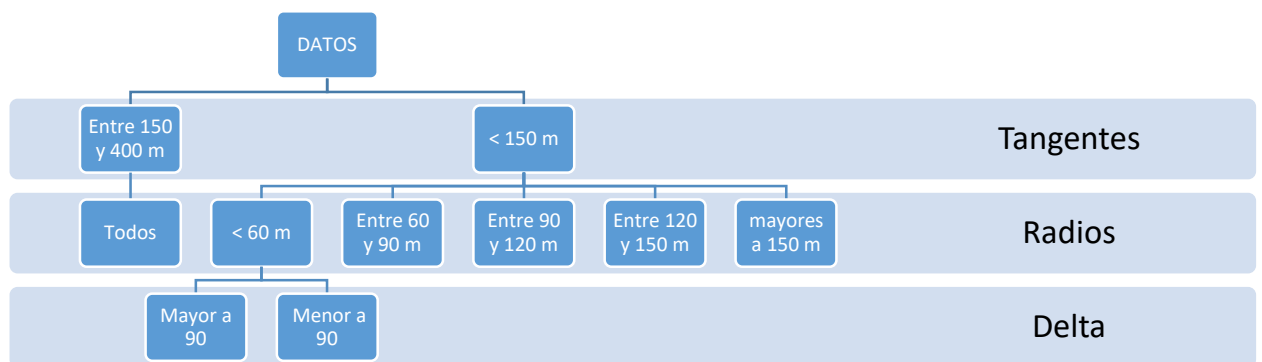


Figura 8. División modelos predicción de velocidad

Fuente: Elaboración propia

Al realizar esta segmentación se pueden observar correlaciones mayores, esta segmentación lo que busca es representar de manera más detallada la realidad del comportamiento de los usuarios, de igual manera al segmentar y clasificar estos comportamientos se espera que los modelos desarrollados puedan ser utilizados en entornos similares o en etapas de diseño y sean fiables

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

2.3 VERIFICACIÓN DEL MODELO

Como primer elemento para la verificación de los datos obtenidos en campo y del modelo se planteó, se requería la obtención de los datos de accidentalidad en la zona de estudio de La Avenida Las Palmas ocurridos en los últimos años, no fue posible la obtención de estos debido a que se le solicitó a la concesión encargada de la vía el lugar puntual donde ocurrían los incidentes en el corredor vial y no se recibieron de parte de esta, la información suministrada fue el número de incidentes ocurridos en el corredor vial durante los años 2016,2017,2018, con este suceso se replantea la verificación del modelo mediante la comparación de datos teóricos y de campo en una vía con condiciones similares (doble calzada en terreno montañosos) y los datos de consistencia se emplean para la propuesta de disminución de la accidentalidad.

La vía a emplearse es la Autopista Medellín – Bogotá esta se facilita debido a la cercanía con la zona de estudio y representa un contexto similar en el departamento de Antioquia, se emplea el tramo de vía que inicia en el valle de aburra a la altura de la calle 21 e frente a la planta de cementos Holcim, y finaliza en el alto de la virgen.

2.3.1 Evaluación de la consistencia

Como primer elemento para la determinación de la consistencia, se necesita conocer la velocidad de tránsito seguro de cada uno de los elementos de curva, en el manual de diseño geométrico del Invias en la sección 3.1.3 se hace referencia a la relación que existe entre la velocidad específica de la curva, el peralte y el radio de curvatura para finalmente llegar a la ecuación de equilibrio dada en la sección 3.1.3.1.

$$Rc = \frac{V_{ch}^2}{127x(e+F_t)}$$

Donde:

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

RC: Radio de la curva circular, en metros.

VCH: Velocidad Específica para la que se diseña la curva, en km/h.

e: Peralte de la calzada en la curva, en tanto por uno.

fT: Coeficiente de fricción transversal.

Esta ecuación permite definir la relación entre el radio (RC) de la curva horizontal, la Velocidad Específica (VCH), el peralte (e) y la fricción transversal (fT), con la cual se tiene el equilibrio de las fuerzas que participan en la circulación del vehículo en la curva evitando el deslizamiento hacia la parte externa de la curva. (Instituto nacional de vías, 2008)

Para el caso del coeficiente de fricción transversal, se empleó la tabla 3.1 del manual del Invias

Tabla 4. Coeficiente de fricción transversal máximo

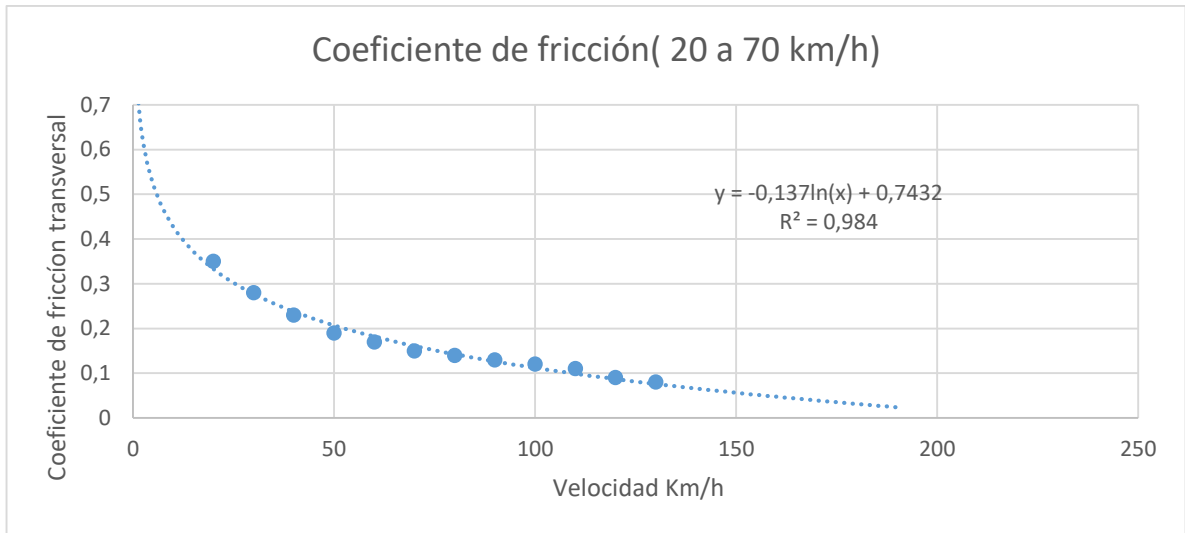
Coeficiente de fricción transversal máxima

| VELOCIDAD ESPECÍFICA V _{CH} (km/h) | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA f _{Tmáx} | 0.35 | 0.28 | 0.23 | 0.19 | 0.17 | 0.15 | 0.14 | 0.13 | 0.12 | 0.11 | 0.09 | 0.08 |

Fuente: (INVIAS, 2013)

Con los valores suministrados por dicha tabla se realiza una regresión con el fin de obtener una ecuación la cual represente el coeficiente de fricción para todas las velocidades y no solo los múltiplos de 10.

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



Gráfica 16. Coeficiente de fricción transversal

Fuente: Elaboración propia con datos de la Tabla 4. Coeficiente de fricción transversal máximo

De donde se obtiene la siguiente ecuación con una correlación de 98.4%

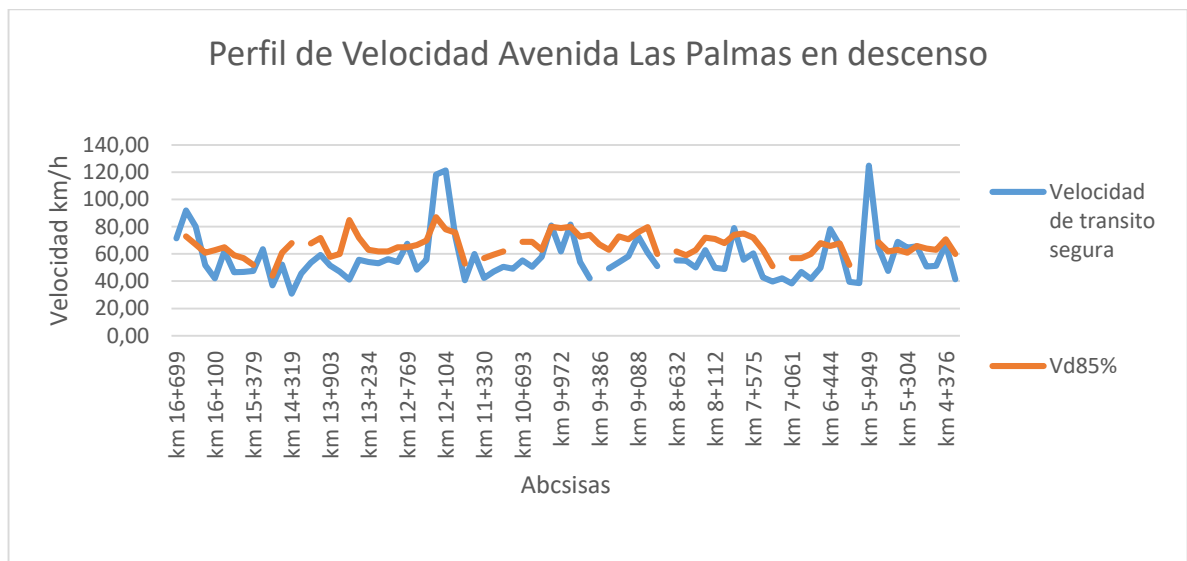
$$F_t = -0,137 \ln(V_{ch}) + 0,7432$$

Teniendo la ecuación del coeficiente transversal de fricción y la ecuación de equilibrio se despeja de esta última la velocidad de tránsito segura mediante el siguiente procedimiento, en la ecuación de equilibrio $Rc = \frac{V_{ch}^2}{127x(e+F_t)}$ se reemplaza el término F_t por la ecuación de $F_t = -0,137 \ln(V_{ch}) + 0,7432$ encontrada anteriormente de esta manera la ecuación de equilibrio queda con 3 variables las cuales son e (peralte), V_{ch} (velocidad de la curva horizontal) y Rc (Radio de curvatura) el peralte y el radio de curvatura son variables conocidas debido a que estas fueron obtenidas del levantamiento mediante el software Google Earth y el peralte mediante las medidas de campo, se itera V_{ch} hasta que la ecuación quede en equilibrio, este procedimiento se realiza mediante la herramienta de Excel buscar

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

objetivo. La velocidad obtenida de este procedimiento se refiere a la velocidad de tránsito segura de los vehículos en este elemento de curva.

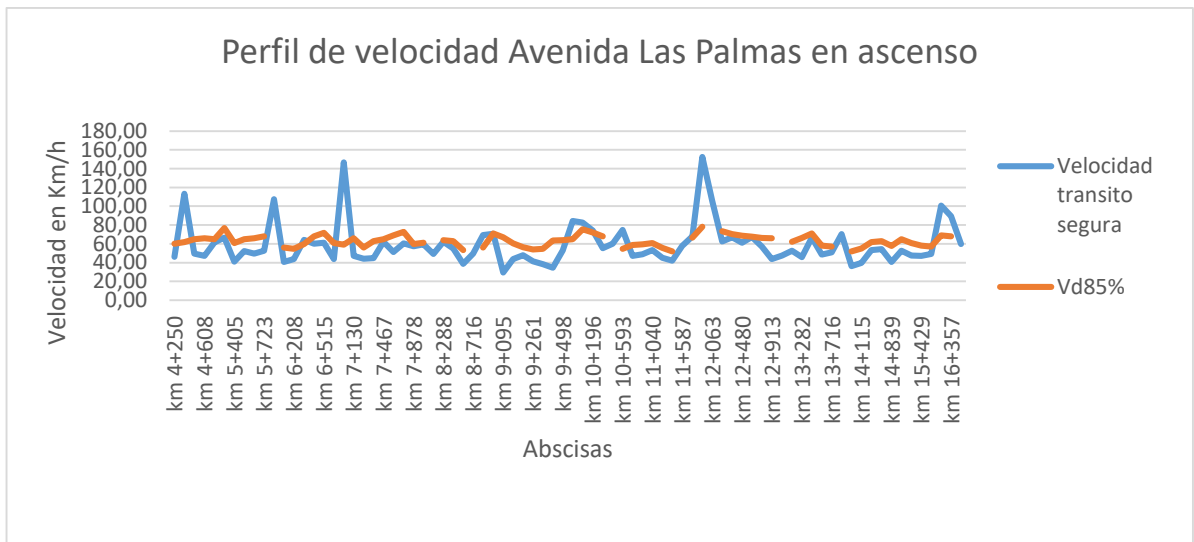
Se realiza el perfil de velocidad el cual consiste en la gráfica del abscisado vs velocidades de tránsito seguras y de operación tomadas en campo (Vd 85%), para este procedimiento se toma la abscisa de cada una de las curvas y se le asigna respectivamente las velocidades de tránsito seguras y de operación, con el perfil de velocidad se observa de manera más clara donde se presentan grandes variaciones entre estos 2 criterios.



Gráfica 17. Perfil de velocidad Avenida Las Palmas en descenso

Fuente: Elaboración propia

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



Gráfica 18. Perfil de velocidad Avenida Las Palmas en ascenso.

Fuente: Elaboración propia

Estos datos obtenidos se comparan con las Vd85%, y se clasifican en 3 grupos aceptable, buena y mala según los criterios definidos en el marco teórico y que se muestran en la Tabla 2. Criterios para la evaluación de la consistencia, y de esta manera se clasifican cada una de las curvas y se encuentra su consistencia.

Para su respectiva comparación se realiza la diferencia en valor absoluto de la velocidad de transito segura encontrada mediante las ecuaciones de equilibrio y coeficiente de fricción transversal y Vd 85% con esta consistencia se procede a su respectiva clasificación, además se logró identificar las posibles zonas de riesgo alto (consistencia baja), riesgo medio (consistencia aceptable) y riesgo bajo (consistencia buena) a lo largo del trazado de la vía.

Finalmente se realiza una curva de mapa de calor donde se contrastan el abscisado de la vía con los resultados de la consistencia y se clasifican en riesgos bajos donde la consistencia es buena, riesgo medio donde la consistencia es aceptable y

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

finalmente riesgo alto donde la consistencia, esto se realiza con el fin de identificar de manera más clara los sitios clasificados como de alta peligrosidad.

2.3.2 Evaluación del modelo en vía de condiciones similares

Para la verificación del modelo se realizó el levantamiento satelital de la Autopista Medellín-Bogotá en el tramo que parte desde el municipio de Medellín y llega al oriente antioqueño, se tuvo en cuenta exclusivamente el trazado en terreno montañosos debido a que este es el que proporciona los datos requeridos para el estudio. Con apoyo del software Google Maps se realiza el levantamiento satelital ciñéndose al trazado de la vía, este levantamiento se realizó de igual manera como se realizó en la avenida las palmas, este tramo de vía fue escogido debido a que se presentan condiciones similares “doble calzada en terreno montañosos”.

A continuación, se muestran el trazado en ambos sentidos de la Autopista Medellín – Bogotá en el tramo de estudio.



Figura 9. Trazado Autopista Medellín – Bogotá en ascenso en la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia con imágenes satelitales de (Google Maps, 2018)

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



Figura 10. Tzado Autopista Medellín - Bogotá en descenso en la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia con imágenes satelitales de (Google Maps, 2018)

Se realiza el análisis del trazado de la vía en el software civil 3D, el cual proporciona de manera precisa los radios de curvatura longitudes de la curva, Deltas, Tangentes y demás datos para la posterior corroboración del modelo.

Tabla 5. Características curvas analizadas en ascenso Autopista Medellín – Bogotá.

| Nº curva | Radio (m) | Longitud de curva (m) | PI | PC | PT | Delta (°) | Tangente anterior a la curva (m) |
|----------|-----------|-----------------------|----------|----------|----------|-----------|----------------------------------|
| 1 | 148,2 | 169,0 | 0+505.67 | 0+410.61 | 0+579.64 | 65,4 | 307,8 |
| 2 | 105,5 | 105,7 | 0+717.58 | 0+659.79 | 0+765.53 | 57,4 | 3,7 |
| 3 | 176,1 | 45,4 | 1+063.67 | 1+040.84 | 1+086.26 | 14,8 | 127,2 |
| 4 | 186,6 | 59,5 | 1+156.66 | 1+126.65 | 1+186.17 | 18,3 | 40,4 |
| 5 | 341,1 | 90,0 | 1+286.03 | 1+240.79 | 1+330.74 | 15,1 | 54,6 |
| 6 | 103,0 | 64,1 | 1+583.27 | 1+550.15 | 1+614.23 | 35,7 | 219,4 |

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

| | | | | | | | |
|----|-------|-------|----------|----------|----------|-------|-------|
| 7 | 157,8 | 63,7 | 2+394.21 | 2+361.90 | 2+425.63 | 23,1 | 47,5 |
| 8 | 130,3 | 32,9 | 2+531.77 | 2+515.23 | 2+548.14 | 14,5 | 89,6 |
| 9 | 245,3 | 126,9 | 2+739.90 | 2+675.00 | 2+801.90 | 29,6 | 49,5 |
| 10 | 117,1 | 65,5 | 2+992.99 | 2+959.34 | 3+024.87 | 32,1 | 157,4 |
| 11 | 471,2 | 176,9 | 3+523.73 | 3+434.24 | 3+611.11 | 21,5 | 409,4 |
| 12 | 124,5 | 161,4 | 3+810.72 | 3+716.39 | 3+877.84 | 74,3 | 105,3 |
| 13 | 126,4 | 96,5 | 4+309.93 | 4+259.19 | 4+355.69 | 43,7 | 184,9 |
| 14 | 140,1 | 102,4 | 4+476.11 | 4+422.50 | 4+524.90 | 41,9 | 66,8 |
| 15 | 108,3 | 198,4 | 4+740.95 | 4+599.96 | 4+798.31 | 104,9 | 75,1 |
| 16 | 138,8 | 257,8 | 5+238.80 | 5+053.26 | 5+311.04 | 106,4 | 255,0 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Características curvas analizadas en descenso Autopista Medellín – Bogotá.

| Nº curva | Radio (m) | Longitud de curva (m) | PI | PC | PT | Delta (°) | Tangente anterior a la curva (m) |
|----------|-----------|-----------------------|----------|----------|----------|-----------|----------------------------------|
| 1 | 95,1 | 122,3 | 5+123.09 | 5+174.13 | 5+051.87 | 73,7 | 17,6 |
| 2 | 116,0 | 212,3 | 4+724.98 | 4+786.44 | 4+574.12 | 104,9 | 265,4 |
| 3 | 113,6 | 77,2 | 4+455.62 | 4+492.65 | 4+415.48 | 38,9 | 81,5 |
| 4 | 149,2 | 108,6 | 4+277.41 | 4+329.20 | 4+220.56 | 41,7 | 86,3 |
| 5 | 497,7 | 185,2 | 3+522.59 | 3+614.10 | 3+428.91 | 21,3 | 102,5 |
| 6 | 153,2 | 85,0 | 2+986.61 | 3+027.98 | 2+943.00 | 31,8 | 400,9 |
| 7 | 265,3 | 138,1 | 2+729.76 | 2+797.22 | 2+659.10 | 29,8 | 145,8 |
| 8 | 299,0 | 74,3 | 2+529.45 | 2+566.40 | 2+492.11 | 14,2 | 4,0 |
| 9 | 111,3 | 43,0 | 2+378.07 | 2+399.28 | 2+356.31 | 22,1 | 92,8 |
| 10 | 118,3 | 69,5 | 2+165.01 | 2+198.73 | 2+129.21 | 33,7 | 28,9 |
| 11 | 111,3 | 53,1 | 1+995.98 | 2+022.01 | 1+968.92 | 27,3 | 41,7 |
| 12 | 170,7 | 69,6 | 1+841.17 | 1+875.46 | 1+805.91 | 23,3 | 93,5 |
| 13 | 169,5 | 95,3 | 1+682.03 | 1+728.39 | 1+633.08 | 32,2 | 77,5 |
| 14 | 582,4 | 124,2 | 1+257.41 | 1+319.27 | 1+195.09 | 12,2 | 193,5 |

Fuente: Elaboración propia

Obtenidos los radios de curvatura a lo largo del trazado se realiza la toma de velocidades de operación, estas velocidades se toman tratando de minimizar

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

cualquier tipo de error que se pueda presentar y respetando los criterios los cuales son que no se pueden presentar condiciones climáticas adversas (neblina o lluvia), condiciones de servicio óptimas y vehículos livianos. Las velocidades de operación obtenidas se encuentran en el Anexo 43. Velocidades de operación obtenidas en campo Autopista Medellín - Bogotá (en ascenso) y Anexo 44. Velocidades de operación obtenidas en campo Autopista Medellín - Bogotá (en descenso).

Obtenidas las velocidades de operación de aproximadamente 30 curvas en ambas direcciones se clasifican estas según sus criterios geométricos los cuales se pueden evidenciar en la

| Nº curva | Radio (m) | Longitud de curva (m) | PI | PC | PT | Delta (°) | Tangente anterior a la curva (m) |
|----------|-----------|-----------------------|----------|----------|----------|-----------|----------------------------------|
| 1 | 95,1 | 122,3 | 5+123.09 | 5+174.13 | 5+051.87 | 73,7 | 17,6 |
| 2 | 116,0 | 212,3 | 4+724.98 | 4+786.44 | 4+574.12 | 104,9 | 265,4 |
| 3 | 113,6 | 77,2 | 4+455.62 | 4+492.65 | 4+415.48 | 38,9 | 81,5 |
| 4 | 149,2 | 108,6 | 4+277.41 | 4+329.20 | 4+220.56 | 41,7 | 86,3 |
| 5 | 497,7 | 185,2 | 3+522.59 | 3+614.10 | 3+428.91 | 21,3 | 102,5 |
| 6 | 153,2 | 85,0 | 2+986.61 | 3+027.98 | 2+943.00 | 31,8 | 400,9 |
| 7 | 265,3 | 138,1 | 2+729.76 | 2+797.22 | 2+659.10 | 29,8 | 145,8 |
| 8 | 299,0 | 74,3 | 2+529.45 | 2+566.40 | 2+492.11 | 14,2 | 4,0 |
| 9 | 111,3 | 43,0 | 2+378.07 | 2+399.28 | 2+356.31 | 22,1 | 92,8 |
| 10 | 118,3 | 69,5 | 2+165.01 | 2+198.73 | 2+129.21 | 33,7 | 28,9 |
| 11 | 111,3 | 53,1 | 1+995.98 | 2+022.01 | 1+968.92 | 27,3 | 41,7 |
| 12 | 170,7 | 69,6 | 1+841.17 | 1+875.46 | 1+805.91 | 23,3 | 93,5 |
| 13 | 169,5 | 95,3 | 1+682.03 | 1+728.39 | 1+633.08 | 32,2 | 77,5 |
| 14 | 582,4 | 124,2 | 1+257.41 | 1+319.27 | 1+195.09 | 12,2 | 193,5 |

Tabla 6. Características curvas analizadas en descenso Autopista Medellín – Bogotá. y ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., en la clasificación y obtención de estos elementos se refleja que, aunque las condiciones de La avenida Las Palmas y el tramo de estudio de La Autopista Medellín - Bogotá son similares,

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

esta última en el tramo de estudio no cuenta con radios de curvatura menores a 90 m.

Los datos ya previamente clasificados se insertan en el modelo correspondiente así obteniendo la velocidad teórica de tránsito de los vehículos, estas velocidades teóricas se comparan con las velocidades de operación recolectadas en campo y con la diferencia de estas se encuentra su porcentaje de discrepancia.

La clasificación de cada una de las curvas obtenidas en la Autopista Medellín – Bogotá se clasifican por su tipología según los criterios expuestos en la Figura 8. División modelos predicción de velocidad, esta clasificación brinda un panorama de las funciones a evaluarse y de las condiciones de la zona de estudio.

Tabla 7. Clasificación por condiciones tipológicas Autopista Medellín – Bogotá en ascenso

| Nº curva | Radio (m) | Longitud (m) | DELTA (m) | Tangente (m) | Condiciones tipológicas |
|----------|-----------|--------------|-----------|--------------|-------------------------------------|
| 1 | 148,166 | 169,033 | 65,3652 | 307,82 | Tangente > 150 m |
| 2 | 105,486 | 105,74 | 57,4337 | 3,72 | Tangente < 150 m, 90 m < R < 120 m |
| 3 | 176,105 | 45,423 | 14,7784 | 127,24 | Tangente < 150 m, R > 150 m |
| 4 | 186,598 | 59,517 | 18,2748 | 40,39 | Tangente < 150 m, R > 150 m |
| 5 | 341,137 | 89,951 | 15,1077 | 54,62 | Tangente < 150 m, R > 150 m |
| 6 | 102,965 | 64,082 | 35,6587 | 219,41 | Tangente > 150 m |
| 7 | 157,845 | 63,732 | 23,134 | 47,47 | Tangente < 150 m, R > 150 m |
| 8 | 130,299 | 32,914 | 14,4731 | 89,6 | Tangente < 150 m, 120 m < R < 150 m |

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

| | | | | | |
|----|---------|---------|----------|--------|------------------------------------|
| 9 | 245,308 | 126,897 | 29,6389 | 49,48 | Tangente<150 m, R > 150 m |
| 10 | 117,051 | 65,536 | 32,0795 | 157,44 | Tangente< 150 m, 90 m < R < 120 m |
| 11 | 471,208 | 176,869 | 21,5061 | 409,37 | Tangente>150 m |
| 12 | 124,479 | 161,449 | 74,3126 | 105,28 | Tangente< 150 m, 120 m < R < 150 m |
| 13 | 126,422 | 96,496 | 43,7328 | 184,87 | Tangente>150 m |
| 14 | 140,103 | 102,397 | 41,8759 | 66,81 | Tangente< 150 m, 120 m < R < 150 m |
| 15 | 108,292 | 198,355 | 104,9467 | 75,06 | Tangente< 150 m, 90 m < R < 120 m |
| 16 | 138,833 | 257,784 | 106,3867 | 254,95 | Tangente>150 m |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Clasificación por condiciones tipológicas Autopista Medellín – Bogotá en descenso

| Nº curva | Radio (m) | Longitud (m) | DELTA (m) | Tangente (m) | Condiciones tipológicas |
|----------|-----------|--------------|-----------|--------------|------------------------------------|
| 1 | 95,07 | 122,255 | 73,679 | 17,55 | Tangente< 150 m, 90 m < R < 120 m |
| 2 | 115,964 | 212,323 | 104,905 | 265,43 | Tangente>150 m |
| 3 | 113,551 | 77,171 | 38,9389 | 81,47 | Tangente< 150 m, 90 m < R < 120 m |
| 4 | 149,245 | 108,636 | 41,706 | 86,28 | Tangente< 150 m, 120 m < R < 150 m |
| 5 | 497,654 | 185,196 | 21,322 | 102,52 | Tangente<150 m, R > 150 m |
| 6 | 153,216 | 84,982 | 31,7796 | 400,93 | Tangente>150 m |
| 7 | 265,333 | 138,124 | 29,8263 | 145,78 | Tangente<150 m, R > 150 m |
| 8 | 299,036 | 74,288 | 14,2337 | 4,03 | Tangente<150 m, R > 150 m |

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

| | | | | | |
|----|---------|--------|---------|--------|------------------------------------|
| 9 | 111,27 | 42,964 | 22,1234 | 92,83 | Tangente < 150 m, 90 m < R < 120 m |
| 10 | 118,32 | 69,527 | 33,6677 | 28,91 | Tangente < 150 m, 90 m < R < 120 m |
| 11 | 111,27 | 53,086 | 27,3355 | 41,66 | Tangente < 150 m, 90 m < R < 120 m |
| 12 | 170,704 | 69,555 | 23,3457 | 93,46 | Tangente < 150 m, R > 150 m |
| 13 | 169,516 | 95,312 | 32,2151 | 77,52 | Tangente < 150 m, R > 150 m |
| 14 | 582,411 | 124,18 | 12,2164 | 193,54 | Tangente > 150 m |

Fuente: Elaboración propia

2.4 MEDIDAS PARA DISMINUCIÓN DE ACCIDENTALIDAD

Conociendo las zonas de riesgo a lo largo del proyecto, las cuales son donde se presentan inconsistencia alta, se plantean medidas para disminuir la accidentalidad teniendo en cuenta diferentes aspectos.

Se realiza un análisis profundo de las características de la vía, teniendo en cuenta velocidad de operación de los vehículos, características de la vía como lo son accesos de a esta a lo largo del trazado, retornos, anchos de calzada, berma y carril y demás aspectos que fueran relevantes en este punto.

Las soluciones buscan disminuir la accidentalidad en los puntos críticos y mejorar las condiciones de tránsito generales de la vía llevando al usuario a que transite a las velocidades esperadas a lo largo del trayecto, brindando condiciones más

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

seguras de operación, pero de igual manera buscando que las condiciones de servicio de la vía no disminuyan.

Se plantean 3 soluciones 2 de estas comprenden soluciones generalizadas a lo largo del trayecto y una de estas presenta soluciones puntuales en los puntos críticos donde se presentan inconsistencias.

La primera solución planteada se enfoca en la evaluación particular de cada uno de los elementos donde se establece que existe un riesgo para los usuarios, partiendo de lo anterior se analiza cada una de los elementos, se establece lo existente (señalización existente, barreras, ubicación, contexto general de la curva) con estos lineamientos se procede a plantear mejoramientos en la señalización vertical o la implementación de elementos físicos que busquen la reducción de la velocidad con el fin de mejorar las condiciones de seguridad en dichos puntos sin afectar las condiciones de tránsito, sin generar represamientos o disminuir las condiciones actuales de servicio.

La con la segunda solución se busca un replanteo de la sección típica de la vía, esto con el fin de evaluar la influencia que representa el cambio en los anchos de carril en las velocidades de operación de los usuarios, en este caso se plantean estrechamientos de los carriles y bermas y adicional a esto un carril exclusivo de ciclo-ruta segregado, esto con el fin de brindar condiciones de tránsito más seguras para conductores y ciclistas. Esta solución se plantea a lo largo de la zona de la zona de estudio acoplándose a las condiciones actuales del trazado.

Finalmente se plantea controles de velocidad a lo largo de la zona de estudio mediante elementos de foto-detección, esto con la finalidad de controlar de manera constante y abarcando muchos más tramos de carretera que se controlan actualmente, de esta manera guiando al conductor que no sobrepase los límites de velocidad establecidos o será impuestos comparendos. Es importante mencionar

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

que estos sistemas de foto-detección se analizan en el contexto buscando abarcar gran parte de las zonas de riesgo y evitando generar desvíos por parte de los conductores para evadir estos controles.

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

3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

3.1.1 Trazado de la vía

Mediante el procedimiento anteriormente mencionado se obtuvieron 2 trazados de la vía uno en ascenso y otro en descenso los cuales se pueden percibir un total de 162 elementos de curva de los cuales 82 de estos corresponden al trazado en descenso, la cantidad restante corresponde al trazado en ascenso.

○ **Trazado Avenida Las Palmas en ascenso:**



Figura 11. Trazado en ascenso Avenida las Palmas

Fuente: Elaboración propia con imágenes satelitales de (Google Maps, 2018)

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

○ **Trazado en descenso Avenida Las Palmas**



Figura 12. Trazado en ascenso Avenida las Palmas

Fuente: Elaboración propia con imágenes satelitales de (Google Maps, 2018)

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

3.1.2 Peraltes

Los peraltes recolectados se pueden observar en los Anexo 1. Peraltes obtenidos en campo Avenida Las Palmas en ascenso. Y Anexo 2. Peraltes obtenidos en campo Avenida Las Palmas en descenso, se debe mencionar que para el caso de los Peraltes en ascenso no se realizó el respectivo muestreo de 2 curvas las cuales corresponden a la C15 y C45 para el caso en descenso no se realizó el de 3 curvas las cuales son C31, C38 y C51 estos muestreos no fue posible realizarlos por cuestiones de seguridad, se percibe que se pone en riesgo la vida de la persona que está realizando el procedimiento.

3.1.3 Características de las curvas y sección de la vía

Los características recolectados se pueden observar en los Anexo 3. Características curvas Avenida Las Palmas en ascenso. y Anexo 4. Características curvas Avenida Las Palmas en descenso

El ancho de calzada es un aspecto importante, se identificaron 2 secciones típicas, la primera de estas finaliza en el Km5+100 y cuenta con un ancho de calzada promedio de 7,35 m el cual se obtuvo mediante las mediciones de anchos calzada en cada una de las curvas además de esto se tomaron mediciones más detalladas, donde se observan las siguientes medidas en berma interna de 0,3 m, la sección típica cuenta con 2 carriles cada uno con un ancho promedio de 3,45 m y una berma externa de 0,2 m.

Tabla 9. Sección típica Avenida Las Palmas (zona de estudio) ambos sentidos antes del Km5+100

| Abs | Sentido (m) | Berma interna (m) | Ancho carril izquierdo (m) | Ancho carril derecho (m) | Ancho ambos carriles (m) | Berma externa (m) |
|---------|-------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|
| km4+710 | Ascenso | 0,3 | 3,5 | 3,4 | 6,9 | 0,18 |
| Km4+700 | Descenso | 0,3 | 3,5 | 3,43 | 6,93 | 0,2 |

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

Fuente: Elaboración propia

Para el tramo restante que comprende del Km 5+100 a la glorieta del Mall Indiana la cual está ubicada en el km 16+600 se encuentra un ancho promedio de calzada de 9,20 metros, este ancho se obtiene del promedio de los anchos medidos en cada una de las curvas a lo largo del trazado. Complementario a esto se realiza la obtención de anchos de carriles y bermas, de lo cual se obtiene ancho de berma interna de 0,4 m, se cuentan con 2 carriles de 3,65 m cada uno y berma externa de 1,5 m aproximadamente.

Tabla 10. Sección típica Avenida Las Palmas (zona de estudio) ambos sentidos del Km5+100 a Km 16+600

| Abs | Berma interna (m) | Ancho carril izquierdo (m) | Ancho carril derecho (m) | Ancho ambos carriles (m) | Berma externa (m) |
|-----------|-------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|
| Km 5+200 | 0,433 | 3,677 | 3,641 | 7,318 | 1,474 |
| Km 5+900 | 0,301 | 3,336 | 3,818 | 7,154 | 1,287 |
| Km 7+780 | 0,394 | 3,621 | 3,663 | 7,284 | 1,512 |
| Km 8+830 | 0,359 | 3,609 | 3,661 | 7,27 | 1,402 |
| Km 10+720 | 0,395 | 3,66 | 3,806 | 7,466 | 1,045 |
| Km 12+120 | 0,381 | 3,587 | 3,623 | 7,21 | 1,757 |
| Km 13+360 | 0,425 | 3,61 | 3,658 | 7,268 | 1,62 |
| Km 14+360 | 0,395 | 3,611 | 3,702 | 7,313 | 1,841 |
| Km 15+340 | 0,391 | 3,649 | 3,68 | 7,329 | 1,439 |
| Km 5+150 | 0,3 | 3,353 | 3,697 | 7,05 | 1,446 |
| Km 7+750 | 0,55 | 3,636 | 3,719 | 7,355 | 1,559 |
| Km 9+100 | 0,506 | 3,73 | 3,599 | 7,329 | 1,477 |
| Km 10+690 | 0,779 | 4,056 | 3,704 | 7,76 | 1,399 |
| Km 12+200 | 0,444 | 3,675 | 3,824 | 7,499 | 1,408 |
| Km 13+500 | 0,474 | 3,475 | 3,803 | 7,278 | 1,541 |
| Km 14+500 | 0,483 | 3,677 | 3,722 | 7,399 | 1,379 |
| Km 15+850 | 0,501 | 3,59 | 3,708 | 7,298 | 1,62 |

Fuente: Elaboración propia

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

3.1.4 Velocidades de operación

Las velocidades recolectadas se pueden observar en los Anexo 5. Velocidades de operación registradas en campo en Avenida Las Palmas en ascenso y Anexo 6. Velocidades de operación registradas en campo en Avenida Las Palmas en descenso, se debe mencionar que para el caso de las velocidades en ascenso no se realizó el respectivo muestreo de 9 curvas las cuales corresponden a las C11, C27, C31, C45, C52, C55, C62, C68, C80 para el caso en descenso no se realizó el de 9 curvas las cuales son C10, C11, C19, C31, C47, C51, C69, C73, C82 estos muestreos no fue posible realizarlos por cuestiones de seguridad, geometría y geografía de la vía o porque sencillamente en estos puntos se alteraban las condiciones normales de tránsito por diversos factores como estrechamientos, intervenciones en la calzada, sistemas de foto-detección, o no se presentaban condiciones de flujo libre.

3.2 DESARROLLO DEL MODELO

Para el desarrollo del modelo se emplearon diferentes se emplearon las variables R la cual corresponde al radio de curvatura en metros, L la cual es longitud de la curva en metros, las combinaciones de estas en $1/R$, R/L y L/R además de la tasa de cambio de curvatura CCR expuesta en la Figura 2. Ecuación de tasa de cambio de curvatura. En la Figura 8. Division modelos predicción de velocidad se observa las clasificaciones con las cuales son desarrollados los modelos. Adicional a esto los datos para el desarrollo de estos modelos se encuentran en ascenso y en descenso en el Anexo 7. Datos para correlación modelo de predicción de velocidad en ascenso y Anexo 8. Datos para correlación modelo de predicción de velocidad en descenso respectivamente.

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

3.2.1 Desarrollo de modelos en ascenso

En ascenso se cuentan con 7 modelos, cada uno representa características diferentes y son expuestos a continuación.

Tabla 11. Modelos de predicción de velocidad en ascenso.

| Descripción | Sentido | Ecuación | R ² |
|--|---------|----------------------------------|----------------|
| Tangente < 150 m, R < 60 m y Delta > 90° | Ascenso | $Vd_{85} = 0,199xR + 45,886$ | 0,75 |
| Tangente < 150 m, R < 60 m y Delta < 90° | Ascenso | $Vd_{85} = 0,5391x R + 35,454$ | 0,96 |
| Tangente < 150 m, 60 m < R < 90 m | Ascenso | $Vd_{85} = 6,9647 R/L + 52,964$ | 0,738 |
| Tangente < 150 m, 90 m < R < 120 m | Ascenso | $Vd_{85} = 0,40831x R + 25,407$ | 0,805 |
| Tangente < 150 m, 120 m < R < 150 m | Ascenso | $Vd_{85} = -6144,9x1/R + 112,13$ | 0,683 |
| Tangente < 150 m, R > 150 m | Ascenso | $Vd_{85} = 0,0073x R + 65,586$ | 0,73 |
| Tangente > 150 m | Ascenso | $Vd_{85} = -1059,7x R + 78,096$ | 0,773 |

Fuente: Elaboración propia

Donde

Vd_{85} = Velocidad teórica de operación en (Km)

R = Radio de curvatura en (m)

L = Longitud de curva en (m)

Los datos utilizados para el desarrollo de los modelos de predicción de velocidad en ascenso pueden observarse desde el Anexo 15 hasta el Anexo 28, donde se representan los datos utilizados de cada uno de los modelos mostrados en la Tabla 11. Modelos de predicción de velocidad en ascenso. Y de igual manera se muestra

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

la representación gráfica de los datos que finalmente llevan a establecer el modelo y el coeficiente de relación.

3.2.2 Desarrollo de modelos en descenso

En descenso se cuentan con 7 modelos, cada uno representa características diferentes y son expuestos a continuación.

| Descripción | Sentido | Ecuación | R ² |
|--|----------|-----------------------------------|----------------|
| Tangente < 150 m, R < 60 m y Delta > 90° | Descenso | $Vd_{85} = 1,3448 x R - 0,8442$ | 0,924 |
| Tangente < 150 m, R < 60 m y Delta < 90° | Descenso | $Vd_{85} = 17,17x R/L + 40,391$ | 0,845 |
| Tangente < 150 m, 60 m < R < 90 m | Descenso | $Vd_{85} = 8,715x R/L + 55,089$ | 0,707 |
| Tangente < 150 m, 90 m < R < 120 m | Descenso | $Vd_{85} = 0,779x R - 10,982$ | 0,816 |
| Tangente < 150 m, 120 m < R < 150 m | Descenso | $Vd_{85} = -0,3192x R + 111,53$ | 0,737 |
| Tangente < 150 m, R > 150 m | Descenso | $Vd_{85} = 0,0208x R + 64,479$ | 0,739 |
| Tangente > 150 m | Descenso | $Vd_{85} = -,3919 x R/L + 77,074$ | 0,701 |

Donde

Vd_{85} = Velocidad teórica de operación en (Km)

R = Radio de curvatura en (m)

L = Longitud de curva en (m)

Los datos utilizados para el desarrollo de los modelos de predicción de velocidad en ascenso pueden observarse desde el Anexo 29 hasta el Anexo 42, donde se representan los datos utilizados de cada uno de los modelos mostrados en la Tabla 11. Modelos de predicción de velocidad en ascenso. Y de igual manera se muestra

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

la representación gráfica de los datos que finalmente llevan a establecer el modelo y el coeficiente de relación.

Finalmente se puede afirmar que la segmentación de estos modelos permite representar la velocidad de operación brindando mayor presión en los diferentes contextos en los que estos son aplicables.

3.3 VERIFICACIÓN DEL MODELO

3.3.1 Evaluación de la consistencia

Los datos de la evaluación de la consistencia se encuentran en el Anexo 9. Evaluación consistencia Avenida Las Palmas en ascenso y Anexo 10. Evaluación consistencia Avenida Las Palmas , cabe resaltar que las curvas en las cuales no se evalúa consistencia es debido a que no fue posible la toma de ciertas muestras en campo (Peraltes o Velocidades de operación), para el caso en ascenso se encuentra que no se tiene información de 10 curvas y para el caso en descenso no se cuenta información de 10 curvas, finalmente el resultado de la evaluación de la consistencia se refleja a continuación.

Tabla 12. Resultados evaluación consistencia Avenida Las Palmas en ascenso.

| CONSISTENCIA | TOTAL CURVAS |
|--------------|--------------|
| BUENA | 25 |
| ACEPTABLE | 35 |
| MALA | 10 |
| SIN INFO | 10 |

Fuente: elaboración propia

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

Tabla 13. Resultados evaluación consistencia Avenida Las Palmas en descenso.

| CONSISTENCIA | TOTAL CURVAS |
|--------------|--------------|
| BUENA | 26 |
| ACEPTABLE | 38 |
| MALA | 8 |
| SIN INFO | 10 |

Fuente: elaboración propia

Es importante mencionar que de las 10 curvas en ascenso que presentan una consistencia deficiente o mala, 6 de estas cuentan con una velocidad de tránsito segura mayor que la velocidad de operación y 4 de estas presentan velocidades de operación mayores que la velocidad de tránsito segura, para el caso en descenso 2 curvas presentan velocidades de tránsito seguro mayores que las de operación y las 6 curvas restantes cuentan con una velocidad de operación mayor a la velocidad de tránsito seguro. Ninguna de estas condiciones es deseada, pero cuando la velocidad de operación es mayor a la de tránsito segura representa un riesgo inminente para los usuarios.

Finalmente se realizan el mapa de calor con el fin de observar de manera más clara donde se presentan las situaciones que pueden poner en riesgo al usuario y entender de manera más clara lo expuesto anteriormente. Se encuentra entre los Anexo 58 y Anexo 65

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

3.3.2 Verificación del modelo

Con la clasificación de las curvas se remplazan a la ecuación correspondiente

Tabla 14. Comparación velocidades teóricas y en campo Autopista Medellín-Bogotá en ascenso.

| Nº curva | Velocidades Teóricas (km/h) | Vd 85 (km/h) | Diferencia | % de discrepancia |
|----------|-----------------------------|--------------|------------|-------------------|
| 1 | 70,94 | 62,00 | 8,94 | 13% |
| 2 | 68,48 | 62,30 | 6,18 | 9% |
| 3 | 72,08 | 70,00 | 2,08 | 3% |
| 4 | 72,42 | 74,60 | -2,18 | -3% |
| 5 | 74,99 | 77,00 | -2,01 | -3% |
| 6 | 67,80 | 72,40 | -4,60 | -7% |
| 7 | 71,38 | 66,00 | 5,38 | 8% |
| 8 | 64,97 | 71,95 | -6,98 | -11% |
| 9 | 73,78 | 72,10 | 1,68 | 2% |
| 10 | 73,20 | 69,00 | 4,20 | 6% |
| 11 | 75,85 | 73,95 | 1,90 | 3% |
| 12 | 62,77 | 67,30 | -4,53 | -7% |
| 13 | 69,71 | 70,20 | -0,49 | -1% |
| 14 | 68,27 | 77,10 | -8,83 | -13% |
| 15 | 69,62 | 70,20 | -0,58 | -1% |
| 16 | 70,46 | 68,20 | 2,26 | 3% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Comparación velocidades teóricas y en campo Autopista Medellín-Bogotá en descenso

| Nº curva | Velocidades Teóricas (km/h) | Vd 85 (km/h) | Diferencia | % de discrepancia |
|----------|-----------------------------|--------------|------------|-------------------|
| 1 | 63,08 | 67,30 | 4,22 | -7% |
| 2 | 94,27 | 71,95 | 22,32 | 24% |
| 3 | 77,47 | 70,20 | 7,27 | 9% |
| 4 | 63,89 | 72,00 | 8,11 | -13% |
| 5 | 74,83 | 80,30 | 5,47 | -7% |
| 6 | 82,28 | 77,90 | 4,38 | 5% |
| 7 | 70,00 | 74,00 | 4,00 | -6% |
| 8 | 70,70 | 78,70 | 8,00 | -11% |

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

| | | | | |
|----|-------|-------|------|------|
| 9 | 75,70 | 70,10 | 5,60 | 7% |
| 10 | 81,19 | 71,80 | 9,39 | 12% |
| 11 | 75,70 | 71,20 | 4,50 | 6% |
| 12 | 68,03 | 76,30 | 8,27 | -12% |
| 13 | 68,00 | 76,10 | 8,10 | -12% |
| 14 | 79,08 | 80,10 | 1,02 | -1% |

Fuente: Elaboración propia

Aunque La Autopista Medellín Bogotá tiene condiciones similares, algunos modelos no fue posible evaluarlos debido a que los radios de curvatura de manera general en este trazado son mayores a los de la Avenida Las Palmas esta condición puede estar determinada debido a que los actores viales son potencialmente diferentes debido a que por La Autopista Medellín Bogotá transita gran cantidad de vehículos pesados sin embargo, esto no impide la validación del modelo debido a que la segmentación realizada permite que los modelos sean aplicables en estas condiciones, se evalúan los modelos con curvas mayores a 90 m, al evaluar estos modelos se puede evidenciar si el comportamiento de estos se acerca a lo esperado, y de esta manera afirmar que los modelos si responden y representan las velocidades de operación. A continuación, se relacionan la cantidad de elementos evaluados por cada modelo

Tabla 16. Cantidad de elementos evaluados por cada modelo

| Condiciones del modelo | Ascenso | Descenso |
|--|---------|----------|
| (Tangente < 150 m, R < 60 m y Delta > 90°) | 0 | 0 |
| (Tangente < 150 m, R < 60 m y Delta < 90°) | 0 | 0 |
| (Tangente < 150 m, 60 m < R < 90 m) | 0 | 0 |
| (Tangente < 150 m, 90 m < R < 120 m) | 3 | 5 |

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

| | | |
|---------------------------------------|---|---|
| (Tangente < 150 m, 120 m < R < 150 m) | 3 | 1 |
| (Tangente < 150 m, R > 150 m) | 5 | 5 |
| (Tangente > 150 m) | 5 | 3 |

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, al analizar los resultados se encuentran que la mayoría de los datos responden al modelo generado diferencia de menos de 10 km/h, clasificando los resultados como buenos, esto con base en que la diferencia no representa más de 10 km/h y basándose en el concepto evaluado anteriormente mencionado de la evaluación de la consistencia se consideran diferencias buenas además de esto se observan diferencias mínimas en algunos casos alcanzo 0,58 km/h y 1,02 km/h, sin embargo se encuentra un dato disperso el cual presenta una diferencia de 22,32 km/h, se puede asegurar que este dato no es concluyente debido a que no es una condición que se presente de manera general en la muestra, cabe resaltar que esta condición se puede presentar por alguna situación atípica que posiblemente no se detectó en el momento del muestreo en campo.

3.4 MEDIDAS PARA LA DISMINUCIÓN DE LA ACCIDENTALIDAD

A continuación, se exponen 3 medidas para disminuir la accidentalidad, evaluando los diferentes factores y ciñéndose a las condiciones actuales que se tienen a lo largo del trazado y tenido en cuenta ciertas limitaciones.

3.4.1 Mejoramiento en la señalización

Diversos estudios han demostrado que una correcta señalización puede disminuir la accidentalidad en proporciones considerables, en La avenida Las Palmas se

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

cuenta con señalización preventiva pero no se cuenta con señales de advertencia de “peligro” o algún otro elemento que le indique al usuario de la vía que las condiciones que se va a encontrar ciertas inconsistencias por lo cual debería de disminuir la velocidad.

Un ejemplo claro de las señales de advertencia de peligro se presenta en el estudio realizado por el centro de control de Medellín, en su documento vías altamente seguras Av. Las Palmas y Túnel de occidente se expone que “Las señales de aviso de curva peligrosa presentan una reducción de 30% en los incidentes con víctimas” (Sistema inteligente de movilidad de Medellín (SIMM), 2016), también se plantea que “La recomendación de velocidades mediante señalización reduce en 15-30% la accidentalidad” (Sistema inteligente de movilidad de Medellín (SIMM), 2016), otro planteamiento importante señalado en este documento es “los resaltos o bandas transversales que reducen en un 41% los incidentes con víctimas. Las zonas de velocidad reducida presentan una disminución en los incidentes con víctimas de 27% y de 16% en incidentes con daños materiales” (Sistema inteligente de movilidad de Medellín (SIMM), 2016). Con estos planteamientos se proponen las siguientes soluciones

Tabla 17. Propuesta de señalización para la disminución de la accidentalidad en la Avenida Las Palmas en ascenso.

| Nº curva | Propuesta | Justificación | Localización |
|----------|--|---|--------------|
| C34 | Elementos reductores de velocidad (Estoperoles con tachas reflectivas) | Se cuenta con señalización de reducir velocidad y se encuentra un falso policía acostado pintado en la vía, debido a esto se recomienda la implementación de estoperoles con tachas reflectivas debido a que son elementos físicos que tienen mayor impacto en la percepción del conductor. | Anexo 45 |
| C39 | Actuaciones en curvas (Señales de advertencia de peligro y de disminución de velocidad) | No se cuenta con ningún tipo de señalización en dicho lugar. | Anexo 46 |
| C61 | Actuaciones en curvas (Señales de advertencia de peligro y de disminución de velocidad) | No se cuenta con ningún tipo de señalización en dicho lugar. | Anexo 47 |
| C64 | Actuaciones en curvas (Señales de advertencia de peligro y de disminución de velocidad) | No se cuenta con ningún tipo de señalización en dicho lugar. | Anexo 48 |
| C54 | Se recomienda ratificación de señalización de límites de velocidad. | La velocidad de transito segura es mayor a la velocidad de operación, pero se sobrepasa el límite de velocidad permitido en la vía | Anexo 49 |
| C78 | | | Anexo 50 |
| C79 | | | Anexo 50 |

Fuente: Elaboración propia

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

Tabla 18. . Propuesta de señalización para la disminución de la accidentalidad en la Avenida Las Palmas en descenso

| Nº curva | Propuesta | Justificación | Localización |
|----------|--|---|--------------|
| C21 | Elementos reductores de velocidad (Estoperoles con tachas reflectivas) | Se cuenta con señalización de reducir velocidad y se encuentra un falso policía acostado pintado en la vía, Señalización de zona escolar y líneas logarítmicas. debido a esto se recomienda la implementación de estoperoles con tachas reflectoras debido a que son elementos físicos que tienen mayor impacto en la percepción del conductor. | Anexo 51 |
| C26 | Actuaciones en curvas (Señales de advertencia de peligro y de disminución de velocidad) | Se cuenta con delineadores de curva. | Anexo 52 |
| C39 | Actuaciones en curvas (Señales de advertencia de peligro y de disminución de velocidad) | No se cuenta con ningún tipo de señalización en dicho lugar. | Anexo 53 |
| C64 | Actuaciones en curvas (Señales de advertencia de peligro y de disminución de velocidad) | No se cuenta con ningún tipo de señalización en dicho lugar. Mediante estos elementos se puede reducir la accidentalidad hasta en un 33%. | Anexo 54 |
| C70 | Actuaciones en curvas (Señales de advertencia de peligro y de disminución de velocidad) | No se cuenta con ningún tipo de señalización en dicho lugar. | Anexo 55 |
| C78 | Elementos reductores de velocidad (Estoperoles con tachas reflectoras) | Se cuenta con delineadores de curva y marcador de obstáculo vertical. | Anexo 56 |
| C54 | Se recomienda ratificación de señalización de límites de velocidad. | La velocidad de tránsito segura es mayor a la velocidad de operación, pero se sobrepasa el límite de velocidad permitido en la vía | Anexo 57 |
| C55 | | | Anexo 57 |

Fuente: Elaboración propia

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

El manual de señalización vial de Colombia del año 2015 estipula que los estoperoles pueden hacer las veces de reductores como se muestra a continuación, “También se utilizan para la conformación de reductores de velocidad o bandas sonoras siempre y cuando se acompañen con elementos retrorreflectivos como demarcaciones planas o tachas” (Ministerio de transporte, 2015, pág. 650), se espera una solución planteada de la siguiente manera



Figura 13. Estoperoles con tachas reflectoras en la vía.

Fuente: (luisrizopatron@alleperu.com, 2013)

Para el caso de la ratificación de los límites de velocidad permitidos los parámetros a cumplirse se encuentren en el manual de señalización vial para Colombia el cual califica esta medida como una señal de restricción y expone “Se usan para restringir o limitar el tránsito de vehículos debido a características particulares de la vía. En general, están compuestas por un círculo de fondo blanco y orla roja en el que se inscribe el símbolo que representa la restricción.” (Ministerio de Transporte, 2015, pág. 77)

Para el caso de las señales de advertencia no se encontró reglamentación en manual de señalización vial para Colombia, debido a esto se recurrió a manuales de señalización de otros países en este caso “Señales informativas de recomendación (SIR): Son señales que se utilizan con fines educativos para

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

proporcionar al usuario información relevante acerca de disposiciones o recomendaciones de seguridad que debe observar durante su recorrido, incluyendo las limitaciones físicas de la vialidad o prohibiciones reglamentarias” (Secretaría de comunicaciones y transporte de México, 2014, pág. 58).

Se plantea una señal blanca reflectora con un mensaje de cuatro palabras “Disminuya velocidad” en el primer reglón el segundo “curva peligrosa”

La reglamentación estipula las dimensiones del tablero según el tipo de vía y los reglones a utilizar, en este caso se encuentra que el proyecto cuenta con una carretera de 2 o más carriles y el cartel posee 2 reglones, debido a esto y como se observa en la Tabla 19. Altura de los tableros en las señales de información general. se requiere un tablero con una altura de 86 cm

Tabla 19. Altura de los tableros en las señales de información general.

| Número de renglones | Altura | Uso | |
|---------------------|---------------------------------------|--|---|
| | Tablero principal ^[1] (cm) | Tipo de carretera | Tipo de vialidad urbana |
| 1 | 30 | Carretera con un carril por sentido de circulación con ancho de arroyo vial hasta 6.5 m | Vías secundarias |
| 2 | 56 | | |
| 1 | 40 | Carretera con un carril por sentido de circulación, con o sin carril adicional para el rebase, con ancho de arroyo vial mayor de 6.5 m | Arterias principales ^[2] |
| 2 | 71 | | |
| 1 | 56 | Carretera de dos o más carriles por sentido de circulación | Vías de circulación continua ^[2] |
| 2 | 86 | | |

Fuente: (Secretaría de comunicaciones y transporte de México, 2014, pág. 67).

Además de esto la parte inferior del tablero deberá de estar localizada a 2,5 m de altura respecto al hombro de la vía y deberá formar un ángulo de 90 grados con respecto al eje de la vía, El fondo de las señales de información general será color

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

blanco reflejante y los caracteres y filetes serán de color negro (Secretaría de comunicaciones y transporte de México, 2014, págs. 69-70).

Finalmente se espera que las señales en la vía estén representadas de esta manera.

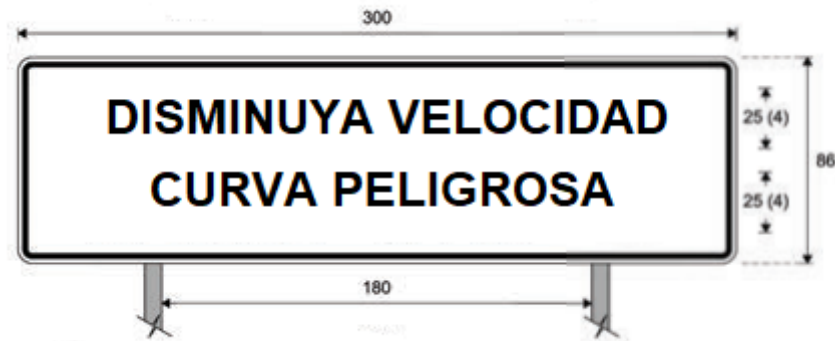


Figura 14. Señalización propuesta.

Fuente: (Secretaría de comunicaciones y transporte de México, 2014, pág. 71). Con modificaciones propias

3.4.2 Estrechamiento de carriles y adición de ciclo-ruta

Actualmente se cuenta con un ancho promedio a lo largo del trazado de 9,20 m (después del km5+100) el cual corresponde a una berma interna de 0,4 m 2 carriles cada uno con un ancho promedio de 3,65 m y una berma externa de 1,5 m como se identifica en la siguiente figura.

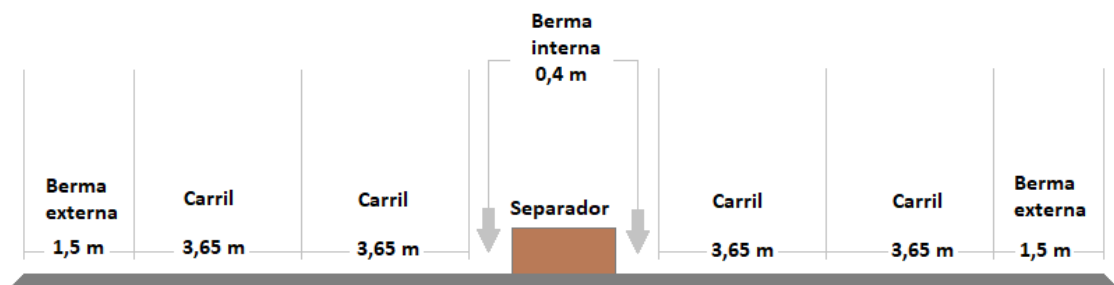


Figura 15. Sección típica Avenida Las Palmas

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

Fuente: Elaboración propia

Se propone reducción en el ancho de los carriles el cual produce una sensación de estrechamiento, este estrechamiento de la vía produciría una reducción en la velocidad, “cuando el ancho promedio de todos los carriles es menor de 3.60 m, se reduce la velocidad de flujo libre base” (Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones (9.a ed.), 2019) Es importante mencionar que para la categoría de la vía la cual se clasifica como primaria de 2 calzadas en terreno montañoso requiere un ancho de 7,3 metros lo que equivale a 3,65 m de ancho mínimo por carril según la tabla 5,2 del manual de diseño geométrico del Invias, esta restricción actualmente se cumple a cabalidad, sin embargo, en la tabla 5,4 del manual mencionado anteriormente se estipulan bermas mínimas internas de 0,5 m y bermas externas de 1,8 las cuales en las condiciones actuales no se cumplen.

Se puede establecer que, por las condiciones actuales del corredor vial, donde cientos de ciclistas usan esta vía de manera recreativa, transitando en su mayoría por la berma y algunos casos usando vehículos escoltas para prevenir que algún vehículo los colisione una ciclo-ruta segregada puede llegar a ser una buena opción debido a que reduce el riesgo de los ciclistas y a su vez contribuye con la regulación de la velocidad del vehículo, por las razones anteriores se considera una opción válida.

Este estrechamiento contempla la reducción del ancho de carril de 3.65 m a un ancho de 3,3 m además de esto también la reducción de la berma externa de 1,5 a 1,0 m dejando así un espacio libre de 1,2 m el cual se propone como un carril de ciclo ruta, separado de la calzada vehicular mediante delineadores tubulares simples como se muestra a continuación en la ilustración

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

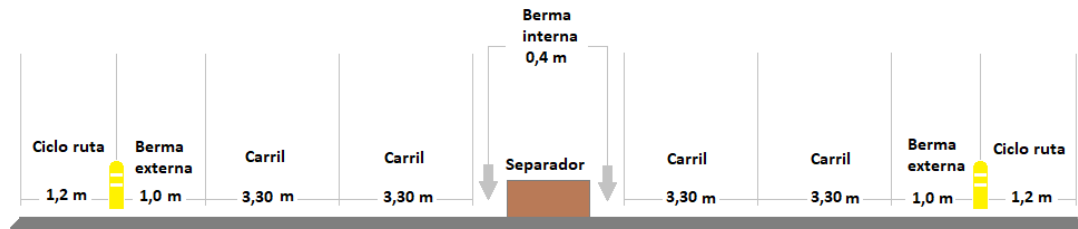


Figura 16. Sección típica de la vía después de estrechamiento

Fuente: *Elaboración propia*

Con esta solución lo que se pretende alcanzar es la disminución de la velocidad de los usuarios que transitan por la avenida las palmas y brindándole seguridad a los usuarios de bicicletas que día a día transitan por este importante corredor vial.

Esta posible disminución de velocidad se puede cuantificar mediante la ecuación:

$$FFS = BFFS - F_{LW} - F_{LC} - F_M - F_A$$

Dónde:

FFS: Velocidad a flujo libre estimada Km/h

BFFS: Velocidad a flujo libre base

F/w: Ajuste por ancho de carril

F/lc: Ajuste por distancia lateral total

Fm: Ajuste por tipo de faja separadora central

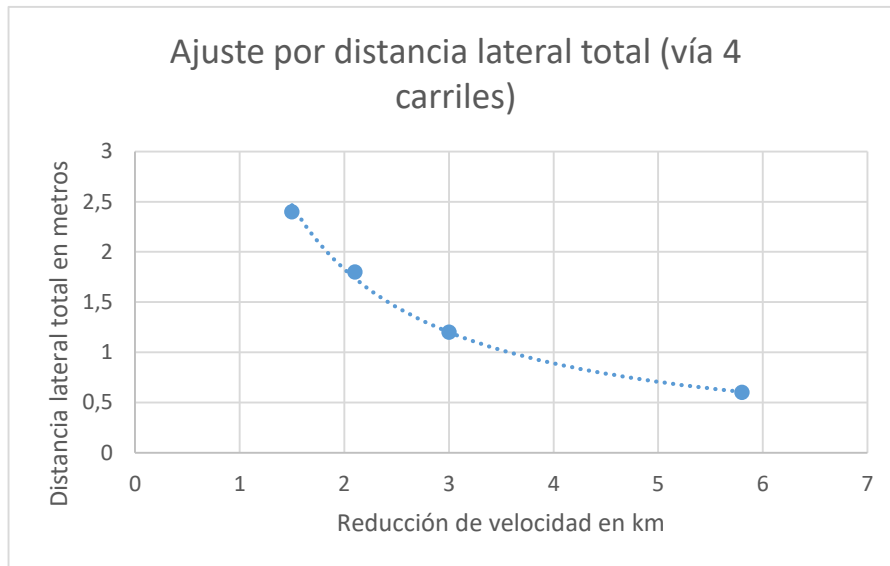
Fa: ajuste por puntos de acceso

Fuente: *(Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones (9.a ed.), 2019)*

Para la obtención de Flw se observa Anexo 11. Ajuste por ancho de carril, como la nueva sección comprende carriles de 3,3 metros de ancho el valor en este caso

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

corresponde a 3,1 km/h; para el caso de Tcl (distancia lateral total) se cuenta con un metro de berma externa y 0,4 metros de berma interna de esta manera se establece un Tcl= 1,4 m como este valor no se encuentra en Anexo 12. Ajuste por distancia lateral total se realiza una interpolación con los datos (Four lane ways) vía de 4 carriles 2 por cada sentido:



Gráfica 19. Interpolación ajuste por distancia lateral total

Donde la distancia lateral total arroja una reducción aproximada de 2,7 km/h este valor equivale al Flc

Para el caso de Fm se observa en la Anexo 13. Ajuste por tipo de franja separadora que como existe un separador central el valor de este ajuste corresponde a cero

Finalmente, a lo largo del trazado se encuentra que existen 1,2 puntos de acceso por kilómetro, esta operación se realizó contando puntos de acceso y retornos en la zona de estudio y dividiéndolos por la longitud total, observando Anexo 14. Ajuste por puntos de acceso se encuentra que no existe un valor estimado para esta cantidad debido esto el valor se estima en aproximadamente 1 km/h.

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

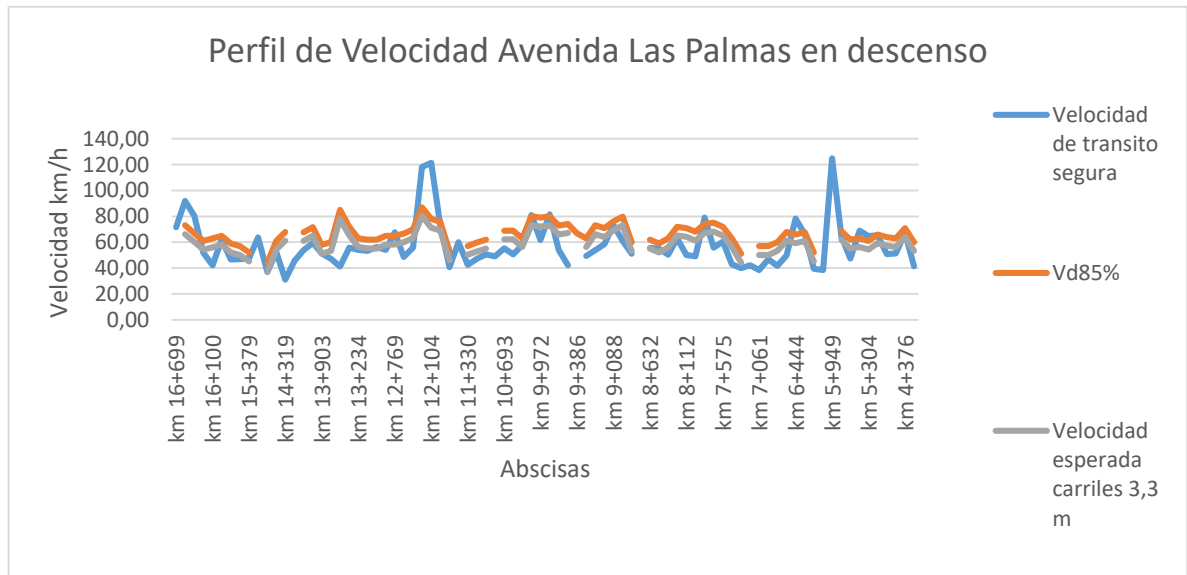
Remplazando en la ecuación se encuentra:

$$FFS = BFFS - \frac{3,1 \text{ km}}{h} - \frac{2,7 \text{ km}}{h} - 0 - \frac{1 \text{ km}}{h}$$

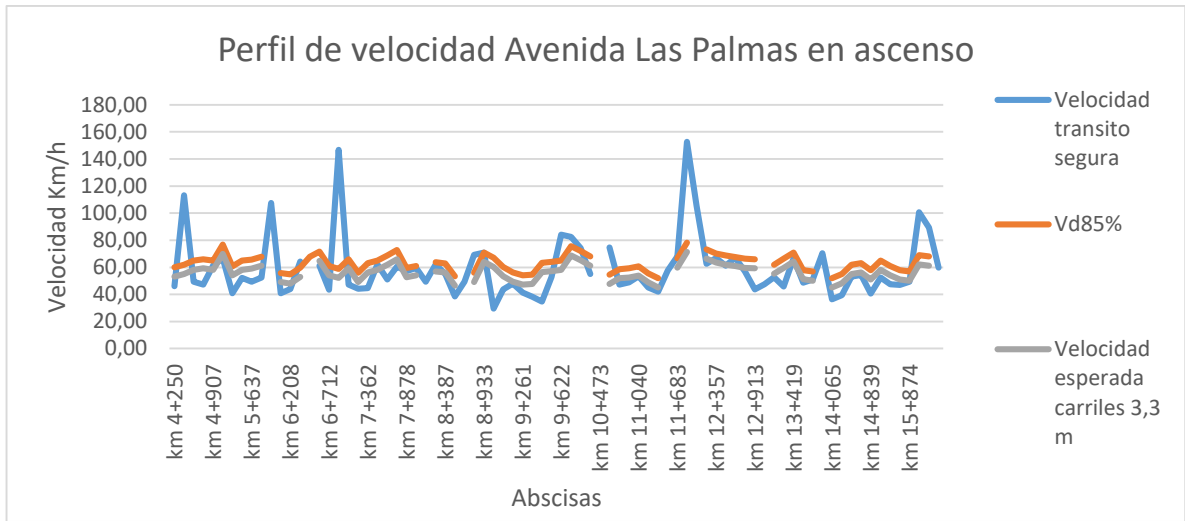
$$FFS = BFFS - \frac{6,8 \text{ km}}{h}$$

Se puede evidenciar una disminución en la velocidad de operación a lo largo del trazado de aproximadamente 6,8 km/h.

En los perfiles de velocidad en ambos sentidos se observa como la velocidad de operación esperada para carriles de 3,3 metros con un carril de ciclo ruta se acerca más a la velocidad transito segura.



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



Además de esto se logra evidenciar una mejora significativa en la consistencia a lo largo del trazado

Tabla 20. Cambio en la consistencia Avenida Las Palmas en ascenso con estrechamiento de carril

| | En ascenso | |
|-----------|----------------------|--------------------------------|
| | Condiciones actuales | Con estrechamiento de carriles |
| BUENA | 25 | 49 |
| ACEPTABLE | 35 | 11 |
| MALA | 10 | 10 |
| SIN INFO | 10 | 10 |

Fuente: Elaboración propia

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

Tabla 21 Cambio en la consistencia Avenida Las Palmas sentido en descenso con estrechamiento de carril

En descenso

| | Condiciones actuales | Con estrechamiento de carriles |
|-----------|----------------------|--------------------------------|
| BUENA | 26 | 46 |
| ACEPTABLE | 38 | 20 |
| MALA | 8 | 6 |
| SIN INFO | 10 | 10 |

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar para ambos casos un aumento significativo de las consistencias buenas además de esto una gran disminución en las consistencias aceptables, para el caso de la consistencia mala en ascenso el número de curvas se mantuvo constante, pero es importante resaltar que se pasó de 4 curvas donde la velocidad de operación era mayor a la velocidad de tránsito segura a 2 curvas, y para el caso contrario el cual es que la velocidad de tránsito segura es superior a la de operación se pasó de 6 a 8 curvas, reflejando una disminución en la situación de mayor riesgo para el usuario la cual es cuando las velocidades de operación son mayores.

En el caso en descenso se cuentan con 6 curvas las cuales presentan una mala consistencia disminuyendo así en 2 curvas la cifra, de estas 6 curvas 3 tienen velocidades de operación mayores a la velocidad de tránsito seguro y las curvas 3 restantes tienen velocidades de tránsito seguras mayores a la velocidad de operación.

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

Finalmente se muestra el mapa de calor en ambos sentidos con el fin de explicar de manera gráfica lo mencionado anteriormente. Se encuentra entre los anexos Anexo 66 y Anexo 72

3.4.3 Radares por tramos

Se propone la implementación de sistemas de radares por tramos a lo largo de la zona de estudio, “estos radares se componen de dos detectores de velocidad: uno al principio y otro al final del tramo. Calculan una velocidad media de cada vehículo al recorrer dicha distancia (Institut transit i seguretat viaria (Vniversitat de valencia), 27 de marzo de 2015)

Por otra parte, encuestas desarrolladas por la fundación Mapfre entre jóvenes españoles y americanos arrojan Más del 80 por ciento de los jóvenes españoles y latinoamericanos están de acuerdo en adoptar otras medidas, como más aceras para los peatones (92%); más carriles bici(86%); vigilancia automática mediante cámaras de los semáforos en rojo (88%); radares fijos de los límites de velocidad (82%); y utilización de radares de tramo (79%). (Camacho, 2017)

Donde se observa una gran aceptación de estas medidas para control de velocidad y brindarle seguridad a los diferentes actores viales como lo son los peatones, ciclistas y conductores y demás.

Además de esto la organización mundial de la salud asegura “Se comprobó que existía una relación entre la reducción de la velocidad y la reducción de las colisiones con resultado de lesiones” (Organización Mundial de la Salud, 2014) y sobre los radares asegura “En los emplazamientos de los radares las defunciones se redujeron un 32% y los traumatismos un 42% al año. Lesiones” (Organización Mundial de la Salud, 2014)

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

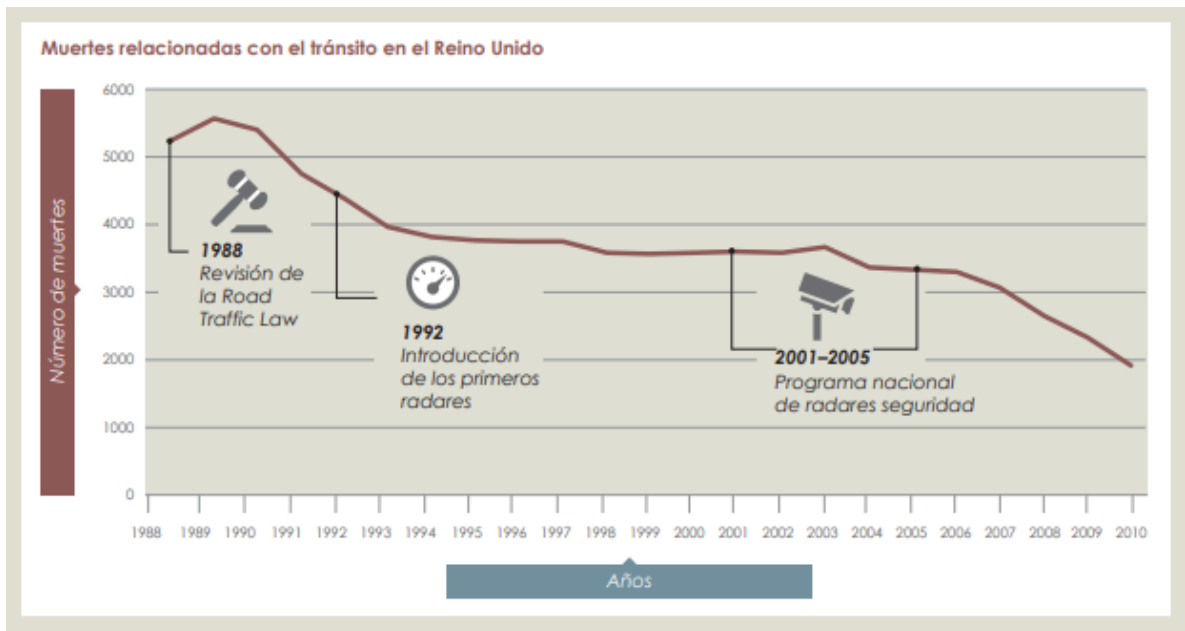


Figura 17. Muertes relacionadas con el tránsito en reino unido y escala temporal de los radares de velocidad

Fuente: (Organización Mundial de la Salud, 2014)

Se propone la medición de 2 tramos en cada uno de los sentidos esto con el fin de alcanzar la mayor cantidad de tramo posible evitando posibles desviaciones o cambios de ruta en los usuarios.

- **Tramo 1 Foto-detección en ascenso**

Punto Inicial Km 6+100 punto final Km10+100

Longitud total del tramo: 4 Km

Justificación de la ubicación:

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

Punto inicial se plantea en el sector conocido como Chuscalito después de la calle 16 b que conduce hacia la loma del padre marianito esto con el fin de evitar que los vehículos que se desplazan en ascenso realicen el desvío a la altura del hotel intercontinental, dejando La Avenida Las Palmas en la carrera 27A, posteriormente tomando la carrera 24B y finalmente la Calle 16B para volver a retomar a la Avenida Las Palmas a la altura del Km 6+030 a continuación se muestra el posible desvío. Para el caso del punto de terminación del tramo se recomienda antes del desvío de la calle 16A sur sector conocido como los balsos debido a que esta es una arteria importante tanto para el acceso como para el abandono de La Avenida Las Palmas.

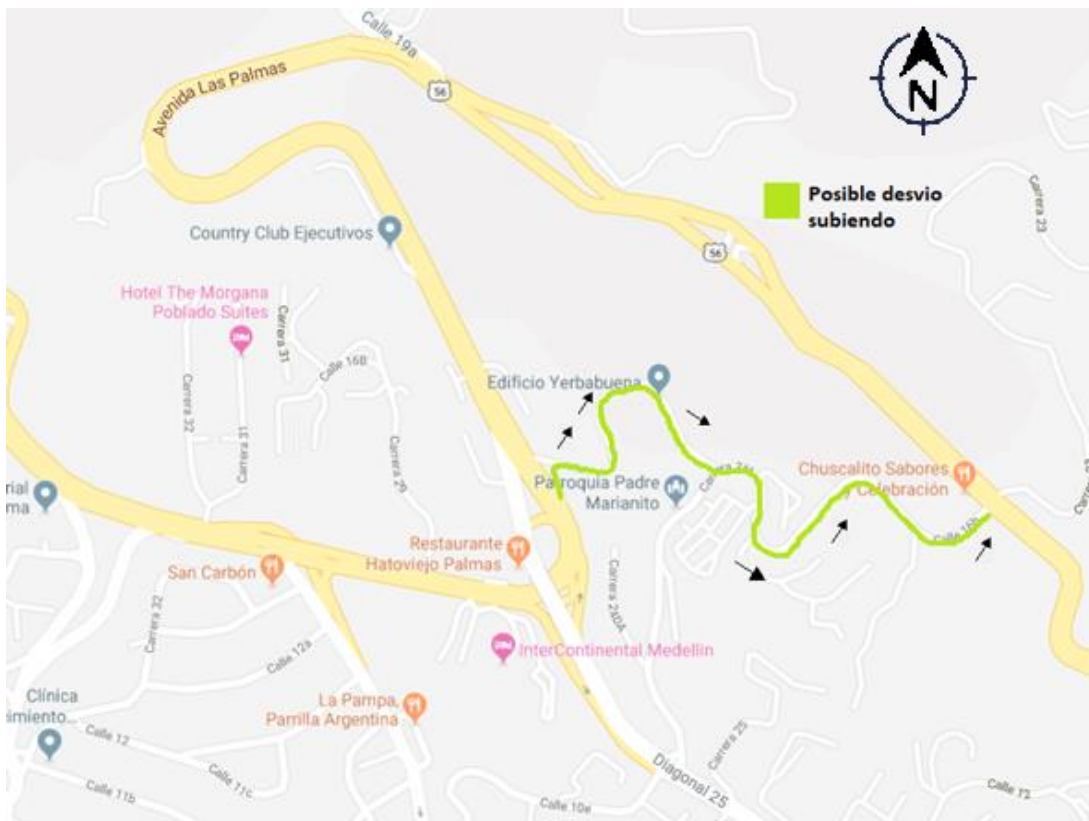


Figura 18. Posible desvío Avenida Las Palmas tramo 1 foto-detección en ascenso

Fuente: (Google Maps, 2018)

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

- **Tramo 2 Foto-detección en ascenso.**

Km 10+750 punto final km15+600

Longitud total del tramo: 4.85 Km

Justificación de la ubicación:

La calle 16A sur es una de los mayores afluentes a la Avenida Las Palmas debido a esto se propone que el segundo tramo empiece escasos metros después de dicho afluente esto con el fin de que los dispositivos puedan captar los usuarios que acceden por esta vía. Para el punto final se plantea que se ubique antes del inicio del comercio en la parte alta de la zona de estudio esto con el fin de que las personas que se dirijan hacia estos sitios también tengan cobertura con los dispositivos.

- **Tramo 1 Foto-detección en descenso**

Punto Inicial Km 15+700 punto final Km10+800

Longitud total del tramo: 4,9 Km

Justificación de la ubicación:

El punto inicial se plantea después de la zona comercial y escolar exactamente en la recta frete a el Mall Comercial Viva Las Palmas, y el punto final antes del desvió a la calle 16A sur debido a que una gran parte de los usuarios que transitan por el proyecto abandonan este en dicho punto.

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

- **Tramo 2 Foto-detección en descenso**

Punto Inicial Km 10+100 punto final Km 6+000

Longitud total del tramo: 4,1 Km

Justificación de la ubicación:

Los vehículos que no se desvían por la calle 16A Sur continúan su trayecto a lo largo de la Avenida Las Palmas, el cual es ideal que sea controlado mediante radar por tramos. El punto final se propone en el Km 6+000 este punto se plantea en la recta de Chuscalito antes del retorno ubicado en el Km 5+500 debido a que si se pone posterior a este se puede generar un desvío de vehículos, este posible desvío comprendería Retornar en La Avenida Las Palmas y desviarse en la Calle 16 B para posteriormente tomar la Carrera 24B donde se encuentra ubicada la Iglesia Del Padre Marianito, continuar por la carrera 24B y a la altura del extinto Edificio Space tomar la Diagonal 25 para el posterior reingreso a La Avenida las Palmas como se muestra en la siguiente gráfica.

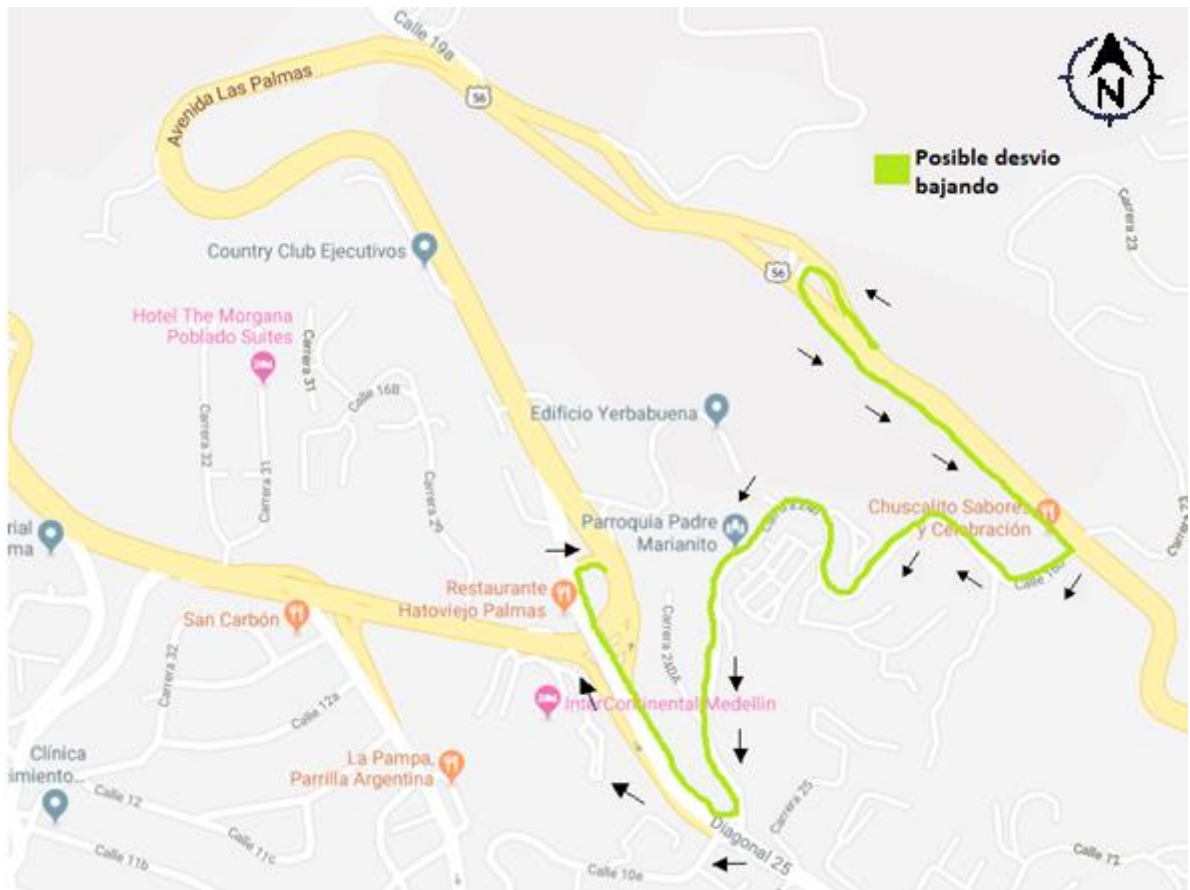


Figura 19. Posible desvío Avenida Las Palmas tramo 2 foto-detección en descenso

Fuente: (Google Maps, 2018)

Observación final: Finalmente se localizan de esta manera los sistemas de foto-detección debido a que en estos lugares abarcan de manera integral la mayor parte de puntos de alto riesgo según la evaluación de la consistencia además de esto se puede afirmar que abarca la mayor la zona de estudio brindando así condiciones seguras a lo largo del todo el tramo.

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

4. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

- Se identificó que para desarrollar un modelo de predicción de velocidad se debe analizar de manera aislada los trazados en ascenso y en descenso ya que estos representan condiciones de percepción y comportamiento diferentes para los usuarios, de igual manera es pertinente buscar patrones de comportamiento para así poder realizar una segmentación con el fin de que los modelos se acerquen de una manera más precisa la realidad que desean representar.
- El desarrollo de los diferentes modelos de predicción de velocidad permite estimar velocidades de operación en rutas con condiciones similares, con el fin de desarrollar un perfil de velocidad de operación y evaluar la consistencia y encontrar posibles zonas de riesgo.
- Estos modelos de predicción de velocidad también pueden ser empleados en la etapa de diseño con el fin de tomar decisiones posteriores a la etapa constructiva.
- La evaluación de la consistencia brinda un panorama claro de los puntos donde las velocidades de tránsito seguras son sobrepasadas por los conductores obteniendo así los posibles puntos de riesgo.
- En la Avenida Las Palmas en descenso entre el K 4+250 y k6 16+500 en el 84% de las curvas de las cuales se tienen datos, la velocidad de operación excede la velocidad de tránsito segura.

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

- En la Avenida Las Palmas en ascenso entre el K 4+250 y k6 16+500 en el 83% de las curvas de las cuales se tienen datos, la velocidad de operación excede la velocidad de tránsito segura.
- Hoy en día la accidentalidad en La Avenida Las Palmas sigue mostrando cifras alarmantes, se deben tomar medidas para la disminución de estas.
- Las zonas de riesgo identificadas son parcialmente válidas debido a que se encontraron consistencias malas, pero no fue posible reafirmar que en estas zonas se presentan altos índices de accidentalidad.
- No se encuentra que la tasa de cambio de curvatura CCR desarrolle altas correlaciones con las velocidades de operación
- Los modelos desarrollados son parcialmente válidos, ya que se encontró diferencias menores a 10 km por hora en la mayoría de estos, un solo dato estuvo por fuera de este rango por lo que se recomienda seguir evaluando el modelo para tener mayor certeza de este.
- Los sitios de alta peligrosidad encontrados con la evaluación de la consistencia se deben evaluar, para determinar qué tan acertado es dicho criterio con los sitios de alta accidentalidad que se presentan actualmente.
- Se recomienda para futuras investigaciones realizar muestreos con mayor número de datos de velocidad, buscando desviaciones estándar bajas.

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

- Las velocidades de operación que se tomaron en campo en repetidas veces exceden los límites de velocidad establecidos.
- El manual de diseño geométrico estipula anchos mínimos de carril de 3.65 m, se proponen carriles con anchos menores y se deja la discusión sobre que debe primar si el nivel de servicio o la seguridad del usuario.
- Cuando se presenta una inconsistencia mala y es el caso de que la velocidad de tránsito segura excede a la de operación, se estipula como condición no deseada debido a que esta puede traer consigo excesos de velocidades los cuales se reflejan en la curva siguiente.
- Se recomienda seguir indagando acerca del desarrollo de diversos modelos de predicción de velocidad a lo largo del territorio nacional y bajo diferentes condiciones geográficas
- Como línea de investigación se recomienda la validación de los modelos empleando a cabalidad cada uno de estos y con muestreos mayores.
- Analizar por medio de encuestas, si los usuarios de bicicleta que a menudo frecuentan este corredor vial estarían dispuestos a utilizar la cicloruta propuesta o si por el contrario prefieren seguir transitando por las bermas y carriles de los vehículos.

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

- Actualmente gran cantidad de los vehículos que transitan por el corredor vial Avenida Las Palmas tienen como destino final el aeropuerto, con la entrada en operación del túnel de oriente las condiciones de tránsito cambiarán en La Avenida Las Palmas debido a esto se recomienda analizar el impacto y la influencia de dichos cambios en este corredor vial.
- Se recomienda analizar la incidencia del estrechamiento de carriles tanto en la disminución de la velocidad como en los radios de curvatura de vehículos de mayor envergadura como lo son buses micro-buses y vehículos de carga y el comportamiento en parque automotor.
- Ajustar el modelo con más datos estadísticos y realizar pruebas de validación estadísticas para analizar la consistencia y validez matemática.

5. REFERENCIAS

- Agencia Nacional de seguridad vial . (1 de Abril de 2018). *Sistema nacional de indicadores de seguridad vial*. Obtenido de Sistema nacional de indicadores de seguridad vial: <http://ansv.gov.co/observatorio/?op=Contenidos&sec=58>
- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2018). *Observatorio Nacional de Seguridad Vial*. Obtenido de Comparendos SIMIT 2017: <http://ansv.gov.co/observatorio/?op=Contenidos&sec=66>
- Arboleda, D. J. (25 de Marzo de 2013). *SURA*. Obtenido de SURA Blog: <https://www.sura.com/blogs/autos/accidentalidad-carretera-seguridad-vial.aspx>
- Bushnell. (2018). *Bushnell*. Obtenido de Bushnell.
- Camacho, C. (27 de 10 de 2017). *MOTOR*. Obtenido de ¿QUÉ PIDEN LOS JÓVENES DE LATINOAMÉRICA Y ESPAÑA EN SEGURIDAD VIAL?: <https://www.motor.com.co/actualidad/industria/estudio-mapfre-piden-jovenes-materia-seguridad-vial/29590>
- CARDONA, V. H. (18 de Octubre de 2018). ¿Por qué son tan aparatosos los accidentes en Las Palmas? *El Colombiano* .
- CHOUÉIRI, R. L. (s.f.). *Recommendations for Evaluating Horizontal Design Consistency Based on Investigations in the State of New York*.
- Concesión Túnel Aburrá-Oriente . (2019). *Respuesta a solicitud de información consecutivo D-92*. Medellín: Operación y Mantenimiento- Juan Zuñiga.
- GONZÁLEZ, D. J. (25 de Enero de 2019). El peligro sigue al día en Las Palmas. *El Colombiano*.
- Google Maps. (2018). *Google Maps*. Obtenido de Google Maps: <https://www.google.com/maps/>
- Institut transiti i seguretat viaria (Vniversitat de valencia). (27 de marzo de 2015). *EL PORQUÉ DE LOS RADARES EFECTIVIDAD DE LOS RADARES COMO MEDIDA DE CONTROL DE VELOCIDA*.
- Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo. (18 de 04 de 2018). *Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo*. Obtenido de <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Guia-practica-estacionamientos-LAC.pdf>
- Instituto nacional de vias. (2008). *MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS*. Bogota.

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

- INVIAS. (2013). *CONSISTENCIA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA*. Bogota.
- INVIAS. (2013). *INVIAS*. Obtenido de Glosario de Manual de diseño geométrico de carreteras: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/glosarios/1017-glosario-manual-diseno-geometrico-carretera/file>
- John Jairo Posada-Henao, S. C.-A. (2014). Consistencia en el diseño: predicción de la velocidad de operación en carreteras. *Consistencia en el diseño: predicción de la velocidad de operación en carreteras*.
- Kay Fitzpatrick, L. E. (June 1999). *Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways*. Virginia.
- luisrizopatron@alleperu.com. (2013). *Tachas Reflectivas, Estoperoles y otros para Seguridad Vial*. (luisrizopatron@alleperu.com, Productor) Obtenido de Tachas Reflectivas, Estoperoles y otros para Seguridad Vial.
- Ministerio de transporte. (2015). Otros dispositivos para la regulación del tránsito. En M. d. transporte, *Manual de señalización vial colombiana*.
- Ministerio de transporte. (2015). *Plan Nacional de Seguridad Vial*. Bogota.
- Ministerio de Transporte. (2015). Señales reglamentarias. En *Manual de señalización vial de Colombia*.
- Ministerio de transporte-Instituto nacional de vías. (2008). Manual de diseño geométrico de carreteras. *Manual de diseño geométrico de carreteras*. Bogota, Colombia.
- Organización Mundial de la Salud. (2014). *FORTALECIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN SOBRE SEGURIDAD VIAL: Manual de prácticas y recursos para los países*.
- Plataforma tecnológica española de la carretera. (2011). *La velocidad de operación y su aplicación en el análisis de la consistencia de carreteras para la mejora de la seguridad vial*. Cuaderno N#6.
- Posada-Henao, J. J. (2014). *Consistencia en el diseño: predicción de la velocidad de operación en carreteras*.
- Rafael Cal, J. C. (2019). *Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones (9.a ed.)*. Alfaomega.
- Ruiz, J. F. (07 de Noviembre de 2014). *SURA*. Obtenido de Principales causas de los accidentes de tránsito en Colombia: primera parte: <https://blog.segurossura.com.co/articulo/movilidad/causas-accidentes-transito>
- Sánchez, J. F. (2011). *metodología para la evaluación de la consistencia del trazado de carreteras interurbanas de dos carriles*. Valencia.

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

Secretaria de comunicaciones y transporte de Mexico. (2014). Señalamiento Vertical/Señales informativas. En S. d. infraestructura, *Manual de señalización vial y dispositivos de seguridad de México* (pág. 58). Mexico.

Sistema inteligente de movilidad de Medellin (SIMM). (2016). VÍAS ALTAMENTE SEGURAS AV. LAS PALMAS Y TÚNEL DE OCCIDENTE. VÍAS ALTAMENTE SEGURAS AV. LAS PALMAS Y TÚNEL DE OCCIDENTE. Medellin.

SURA. (s.f.). *Factores de riesgo de la vía y su entorno para la seguridad vial*. Obtenido de SURA:

<https://www.arlsura.com/index.php/component/content/article?id=1475:factores-de-riesgo-de-la-via-y-su-entorno-para-la-seguridad-via>

VIAS Y TRÁNSITO. (2015). *ESTUDIO DE MOVILIDAD CORREDOR VÍA LAS PALMAS*. Medellin.

wixey. (2018). *wixey intelligent woodworking*. Obtenido de wixey intelligent woodworking: <http://www.wixey.com/>

ANEXOS

Anexo 1. Peraltes obtenidos en campo Avenida Las Palmas en ascenso.

| Nº curva | PI | PC | PT | Peralte 1 (°) | Peralte 2 (°) | Peralte 3 (°) | Peralte promedio en (%) |
|----------|----------|----------|----------|---------------|---------------|---------------|-------------------------|
| C1 | km 4+309 | km 4+250 | km 4+341 | 3,1 | 4,5 | 5,7 | 7,75% |
| C2 | km 4+420 | km 4+373 | km 4+467 | 4 | 3 | 3,7 | 6,23% |
| C3 | km 4+577 | km 4+469 | km 4+605 | 4,2 | 5,3 | 4 | 7,87% |
| C4 | km 4+662 | km 4+608 | km 4+695 | 4,7 | 5,1 | 4,5 | 8,34% |
| C5 | km 4+967 | km 4+907 | km 5+017 | 4 | 4,8 | 4,9 | 7,99% |
| C6 | km 5+312 | km 5+269 | km 5+353 | 3,4 | 4,3 | 4,9 | 7,34% |
| C7 | km 5+418 | km 5+405 | km 5+430 | 4,4 | 3,6 | 3,2 | 6,53% |
| C8 | km 5+615 | km 5+594 | km 5+635 | 4,5 | 4,3 | 3,9 | 7,40% |
| C9 | km 5+668 | km 5+637 | km 5+695 | 3,6 | 5 | 4,8 | 7,81% |
| C10 | km 5+741 | km 5+723 | km 5+758 | 5,4 | 4,7 | 5,2 | 8,92% |
| C11 | km 5+946 | km 5+917 | km 5+974 | 0,8 | 1 | 1,3 | 1,80% |
| C12 | km 6+159 | km 6+129 | km 6+180 | 5,4 | 5,8 | 4,7 | 9,28% |
| C13 | km 6+276 | km 6+208 | km 6+302 | 4,1 | 4,2 | 4,2 | 7,29% |
| C14 | km 6+377 | km 6+357 | km 6+396 | 3,3 | 4,5 | 3,5 | 6,58% |
| C15 | km 6+459 | km 6+415 | km 6+503 | | | | |
| C16 | km 6+543 | km 6+515 | km 6+570 | 4,5 | 2,8 | 2,9 | 5,94% |
| C17 | km 6+782 | km 6+712 | km 6+805 | 4,4 | 5,5 | 5,2 | 8,81% |
| C18 | km 6+979 | km 6+885 | km 7+072 | 4,3 | 4,7 | 5,1 | 8,22% |
| C19 | km 7+188 | km 7+130 | km 7+223 | 4,6 | 4,2 | 3,5 | 7,17% |
| C20 | km 7+312 | km 7+244 | km 7+337 | 5,5 | 4,8 | 5,1 | 8,98% |
| C21 | km 7+385 | km 7+362 | km 7+406 | 4,5 | 3,9 | 5,5 | 8,10% |
| C22 | km 7+499 | km 7+467 | km 7+529 | 6,5 | 6,9 | 5,9 | 11,28% |
| C23 | km 7+597 | km 7+575 | km 7+619 | 4,6 | 3,6 | 3,2 | 6,64% |
| C24 | km 7+825 | km 7+807 | km 7+843 | 4,5 | 3,7 | 3,2 | 6,64% |
| C25 | km 7+914 | km 7+878 | km 7+945 | 6,4 | 7,4 | 6,7 | 11,98% |
| C26 | km 8+036 | km 7+985 | km 8+082 | 3,1 | 2,1 | 2,1 | 4,25% |
| C27 | km 8+128 | km 8+091 | km 8+159 | 5,2 | 3,7 | 4,1 | 7,58% |
| C28 | km 8+311 | km 8+288 | km 8+334 | 3,9 | 4,1 | 2,5 | 6,12% |
| C29 | km 8+491 | km 8+387 | km 8+541 | 3,8 | 3,6 | 5 | 7,23% |
| C30 | km 8+715 | km 8+609 | km 8+700 | 4,7 | 4,4 | 3,4 | 7,29% |
| C31 | km 8+771 | km 8+716 | km 8+808 | 3,5 | 4,6 | 3,6 | 6,82% |

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

| | | | | | | | |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----|-----|-----|--------|
| C32 | km 8+882 | km 8+833 | km 8+928 | 4 | 4,2 | 5 | 7,69% |
| C33 | km 8+976 | km 8+933 | km 9+016 | 3,5 | 3,6 | 3,3 | 6,06% |
| C34 | km 9+100 | km 9+095 | km 9+104 | 2,1 | 2,8 | 3,1 | 4,66% |
| C35 | km 9+137 | km 9+114 | km 9+156 | 5,8 | 4,9 | 4,7 | 8,98% |
| C36 | km 9+225 | km 9+196 | km 9+251 | 3,2 | 4,8 | 4,2 | 7,11% |
| C37 | km 9+318 | km 9+261 | km 9+344 | 3 | 3,5 | 3,2 | 5,65% |
| C38 | km 9+364 | km 9+355 | km 9+374 | 4 | 4,2 | 4,6 | 7,46% |
| C39 | km 9+482 | km 9+473 | km 9+490 | 3,7 | 2,7 | 3,9 | 6,00% |
| C40 | km 9+547 | km 9+498 | km 9+586 | 5 | 4,9 | 3,7 | 7,93% |
| C41 | km 9+674 | km 9+622 | km 9+725 | 2,3 | 3,3 | 3,5 | 5,30% |
| C42 | km 9+911 | km 9+869 | km 9+952 | 4,4 | 5,6 | 4,8 | 8,63% |
| C43 | km 10+228 | km 10+196 | km 10+260 | 4,1 | 5,1 | 4,8 | 8,16% |
| C44 | km 10+390 | km 10+334 | km 10+436 | 2,4 | 2,4 | 1,7 | 3,78% |
| C45 | km 10+493 | km 10+473 | km 10+512 | | | | |
| C46 | km 10+631 | km 10+593 | km 10+668 | 4 | 4,7 | 3,4 | 7,05% |
| C47 | km 10+843 | km 10+814 | km 10+869 | 4,3 | 3,3 | 4,5 | 7,05% |
| C48 | km 10+957 | km 10+924 | km 10+985 | 4,9 | 5,7 | 4,3 | 8,69% |
| C49 | km 11+075 | km 11+040 | km 11+108 | 2,9 | 2,8 | 4,1 | 5,71% |
| C50 | km 11+263 | km 11+192 | km 11+290 | 5,6 | 4,5 | 4,6 | 8,57% |
| C51 | km 11+530 | km 11+502 | km 11+551 | 4,6 | 4,8 | 3,4 | 7,46% |
| C52 | km 11+635 | km 11+587 | km 11+677 | 3,9 | 5,2 | 4 | 7,64% |
| C53 | km 11+728 | km 11+683 | km 11+770 | 4,8 | 4,1 | 4,3 | 7,69% |
| C54 | km 11+976 | km 11+890 | km 12+062 | 2,7 | 3,5 | 4 | 5,94% |
| C55 | km 12+084 | km 12+063 | km 12+105 | 3,2 | 2 | 2,4 | 4,42% |
| C56 | km 12+266 | km 12+192 | km 12+323 | | 6,1 | 4,6 | 9,36% |
| C57 | km 12+387 | km 12+357 | km 12+415 | 3,8 | 4,4 | 5,2 | 7,81% |
| C58 | km 12+515 | km 12+480 | km 12+548 | 6,2 | 5,8 | 5,8 | 10,39% |
| C59 | km 12+686 | km 12+638 | km 12+730 | 4,2 | 3,5 | 4,9 | 7,34% |
| C60 | km 12+842 | km 12+800 | km 12+878 | 5,3 | 5,8 | 5,4 | 9,63% |
| C61 | km 12+935 | km 12+913 | km 12+955 | 2,8 | 3,5 | 3 | 5,42% |
| C62 | km 13+052 | km 13+018 | km 13+079 | 6 | 5,7 | 6,1 | 10,39% |
| C63 | km 13+171 | km 13+141 | km 13+199 | 4,2 | 3,8 | 3,1 | 6,47% |
| C64 | km 13+297 | km 13+282 | km 13+310 | 3,9 | 3,7 | 4,6 | 7,11% |
| C65 | km 13+452 | km 13+419 | km 13+483 | 4,5 | 5,1 | 5,2 | 8,63% |
| C66 | km 13+635 | km 13+576 | km 13+668 | 6,1 | 5,8 | 6,7 | 10,86% |
| C67 | km 13+837 | km 13+716 | km 13+866 | 3,6 | 4,9 | 4,3 | 7,46% |
| C68 | km 13+920 | km 13+873 | km 13+964 | 3,9 | 4,7 | 4,2 | 7,46% |
| C69 | km 14+079 | km 14+065 | km 14+092 | 3,9 | 5,4 | 4,1 | 7,81% |

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

| | | | | | | | |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----|-----|-----|--------|
| C70 | km 14+158 | km 14+115 | km 14+181 | 3,8 | 3,3 | 3,9 | 6,41% |
| C71 | km 14+315 | km 14+302 | km 14+328 | 1 | 0,5 | 0,2 | 0,99% |
| C72 | km 14+701 | km 14+513 | km 14+709 | 4,3 | 4,9 | 3,4 | 7,34% |
| C73 | km 15+138 | km 14+839 | km 14+960 | 4,9 | 3,5 | 4 | 7,23% |
| C74 | km 15+146 | km 15+115 | km 15+174 | 3,1 | 3,6 | 2,8 | 5,53% |
| C75 | km 15+372 | km 15+321 | km 15+407 | 4,6 | 4 | 2,5 | 6,47% |
| C76 | km 15+575 | km 15+429 | km 15+561 | 6,2 | 5,4 | 6,2 | 10,39% |
| C77 | km 15+914 | km 15+874 | km 15+947 | 5,2 | 3,9 | 3,2 | 7,17% |
| C78 | km 16+186 | km 16+084 | km 16+283 | 4,5 | 5 | 4,7 | 8,28% |
| C79 | km 16+411 | km 16+357 | km 16+465 | 2,3 | 2,9 | 3,6 | 5,12% |
| C80 | km 16+607 | km 16+580 | km 16+633 | 4,3 | 4,7 | 4,2 | 7,69% |

Fuente: Elaboración propia

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

Anexo 2. Peraltes obtenidos en campo Avenida Las Palmas en descenso

| Nº curva | PI | PT | PC | Peralte 1 (°) | Peralte 2 (°) | Peralte 3 (°) | Peralte promedio en (%) |
|----------|----------|----------|----------|---------------|---------------|---------------|-------------------------|
| C1 | km 4+239 | km 4+195 | km 4+264 | 3,9 | 4,7 | 4,6 | 7,69% |
| C2 | km 4+362 | km 4+349 | km 4+376 | 4 | 3,5 | 2,8 | 6,00% |
| C3 | km 4+506 | km 4+405 | km 4+542 | 4,6 | 4,3 | 5,4 | 8,34% |
| C4 | km 4+619 | km 4+545 | km 4+660 | 4,7 | 4,1 | 4,5 | 7,75% |
| C5 | km 4+934 | km 4+857 | km 5+000 | 4,2 | 2,8 | 2,9 | 5,77% |
| C6 | km 5+267 | km 5+229 | km 5+304 | 2,8 | 3,8 | 4,2 | 6,29% |
| C7 | km 5+498 | km 5+415 | km 5+566 | 4,9 | 5,9 | 4,4 | 8,87% |
| C8 | km 5+651 | km 5+626 | km 5+674 | 5,5 | 5,7 | 4,5 | 9,16% |
| C9 | km 5+732 | km 5+700 | km 5+763 | 4,5 | 4,6 | 5,8 | 8,69% |
| C10 | km 5+878 | km 5+807 | km 5+949 | 1 | 1,2 | 0,9 | 1,80% |
| C11 | km 6+151 | km 6+125 | km 6+171 | 4,5 | 3,4 | 3,1 | 6,41% |
| C12 | km 6+253 | km 6+209 | km 6+275 | 5 | 4,4 | 4,3 | 7,99% |
| C13 | km 6+344 | km 6+316 | km 6+370 | 4 | 4,3 | 4,2 | 7,29% |
| C14 | km 6+429 | km 6+415 | km 6+444 | 4 | 3,8 | 4,4 | 7,11% |
| C15 | km 6+518 | km 6+502 | km 6+534 | 3,6 | 4,6 | 5 | 7,69% |
| C16 | km 6+770 | km 6+703 | km 6+792 | 3,8 | 3,4 | 4,5 | 6,82% |
| C17 | km 6+954 | km 6+929 | km 6+976 | 4,3 | 4,3 | 5,4 | 8,16% |
| C18 | km 7+039 | km 7+004 | km 7+061 | 3,5 | 3,2 | 2,7 | 5,47% |
| C19 | km 7+218 | km 7+157 | km 7+241 | 4,7 | 4,6 | 4,8 | 8,22% |
| C20 | km 7+349 | km 7+302 | km 7+372 | 4,1 | 4,6 | 3 | 6,82% |
| C21 | km 7+440 | km 7+422 | km 7+457 | 6,5 | 5,8 | 6 | 10,69% |
| C22 | km 7+539 | km 7+501 | km 7+575 | 3,2 | 2,1 | 2,8 | 4,72% |
| C23 | km 7+647 | km 7+621 | km 7+672 | 4,2 | 3,3 | 4,4 | 6,93% |
| C24 | km 7+880 | km 7+837 | km 7+921 | 3,7 | 5 | 3,7 | 7,23% |
| C25 | km 7+960 | km 7+930 | km 7+986 | 4,6 | 3,7 | 3,1 | 6,64% |
| C26 | km 8+088 | km 8+063 | km 8+112 | 3,5 | 4,2 | 4,8 | 7,29% |
| C27 | km 8+172 | km 8+137 | km 8+206 | 4 | 2,5 | 3,5 | 5,82% |
| C28 | km 8+295 | km 8+263 | km 8+323 | 3,9 | 2,8 | 4,5 | 6,53% |
| C29 | km 8+406 | km 8+375 | km 8+435 | 3,7 | 3,1 | 6,5 | 7,75% |
| C30 | km 8+588 | km 8+455 | km 8+632 | 3,3 | 3,8 | 4,9 | 6,99% |
| C31 | km 8+778 | km 8+694 | km 8+770 | | | | |
| C32 | km 8+846 | km 8+788 | km 8+886 | 3,5 | 4,4 | 4,9 | 7,46% |
| C33 | km 8+950 | km 8+916 | km 8+982 | 4,3 | 5,2 | 4,1 | 7,93% |
| C34 | km 9+043 | km 8+995 | km 9+088 | 4,5 | 5 | 3,6 | 7,64% |

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

| | | | | | | | |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----|-----|-----|--------|
| C35 | km 9+160 | km 9+148 | km 9+172 | 2,8 | 4 | 3,2 | 5,82% |
| C36 | km 9+204 | km 9+179 | km 9+228 | 5,1 | 4,8 | 3,6 | 7,87% |
| C37 | km 9+271 | km 9+252 | km 9+289 | 5,3 | 4,8 | 5 | 8,81% |
| C38 | km 9+356 | km 9+322 | km 9+386 | | | | |
| C39 | km 9+521 | km 9+510 | km 9+532 | 4,5 | 3,7 | 3,2 | 6,64% |
| C40 | km 9+593 | km 9+545 | km 9+632 | 3,6 | 3,5 | 3,9 | 6,41% |
| C41 | km 9+725 | km 9+685 | km 9+764 | 4,6 | 3,9 | 3,6 | 7,05% |
| C42 | km 9+951 | km 9+928 | km 9+972 | 3,6 | 3,5 | 3,9 | 6,41% |
| C43 | km 10+272 | km 10+228 | km 10+316 | 3,5 | 4,2 | 3 | 6,23% |
| C44 | km 10+430 | km 10+376 | km 10+474 | 5,6 | 4,7 | 4,1 | 8,40% |
| C45 | km 10+519 | km 10+501 | km 10+535 | 3,4 | 5,5 | 4,5 | 7,81% |
| C46 | km 10+672 | km 10+651 | km 10+693 | 2,6 | 1 | 1,5 | 2,97% |
| C47 | km 10+882 | km 10+852 | km 10+908 | 5,1 | 5 | 5,5 | 9,10% |
| C48 | km 10+997 | km 10+962 | km 11+027 | 5,3 | 6,3 | 4,7 | 9,51% |
| C49 | km 11+109 | km 11+088 | km 11+128 | 5,8 | 6,5 | 5,8 | 10,57% |
| C50 | km 11+304 | km 11+244 | km 11+330 | 3,5 | 4,1 | 3,4 | 6,41% |
| C51 | km 11+588 | km 11+562 | km 11+600 | | | | |
| C52 | km 11+650 | km 11+614 | km 11+673 | 4,6 | 4,4 | 4,1 | 7,64% |
| C53 | km 11+800 | km 11+757 | km 11+841 | 5,2 | 5,7 | 4,6 | 9,04% |
| C54 | km 12+063 | km 12+022 | km 12+104 | 2,9 | 3,5 | 2 | 4,89% |
| C55 | km 12+161 | km 12+115 | km 12+208 | 2 | 2,4 | 1,6 | 3,49% |
| C56 | km 12+249 | km 12+213 | km 12+282 | 5,2 | 4,9 | 4,6 | 8,57% |
| C57 | km 12+550 | km 12+527 | km 12+572 | 3,2 | 3,4 | 4,3 | 6,35% |
| C58 | km 12+728 | km 12+685 | km 12+769 | 5,8 | 4,4 | 4,8 | 8,75% |
| C59 | km 12+889 | km 12+846 | km 12+925 | 4,6 | 4,4 | 3,7 | 7,40% |
| C60 | km 12+982 | km 12+939 | km 13+020 | 5,4 | 5,5 | 5,2 | 9,39% |
| C61 | km 13+103 | km 13+041 | km 13+147 | 5,3 | 4,8 | 3,6 | 7,99% |
| C62 | km 13+204 | km 13+170 | km 13+234 | 5,7 | 5,4 | 5,8 | 9,86% |
| C63 | km 13+339 | km 13+313 | km 13+363 | 2,9 | 3 | 2,6 | 4,95% |
| C64 | km 13+491 | km 13+479 | km 13+503 | 1,1 | 1 | 1,5 | 2,09% |
| C65 | km 13+668 | km 13+617 | km 13+719 | 4,2 | 3,9 | 3,2 | 6,58% |
| C66 | km 13+871 | km 13+761 | km 13+903 | 4,9 | 4,6 | 5,4 | 8,69% |
| C67 | km 13+964 | km 13+937 | km 13+989 | 2,7 | 2,1 | 2,1 | 4,02% |
| C68 | km 14+125 | km 14+102 | km 14+147 | 1 | 2,2 | 1 | 2,44% |
| C69 | km 14+199 | km 14+168 | km 14+223 | 6,2 | 5,4 | 5,2 | 9,81% |
| C70 | km 14+316 | km 14+312 | km 14+319 | 1,9 | 2,5 | 2,9 | 4,25% |
| C71 | km 14+713 | km 14+529 | km 14+729 | 2,5 | 2 | 2,4 | 4,02% |
| C72 | km 15+081 | km 14+864 | km 14+958 | 4,5 | 4,7 | 3,8 | 7,58% |

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

| | | | | | | | |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----|-----|-----|--------|
| C73 | km 15+150 | km 15+098 | km 15+197 | 4,5 | 4,3 | 3,5 | 7,17% |
| C74 | km 15+350 | km 15+312 | km 15+379 | 5,7 | 5,6 | 5,9 | 10,04% |
| C75 | km 15+553 | km 15+413 | km 15+557 | 3,9 | 3,8 | 2,5 | 5,94% |
| C76 | km 15+908 | km 15+874 | km 15+936 | 5,2 | 4,6 | 4,3 | 8,22% |
| C77 | km 16+031 | km 16+007 | km 16+055 | 0,3 | 0,2 | 0,9 | 0,81% |
| C78 | km 16+080 | km 16+059 | km 16+100 | 0,6 | 1,2 | 0,7 | 1,45% |
| C79 | km 16+125 | km 16+114 | km 16+137 | 1,3 | 2,1 | 0,2 | 2,09% |
| C80 | km 16+201 | km 16+162 | km 16+238 | 4,4 | 2,2 | 2 | 5,01% |
| C81 | km 16+392 | km 16+339 | km 16+444 | 3,8 | 2,1 | 5,7 | 6,76% |
| C82 | km 16+625 | km 16+545 | km 16+699 | 2 | 1 | 1,9 | 2,85% |

Fuente: Elaboración propia

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

Anexo 3. Características curvas Avenida Las Palmas en ascenso.

| Nº curva | PI | PC | PT | Radio (m) | Longitud de curva (m) | Tangente (m) | Ancho de calzada (m) |
|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------------------|--------------|----------------------|
| C1 | km 4+309 | km 4+250 | km 4+341 | 56,3 | 91,4 | | 7,2 |
| C2 | km 4+420 | km 4+373 | km 4+467 | 639,7 | 93,4 | 32,1 | 7,3 |
| C3 | km 4+577 | km 4+469 | km 4+605 | 67,1 | 136,6 | 1,8 | 7,3 |
| C4 | km 4+662 | km 4+608 | km 4+695 | 58,9 | 87,6 | 2,5 | 7,3 |
| C5 | km 4+967 | km 4+907 | km 5+017 | 115,1 | 110,1 | 211,7 | 7,4 |
| C6 | km 5+312 | km 5+269 | km 5+353 | 144,5 | 83,8 | 251,7 | 8,8 |
| C7 | km 5+418 | km 5+405 | km 5+430 | 43,8 | 25,0 | 52,6 | 8,9 |
| C8 | km 5+615 | km 5+594 | km 5+635 | 78,4 | 41,5 | 163,4 | 10,3 |
| C9 | km 5+668 | km 5+637 | km 5+695 | 67,0 | 58,0 | 2,0 | 8,8 |
| C10 | km 5+741 | km 5+723 | km 5+758 | 74,9 | 34,5 | 27,9 | 8,9 |
| C11 | km 5+946 | km 5+917 | km 5+974 | 758,5 | 56,9 | 159,7 | 8,8 |
| C12 | km 6+159 | km 6+129 | km 6+180 | 40,0 | 50,9 | 155,1 | 8,8 |
| C13 | km 6+276 | km 6+208 | km 6+302 | 50,9 | 94,6 | 27,7 | 8,8 |
| C14 | km 6+377 | km 6+357 | km 6+396 | 136,1 | 39,4 | 54,6 | 8,8 |
| C15 | km 6+459 | km 6+415 | km 6+503 | 641,0 | 88,0 | 18,8 | |
| C16 | km 6+543 | km 6+515 | km 6+570 | 123,2 | 54,5 | 11,9 | 8,9 |
| C17 | km 6+782 | km 6+712 | km 6+805 | 47,6 | 92,5 | 142,6 | 8,7 |
| C18 | km 6+979 | km 6+885 | km 7+072 | 1196,0 | 186,6 | 80,4 | 10,1 |
| C19 | km 7+188 | km 7+130 | km 7+223 | 61,1 | 93,2 | 58,2 | 9,2 |
| C20 | km 7+312 | km 7+244 | km 7+337 | 48,8 | 93,0 | 20,5 | 8,7 |
| C21 | km 7+385 | km 7+362 | km 7+406 | 51,7 | 43,8 | 25,4 | 9,1 |
| C22 | km 7+499 | km 7+467 | km 7+529 | 104,4 | 61,7 | 61,3 | 9,2 |
| C23 | km 7+597 | km 7+575 | km 7+619 | 75,9 | 44,0 | 46,0 | 9,2 |
| C24 | km 7+825 | km 7+807 | km 7+843 | 116,5 | 35,5 | 188,4 | 9,3 |
| C25 | km 7+914 | km 7+878 | km 7+945 | 83,6 | 67,2 | 35,4 | 8,7 |
| C26 | km 8+036 | km 7+985 | km 8+082 | 123,3 | 96,9 | 39,4 | 8,6 |
| C27 | km 8+128 | km 8+091 | km 8+159 | 67,1 | 67,8 | 9,6 | 8,9 |
| C28 | km 8+311 | km 8+288 | km 8+334 | 127,7 | 46,5 | 128,8 | 9,2 |
| C29 | km 8+491 | km 8+387 | km 8+541 | 90,0 | 154,3 | 52,3 | 8,6 |
| C30 | km 8+715 | km 8+609 | km 8+700 | 36,9 | 91,2 | 68,0 | 9,3 |
| C31 | km 8+771 | km 8+716 | km 8+808 | 69,4 | 92,1 | 16,3 | 8,9 |
| C32 | km 8+882 | km 8+833 | km 8+928 | 157,6 | 94,9 | 24,9 | 8,9 |
| C33 | km 8+976 | km 8+933 | km 9+016 | 179,2 | 83,4 | 4,8 | 9,0 |
| C34 | km 9+100 | km 9+095 | km 9+104 | 21,1 | 8,3 | 79,0 | 9,3 |

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

| | | | | | | | |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------|-------|-------|-----|
| C35 | km 9+137 | km 9+114 | km 9+156 | 48,0 | 42,5 | 10,0 | 9,3 |
| C36 | km 9+225 | km 9+196 | km 9+251 | 63,8 | 54,8 | 40,0 | 9,4 |
| C37 | km 9+318 | km 9+261 | km 9+344 | 46,5 | 82,6 | 9,9 | 8,8 |
| C38 | km 9+364 | km 9+355 | km 9+374 | 36,1 | 19,2 | 11,0 | 9,2 |
| C39 | km 9+482 | km 9+473 | km 9+490 | 29,8 | 16,9 | 99,1 | 9,1 |
| C40 | km 9+547 | km 9+498 | km 9+586 | 78,8 | 88,4 | 7,8 | 9,1 |
| C41 | km 9+674 | km 9+622 | km 9+725 | 295,3 | 103,1 | 36,3 | 9,2 |
| C42 | km 9+911 | km 9+869 | km 9+952 | 237,7 | 83,9 | 143,1 | 9,1 |
| C43 | km 10+228 | km 10+196 | km 10+260 | 184,5 | 63,8 | 243,6 | 9,9 |
| C44 | km 10+390 | km 10+334 | km 10+436 | 103,5 | 102,4 | 74,1 | 9,2 |
| C45 | km 10+493 | km 10+473 | km 10+512 | 84,0 | 39,5 | 36,2 | |
| C46 | km 10+631 | km 10+593 | km 10+668 | 197,1 | 74,7 | 80,9 | 9,0 |
| C47 | km 10+843 | km 10+814 | km 10+869 | 61,2 | 55,2 | 146,0 | 9,4 |
| C48 | km 10+957 | km 10+924 | km 10+985 | 63,1 | 60,6 | 55,4 | 9,2 |
| C49 | km 11+075 | km 11+040 | km 11+108 | 87,8 | 67,9 | 54,9 | 9,0 |
| C50 | km 11+263 | km 11+192 | km 11+290 | 52,5 | 98,3 | 84,1 | 9,3 |
| C51 | km 11+530 | km 11+502 | km 11+551 | 42,5 | 48,9 | 212,1 | 8,9 |
| C52 | km 11+635 | km 11+587 | km 11+677 | 99,1 | 90,8 | 35,5 | 8,9 |
| C53 | km 11+728 | km 11+683 | km 11+770 | 151,0 | 86,7 | 5,8 | 9,2 |
| C54 | km 11+976 | km 11+890 | km 12+062 | 1612,0 | 171,7 | 120,1 | 9,0 |
| C55 | km 12+084 | km 12+063 | km 12+105 | 585,7 | 42,4 | 0,9 | 9,1 |
| C56 | km 12+266 | km 12+192 | km 12+323 | 114,3 | 130,7 | 87,4 | 8,8 |
| C57 | km 12+387 | km 12+357 | km 12+415 | 143,6 | 57,9 | 34,4 | 9,4 |
| C58 | km 12+515 | km 12+480 | km 12+548 | 104,1 | 67,9 | 64,6 | 9,4 |
| C59 | km 12+686 | km 12+638 | km 12+730 | 148,0 | 91,8 | 90,3 | 9,1 |
| C60 | km 12+842 | km 12+800 | km 12+878 | 89,4 | 77,9 | 70,0 | 8,9 |
| C61 | km 12+935 | km 12+913 | km 12+955 | 54,1 | 41,3 | 35,6 | 9,2 |
| C62 | km 13+052 | km 13+018 | km 13+079 | 55,5 | 61,5 | 63,1 | 9,5 |
| C63 | km 13+171 | km 13+141 | km 13+199 | 82,4 | 58,1 | 61,8 | 9,3 |
| C64 | km 13+297 | km 13+282 | km 13+310 | 56,8 | 27,7 | 83,3 | 9,4 |
| C65 | km 13+452 | km 13+419 | km 13+483 | 137,9 | 64,7 | 108,7 | 9,5 |
| C66 | km 13+635 | km 13+576 | km 13+668 | 58,1 | 92,7 | 92,2 | 8,7 |
| C67 | km 13+837 | km 13+716 | km 13+866 | 73,3 | 149,9 | 48,2 | 9,0 |
| C68 | km 13+920 | km 13+873 | km 13+964 | 165,9 | 91,5 | 6,2 | 9,4 |
| C69 | km 14+079 | km 14+065 | km 14+092 | 31,7 | 27,7 | 100,6 | 9,4 |
| C70 | km 14+158 | km 14+115 | km 14+181 | 40,5 | 65,7 | 22,6 | 9,5 |
| C71 | km 14+315 | km 14+302 | km 14+328 | 106,5 | 25,5 | 121,7 | 9,1 |
| C72 | km 14+701 | km 14+513 | km 14+709 | 85,9 | 196,3 | 185,1 | 9,2 |

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

| | | | | | | | |
|-----|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-----|
| C73 | km 15+138 | km 14+839 | km 14+960 | 41,9 | 120,1 | 130,2 | 9,3 |
| C74 | km 15+146 | km 15+115 | km 15+174 | 84,6 | 59,7 | 155,2 | 9,0 |
| C75 | km 15+372 | km 15+321 | km 15+407 | 63,9 | 86,2 | 146,3 | 9,1 |
| C76 | km 15+575 | km 15+429 | km 15+561 | 54,8 | 133,0 | 21,5 | 9,4 |
| C77 | km 15+914 | km 15+874 | km 15+947 | 68,3 | 72,9 | 312,7 | 8,5 |
| C78 | km 16+186 | km 16+084 | km 16+283 | 411,5 | 199,3 | 137,0 | 9,4 |
| C79 | km 16+411 | km 16+357 | km 16+465 | 351,2 | 107,8 | 73,7 | 9,4 |
| C80 | km 16+607 | km 16+580 | km 16+633 | 108,4 | 53,9 | 114,8 | 9,4 |

Fuente: Elaboración propia

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

Anexo 4. Características curvas Avenida Las Palmas en descenso

| Nº curva | PI | PT | PC | Radio (m) | Longitud de curva (m) | Tangente (m) | Ancho de calzada (m) |
|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------------------|--------------|----------------------|
| C1 | km 4+239 | km 4+195 | km 4+264 | 43,7 | 69,4 | 84,4 | 7,2 |
| C2 | km 4+362 | km 4+349 | km 4+376 | 157,0 | 27,0 | 29,2 | 7,4 |
| C3 | km 4+506 | km 4+405 | km 4+542 | 72,2 | 137,1 | 2,8 | 7,3 |
| C4 | km 4+619 | km 4+545 | km 4+660 | 72,2 | 115,7 | 196,1 | 7,3 |
| C5 | km 4+934 | km 4+857 | km 5+000 | 148,3 | 143,1 | 229,3 | 7,8 |
| C6 | km 5+267 | km 5+229 | km 5+304 | 140,8 | 75,1 | 110,5 | 9,3 |
| C7 | km 5+498 | km 5+415 | km 5+566 | 148,3 | 151,5 | 60,0 | 8,5 |
| C8 | km 5+651 | km 5+626 | km 5+674 | 57,9 | 47,5 | 26,7 | 8,9 |
| C9 | km 5+732 | km 5+700 | km 5+763 | 127,0 | 63,0 | 43,9 | 8,8 |
| C10 | km 5+878 | km 5+807 | km 5+949 | 1227,0 | 141,7 | 176,0 | 8,9 |
| C11 | km 6+151 | km 6+125 | km 6+171 | 38,1 | 46,5 | 37,4 | 8,7 |
| C12 | km 6+253 | km 6+209 | km 6+275 | 38,5 | 66,3 | 41,5 | 9,3 |
| C13 | km 6+344 | km 6+316 | km 6+370 | 143,1 | 53,8 | 44,3 | 8,9 |
| C14 | km 6+429 | km 6+415 | km 6+444 | 222,1 | 29,7 | 57,4 | 9,1 |
| C15 | km 6+518 | km 6+502 | km 6+534 | 68,8 | 31,9 | 169,5 | 9,5 |
| C16 | km 6+770 | km 6+703 | km 6+792 | 45,6 | 88,7 | 137,3 | 9,2 |
| C17 | km 6+954 | km 6+929 | km 6+976 | 58,0 | 46,5 | 28,0 | 9,4 |
| C18 | km 7+039 | km 7+004 | km 7+061 | 39,1 | 57,1 | 96,4 | 8,9 |
| C19 | km 7+218 | km 7+157 | km 7+241 | 44,4 | 83,7 | 60,8 | 9,3 |
| C20 | km 7+349 | km 7+302 | km 7+372 | 40,6 | 70,1 | 50,0 | 9,4 |
| C21 | km 7+440 | km 7+422 | km 7+457 | 43,0 | 35,4 | 43,9 | 9,2 |
| C22 | km 7+539 | km 7+501 | km 7+575 | 126,1 | 73,8 | 46,5 | 9,3 |
| C23 | km 7+647 | km 7+621 | km 7+672 | 93,2 | 50,7 | 165,2 | 9,7 |
| C24 | km 7+880 | km 7+837 | km 7+921 | 226,1 | 83,8 | 9,1 | 9,5 |
| C25 | km 7+960 | km 7+930 | km 7+986 | 68,4 | 55,9 | 76,6 | 9,5 |
| C26 | km 8+088 | km 8+063 | km 8+112 | 70,0 | 49,5 | 25,1 | 9,4 |
| C27 | km 8+172 | km 8+137 | km 8+206 | 132,7 | 68,4 | 57,4 | 9,1 |
| C28 | km 8+295 | km 8+263 | km 8+323 | 73,0 | 59,7 | 52,0 | 9,0 |
| C29 | km 8+406 | km 8+375 | km 8+435 | 87,6 | 60,0 | 20,2 | 9,6 |
| C30 | km 8+588 | km 8+455 | km 8+632 | 91,7 | 177,4 | 61,7 | 9,4 |
| C31 | km 8+778 | km 8+694 | km 8+770 | 31,1 | 75,6 | 18,8 | |
| C32 | km 8+846 | km 8+788 | km 8+886 | 73,7 | 97,7 | 29,9 | 9,3 |
| C33 | km 8+950 | km 8+916 | km 8+982 | 113,0 | 65,5 | 13,8 | 9,3 |
| C34 | km 9+043 | km 8+995 | km 9+088 | 182,3 | 92,9 | 59,5 | 9,2 |

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

| | | | | | | | |
|-----|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-----|
| C35 | km 9+160 | km 9+148 | km 9+172 | 110,1 | 23,9 | 7,4 | 9,3 |
| C36 | km 9+204 | km 9+179 | km 9+228 | 82,5 | 49,0 | 24,1 | 9,3 |
| C37 | km 9+271 | km 9+252 | km 9+289 | 64,6 | 36,7 | 33,3 | 8,7 |
| C38 | km 9+356 | km 9+322 | km 9+386 | 75,9 | 63,6 | 124,3 | |
| C39 | km 9+521 | km 9+510 | km 9+532 | 47,1 | 21,8 | 13,1 | 8,8 |
| C40 | km 9+593 | km 9+545 | km 9+632 | 88,0 | 87,4 | 52,9 | 9,4 |
| C41 | km 9+725 | km 9+685 | km 9+764 | 247,8 | 78,3 | 164,9 | 9,3 |
| C42 | km 9+951 | km 9+928 | km 9+972 | 124,1 | 44,1 | 255,5 | 9,4 |
| C43 | km 10+272 | km 10+228 | km 10+316 | 253,5 | 87,7 | 60,6 | 9,3 |
| C44 | km 10+430 | km 10+376 | km 10+474 | 97,0 | 98,0 | 27,1 | 9,5 |
| C45 | km 10+519 | km 10+501 | km 10+535 | 71,1 | 33,7 | 116,2 | 9,4 |
| C46 | km 10+672 | km 10+651 | km 10+693 | 107,2 | 41,7 | 158,7 | 8,9 |
| C47 | km 10+882 | km 10+852 | km 10+908 | 63,3 | 56,0 | 54,2 | 9,6 |
| C48 | km 10+997 | km 10+962 | km 11+027 | 66,9 | 65,1 | 61,5 | 9,2 |
| C49 | km 11+109 | km 11+088 | km 11+128 | 54,2 | 39,8 | 115,7 | 9,7 |
| C50 | km 11+304 | km 11+244 | km 11+330 | 48,3 | 86,1 | 232,2 | 8,9 |
| C51 | km 11+588 | km 11+562 | km 11+600 | 22,2 | 38,1 | 14,0 | |
| C52 | km 11+650 | km 11+614 | km 11+673 | 41,6 | 58,5 | 83,7 | 9,1 |
| C53 | km 11+800 | km 11+757 | km 11+841 | 170,5 | 84,3 | 180,9 | 9,4 |
| C54 | km 12+063 | km 12+022 | km 12+104 | 858,5 | 82,1 | 11,5 | 9,4 |
| C55 | km 12+161 | km 12+115 | km 12+208 | 884,3 | 92,2 | 5,1 | 9,4 |
| C56 | km 12+249 | km 12+213 | km 12+282 | 88,1 | 69,5 | 244,8 | 9,6 |
| C57 | km 12+550 | km 12+527 | km 12+572 | 67,5 | 44,9 | 112,7 | 9,2 |
| C58 | km 12+728 | km 12+685 | km 12+769 | 141,8 | 84,2 | 77,4 | 9,3 |
| C59 | km 12+889 | km 12+846 | km 12+925 | 85,1 | 79,2 | 13,2 | 9,5 |
| C60 | km 12+982 | km 12+939 | km 13+020 | 87,5 | 81,1 | 21,1 | 9,2 |
| C61 | km 13+103 | km 13+041 | km 13+147 | 79,8 | 105,7 | 23,6 | 9,2 |
| C62 | km 13+204 | km 13+170 | km 13+234 | 78,0 | 63,5 | 79,3 | 9,3 |
| C63 | km 13+339 | km 13+313 | km 13+363 | 101,0 | 50,3 | 115,5 | 9,3 |
| C64 | km 13+491 | km 13+479 | km 13+503 | 52,2 | 23,7 | 114,7 | 9,3 |
| C65 | km 13+668 | km 13+617 | km 13+719 | 62,2 | 101,3 | 42,7 | 9,3 |
| C66 | km 13+871 | km 13+761 | km 13+903 | 71,7 | 142,1 | 33,6 | 9,4 |
| C67 | km 13+964 | km 13+937 | km 13+989 | 123,8 | 52,4 | 112,4 | 9,3 |
| C68 | km 14+125 | km 14+102 | km 14+147 | 102,2 | 45,2 | 21,1 | 8,7 |
| C69 | km 14+199 | km 14+168 | km 14+223 | 51,8 | 55,3 | 88,8 | 9,6 |
| C70 | km 14+316 | km 14+312 | km 14+319 | 23,8 | 6,9 | 209,9 | 9,5 |
| C71 | km 14+713 | km 14+529 | km 14+729 | 89,4 | 200,1 | 135,0 | 9,5 |
| C72 | km 15+081 | km 14+864 | km 14+958 | 33,2 | 94,1 | 139,6 | 9,5 |

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

| | | | | | | | |
|-----|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|------|
| C73 | km 15+150 | km 15+098 | km 15+197 | 129,3 | 99,6 | 115,1 | 9,5 |
| C74 | km 15+350 | km 15+312 | km 15+379 | 56,6 | 66,7 | 33,9 | 8,9 |
| C75 | km 15+553 | km 15+413 | km 15+557 | 62,5 | 143,9 | 317,6 | 9,5 |
| C76 | km 15+908 | km 15+874 | km 15+936 | 57,1 | 61,2 | 71,0 | 9,4 |
| C77 | km 16+031 | km 16+007 | km 16+055 | 162,6 | 48,3 | 3,5 | 9,3 |
| C78 | km 16+080 | km 16+059 | km 16+100 | 57,1 | 41,3 | 14,2 | 7,9 |
| C79 | km 16+125 | km 16+114 | km 16+137 | 94,6 | 22,7 | 25,4 | 11,0 |
| C80 | km 16+201 | km 16+162 | km 16+238 | 262,9 | 76,3 | 101,0 | 9,3 |
| C81 | km 16+392 | km 16+339 | km 16+444 | 347,4 | 105,1 | 100,8 | 9,4 |
| C82 | km 16+625 | km 16+545 | km 16+699 | 215,6 | 153,4 | | 9,3 |

Fuente: Elaboración propia

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

Anexo 5. Velocidades de operación registradas en campo en Avenida Las Palmas en ascenso

| Nº curva | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| C1 | 55 | 48 | 55 | 52 | 46 | 51 | 56 | 54 | 58 | 52 | 58 | 53 | 57 | 58 | 65 | 58 | 77 | 45 | 52 | 53 | 52 | 55 | 59 | 56 | 60 | 61 | | | | | |
| C2 | 58 | 51 | 46 | 56 | 56 | 55 | 62 | 53 | 60 | 59 | 65 | 57 | 60 | 51 | 52 | 61 | 48 | 57 | 58 | 63 | 57 | 50 | 54 | 52 | 62 | 54 | | | | | |
| C3 | 64 | 57 | 50 | 51 | 53 | 55 | 48 | 71 | 56 | 57 | 61 | 69 | 53 | 60 | 69 | 54 | 58 | 64 | 55 | 53 | 58 | 65 | 63 | 48 | 55 | 55 | | | | | |
| C4 | 61 | 54 | 61 | 53 | 66 | 73 | 61 | 56 | 63 | 58 | 68 | 70 | 63 | 49 | 52 | 57 | 50 | 64 | 66 | 60 | 52 | 56 | 62 | 60 | 55 | 59 | | | | | |
| C5 | 61 | 42 | 59 | 64 | 67 | 62 | 65 | 60 | 56 | 52 | 51 | 58 | 65 | 55 | 49 | 53 | 51 | 55 | 69 | 57 | 55 | 64 | 51 | 57 | 54 | 58 | | | | | |
| C6 | 58 | 64 | 77 | 66 | 71 | 67 | 70 | 67 | 63 | 55 | 71 | 64 | 72 | 83 | 46 | 63 | 78 | 80 | 65 | 56 | 68 | 67 | 72 | 63 | 69 | 56 | | | | | |
| C7 | 44 | 61 | 45 | 56 | 47 | 58 | 57 | 52 | 57 | 61 | 52 | 49 | 51 | 53 | 47 | 57 | 61 | 73 | 57 | 47 | 60 | 49 | 45 | 51 | 58 | 52 | 60 | | | | |
| C8 | 46 | 54 | 60 | 50 | 64 | 43 | 56 | 59 | 61 | 46 | 51 | 65 | 95 | 73 | 47 | 65 | 47 | 52 | 42 | 47 | 51 | 45 | 45 | 54 | 51 | 55 | | | | | |
| C9 | 53 | 49 | 54 | 59 | 48 | 70 | 67 | 51 | 81 | 54 | 47 | 45 | 58 | 55 | 53 | 57 | 51 | 47 | 66 | 62 | 54 | 45 | 46 | 52 | 50 | 54 | | | | | |
| C10 | 62 | 58 | 70 | 60 | 54 | 56 | 49 | 57 | 52 | 49 | 59 | 53 | 52 | 49 | 58 | 53 | 58 | 87 | 98 | 48 | 52 | 64 | 74 | 57 | 51 | 58 | 45 | 55 | | | |
| C11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C12 | 51 | 43 | 41 | 49 | 77 | 46 | 48 | 44 | 46 | 46 | 53 | 47 | 43 | 48 | 52 | 51 | 43 | 56 | 58 | 45 | 56 | 49 | 47 | 46 | 45 | 46 | | | | | |
| C13 | 46 | 45 | 43 | 52 | 56 | 59 | 47 | 35 | 43 | 48 | 44 | 40 | 72 | 54 | 49 | 48 | 46 | 47 | 45 | 49 | 46 | 42 | 46 | 42 | 41 | 52 | 55 | | | | |
| C14 | 51 | 65 | 92 | 55 | 54 | 58 | 59 | 53 | 48 | 52 | 50 | 47 | 48 | 60 | 53 | 49 | 45 | 53 | 44 | 56 | 53 | 64 | 59 | 51 | 46 | 46 | 53 | | | | |
| C15 | 57 | 69 | 58 | 53 | 65 | 53 | 64 | 49 | 56 | 51 | 59 | 49 | 68 | 59 | 65 | 57 | 58 | 67 | 71 | 60 | 69 | 58 | 54 | 48 | 61 | 51 | 56 | | | | |
| C16 | 53 | 60 | 60 | 48 | 71 | 50 | 51 | 74 | 43 | 54 | 48 | 62 | 57 | 51 | 60 | 66 | 60 | 67 | 72 | 65 | 69 | 67 | 81 | 65 | 75 | 61 | 55 | 59 | | | |
| C17 | 57 | 50 | 37 | 50 | 54 | 52 | 48 | 52 | 58 | 66 | 55 | 64 | 62 | 44 | 50 | 59 | 37 | 50 | 56 | 61 | 60 | 45 | 48 | 55 | 58 | 59 | | | | | |
| C18 | 44 | 39 | 49 | 57 | 59 | 52 | 70 | 51 | 61 | 50 | 44 | 46 | 52 | 52 | 53 | 50 | 51 | 53 | 48 | 42 | 43 | 60 | 58 | 45 | 48 | 42 | | | | | |
| C19 | 78 | 51 | 60 | 54 | 54 | 50 | 57 | 66 | 52 | 62 | 49 | 65 | 52 | 54 | 50 | 67 | 56 | 58 | 60 | 57 | 51 | 51 | 54 | 70 | 56 | 49 | 52 | 55 | 53 | 66 | |
| C20 | 56 | 46 | 52 | 49 | 43 | 59 | 52 | 54 | 46 | 49 | 52 | 49 | 51 | 52 | 47 | 51 | 45 | 40 | 52 | 56 | 39 | 53 | 57 | 48 | 44 | 52 | | | | | |
| C21 | 50 | 57 | 40 | 46 | 48 | 48 | 51 | 54 | 50 | 57 | 75 | 63 | 52 | 43 | 49 | 48 | 53 | 46 | 73 | 63 | 74 | 52 | 55 | 48 | 52 | 41 | 54 | | | | |
| C22 | 51 | 62 | 71 | 68 | 50 | 57 | 46 | 53 | 57 | 56 | 65 | 48 | 59 | 59 | 56 | 65 | 58 | 52 | 54 | 50 | 58 | 62 | 56 | 46 | 52 | 66 | | | | | |
| C23 | 42 | 85 | 57 | 89 | 49 | 53 | 46 | 73 | 62 | 49 | 68 | 52 | 48 | 52 | 63 | 64 | 60 | 49 | 38 | 66 | 56 | 45 | 55 | 53 | 60 | 69 | 60 | | | | |
| C24 | 58 | 56 | 60 | 62 | 59 | 38 | 73 | 75 | 44 | 66 | 83 | 78 | 66 | 56 | 57 | 61 | 64 | 56 | 41 | 69 | 52 | 65 | 59 | 48 | 58 | 60 | | | | | |
| C25 | 70 | 56 | 53 | 56 | 51 | 42 | 63 | 54 | 52 | 53 | 48 | 44 | 56 | 58 | 54 | 52 | 50 | 54 | 46 | 42 | 46 | 48 | 58 | 60 | 60 | 57 | 58 | | | | |
| C26 | 60 | 46 | 40 | 54 | 56 | 55 | 62 | 53 | 42 | 39 | 46 | 45 | 50 | 57 | 53 | 53 | 59 | 49 | 53 | 57 | 61 | 61 | 58 | 55 | 61 | 58 | 65 | | | | |
| C27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C28 | 52 | 33 | 56 | 61 | 60 | 64 | 49 | 47 | 48 | 61 | 52 | 59 | 51 | 57 | 51 | 76 | 52 | 57 | 58 | 58 | 73 | 48 | 51 | 56 | 55 | 67 | | | | | |
| C29 | 57 | 46 | 63 | 41 | 47 | 56 | 47 | 42 | 62 | 54 | 70 | 68 | 60 | 54 | 43 | 57 | 43 | 45 | 78 | 62 | 54 | 60 | 58 | 51 | 57 | 44 | | | | | |
| C30 | 44 | 44 | 52 | 56 | 49 | 46 | 52 | 54 | 40 | 52 | 54 | 55 | 48 | 36 | 47 | 44 | 45 | 43 | 45 | 38 | 41 | 48 | 36 | 44 | 46 | 44 | 37 | 40 | | | |
| C31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C32 | 55 | 54 | 52 | 37 | 50 | 48 | 46 | 48 | 46 | 52 | 55 | 60 | 56 | 41 | 45 | 55 | 56 | 59 | 48 | 64 | 44 | 46 | 55 | 44 | 47 | 52 | | | | | |
| C33 | 66 | 71 | 66 | 62 | 47 | 58 | 53 | 72 | 54 | 49 | 58 | 59 | 56 | 46 | 47 | 35 | 83 | 65 | 43 | 53 | 65 | 71 | 60 | 68 | 64 | 61 | | | | | |
| C34 | 63 | 73 | 67 | 47 | 59 | 60 | 65 | 65 | 57 | 47 | 42 | 74 | 63 | 74 | 56 | 48 | 51 | 62 | 45 | 50 | 54 | 58 | 54 | 67 | 61 | 65 | | | | | |
| C35 | 40 | 51 | 55 | 56 | 45 | 56 | 45 | 52 | 56 | 61 | 59 | 44 | 62 | 49 | 56 | 43 | 44 | 48 | 50 | 61 | 50 | 57 | 54 | 55 | 38 | 58 | 53 | 62 | | | |

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

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| C36 | 42 | 38 | 42 | 48 | 47 | 47 | 53 | 52 | 53 | 41 | 48 | 49 | 46 | 46 | 44 | 63 | 45 | 62 | 52 | 57 | 52 | 58 | 43 | 50 | 53 | 48 | 47 | 55 | | | |
| C37 | 52 | 42 | 44 | 48 | 44 | 50 | 39 | 47 | 54 | 52 | 50 | 56 | 50 | 38 | 51 | 40 | 45 | 52 | 55 | 47 | 54 | 59 | 46 | 49 | 46 | 45 | 42 | 50 | | | |
| C38 | 48 | 49 | 51 | 55 | 41 | 49 | 47 | 42 | 46 | 47 | 51 | 56 | 54 | 42 | 54 | 42 | 50 | 49 | 53 | 50 | 57 | 49 | 58 | 50 | 52 | 49 | 46 | 47 | | | |
| C39 | 55 | 46 | 35 | 77 | 55 | 53 | 57 | 57 | 41 | 71 | 57 | 48 | 53 | 50 | 55 | 64 | 63 | 43 | 60 | 48 | 50 | 45 | 59 | 44 | 58 | 60 | 87 | 63 | 51 | 58 | |
| C40 | 51 | 63 | 55 | 64 | 58 | 46 | 48 | 72 | 58 | 56 | 51 | 53 | 57 | 46 | 45 | 66 | 54 | 57 | 47 | 52 | 49 | 53 | 52 | 54 | 64 | 55 | 59 | 67 | | | |
| C41 | 57 | 52 | 56 | 49 | 51 | 53 | 65 | 70 | 58 | 65 | 57 | 53 | 67 | 62 | 54 | 63 | 61 | 70 | 59 | 56 | 55 | 60 | 58 | 56 | 54 | 65 | 45 | 59 | | | |
| C42 | 69 | 49 | 48 | 53 | 57 | 67 | 71 | 68 | 46 | 92 | 78 | 62 | 81 | 52 | 78 | 70 | 60 | 45 | 64 | 65 | 68 | 66 | 69 | 51 | 62 | 56 | 56 | 60 | | | |
| C43 | 57 | 40 | 59 | 70 | 57 | 65 | 55 | 60 | 61 | 61 | 65 | 72 | 61 | 61 | 72 | 56 | 77 | 73 | 62 | 79 | 66 | 48 | 52 | 58 | 59 | 46 | 66 | 54 | | | |
| C44 | 55 | 66 | 63 | 50 | 49 | 66 | 50 | 64 | 63 | 54 | 81 | 57 | 57 | 51 | 59 | 53 | 54 | 50 | 65 | 58 | 81 | 69 | 59 | 71 | 62 | 64 | 66 | 49 | | | |
| C45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C46 | 47 | 48 | 45 | 49 | 42 | 46 | 39 | 44 | 51 | 50 | 54 | 48 | 45 | 47 | 45 | 52 | 62 | 53 | 46 | 55 | 41 | 42 | 47 | 45 | 54 | 61 | 53 | 55 | | | |
| C47 | 57 | 49 | 51 | 58 | 57 | 45 | 55 | 47 | 52 | 55 | 54 | 61 | 55 | 69 | 56 | 55 | 49 | 56 | 57 | 58 | 58 | 45 | 50 | 48 | 58 | 57 | 60 | 52 | 46 | 60 | |
| C48 | 47 | 67 | 53 | 50 | 56 | 55 | 50 | 49 | 52 | 48 | 60 | 50 | 47 | 53 | 48 | 51 | 50 | 52 | 49 | 48 | 68 | 58 | 56 | 45 | 60 | 56 | 52 | 52 | | | |
| C49 | 56 | 58 | 60 | 47 | 60 | 64 | 46 | 49 | 52 | 61 | 61 | 41 | 47 | 40 | 60 | 52 | 66 | 58 | 60 | 54 | 51 | 59 | 48 | 49 | 56 | 56 | 60 | 49 | | | |
| C50 | 52 | 53 | 47 | 51 | 57 | 47 | 46 | 53 | 43 | 48 | 50 | 47 | 50 | 53 | 56 | 50 | 53 | 55 | 52 | 62 | 54 | 48 | 50 | 45 | 49 | 53 | 56 | 54 | | | |
| C51 | 50 | 59 | 48 | 43 | 46 | 52 | 48 | 60 | 43 | 50 | 52 | 47 | 48 | 50 | 52 | 46 | 52 | 42 | 43 | 47 | 53 | 46 | 50 | 45 | 48 | 52 | 50 | 48 | | | |
| C52 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C53 | 64 | 60 | 54 | 68 | 45 | 56 | 63 | 71 | 50 | 59 | 47 | 65 | 66 | 64 | 67 | 48 | 55 | 55 | 47 | 54 | 58 | 57 | 58 | 60 | 52 | 51 | 58 | 71 | | | |
| C54 | 58 | 110 | 68 | 70 | 73 | 68 | 83 | 70 | 68 | 82 | 75 | 71 | 72 | 67 | 71 | 50 | 80 | 75 | 56 | 67 | 69 | 59 | 62 | 65 | 59 | 63 | 60 | 67 | | | |
| C55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C56 | 57 | 54 | 69 | 69 | 56 | 65 | 78 | 60 | 61 | 52 | 58 | 56 | 57 | 59 | 62 | 66 | 78 | 62 | 72 | 59 | 57 | 67 | 76 | 60 | 66 | 62 | 53 | 74 | | | |
| C57 | 69 | 42 | 51 | 59 | 65 | 48 | 54 | 67 | 60 | 54 | 65 | 60 | 52 | 84 | 59 | 55 | 74 | 60 | 59 | 68 | 53 | 58 | 60 | 56 | 54 | 71 | 50 | 72 | | | |
| C58 | 42 | 56 | 65 | 46 | 55 | 58 | 67 | 60 | 62 | 57 | 62 | 66 | 61 | 64 | 77 | 73 | 68 | 68 | 66 | 60 | 57 | 59 | 53 | 48 | 61 | 69 | 73 | 62 | | | |
| C59 | 61 | 64 | 50 | 50 | 48 | 53 | 67 | 62 | 52 | 70 | 67 | 62 | 67 | 59 | 53 | 56 | 53 | 69 | 73 | 54 | 60 | 59 | 68 | 44 | 52 | 45 | 55 | 56 | | | |
| C60 | 63 | 60 | 61 | 60 | 42 | 50 | 76 | 74 | 58 | 67 | 58 | 56 | 62 | 54 | 61 | 65 | 45 | 54 | 58 | 59 | 54 | 65 | 62 | 68 | 56 | 60 | 55 | 52 | | | |
| C61 | 57 | 78 | 60 | 55 | 56 | 66 | 54 | 78 | 63 | 53 | 68 | 60 | 52 | 57 | 55 | 45 | 66 | 58 | 65 | 59 | 58 | 53 | 59 | 45 | 60 | 48 | 59 | 44 | | | |
| C62 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C63 | 69 | 52 | 54 | 66 | 62 | 57 | 62 | 48 | 52 | 56 | 42 | 51 | 54 | 57 | 52 | 59 | 62 | 53 | 67 | 51 | 57 | 60 | 52 | 49 | 48 | 50 | 53 | 49 | | | |
| C64 | 58 | 55 | 53 | 55 | 59 | 69 | 62 | 57 | 67 | 58 | 54 | 58 | 41 | 51 | 64 | 53 | 69 | 57 | 57 | 52 | 52 | 67 | 65 | 54 | 56 | 58 | 59 | 62 | | | |
| C65 | 71 | 72 | 70 | 58 | 53 | 54 | 71 | 66 | 74 | 63 | 75 | 68 | 52 | 69 | 63 | 48 | 62 | 60 | 63 | 54 | 70 | 68 | 62 | 63 | 62 | 57 | 64 | 68 | | | |
| C66 | 50 | 48 | 58 | 50 | 43 | 56 | 47 | 43 | 46 | 50 | 42 | 58 | 48 | 46 | 50 | 45 | 52 | 58 | 57 | 46 | 56 | 51 | 58 | 68 | 54 | 52 | 48 | 61 | | | |
| C67 | 50 | 54 | 43 | 45 | 51 | 50 | 46 | 53 | 45 | 51 | 45 | 56 | 57 | 52 | 45 | 56 | 46 | 47 | 59 | 53 | 48 | 50 | 58 | 68 | 57 | 53 | 47 | 52 | | | |
| C68 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C69 | 45 | 45 | 41 | 38 | 46 | 58 | 50 | 43 | 53 | 49 | 44 | 44 | 46 | 47 | 50 | 38 | 43 | 52 | 46 | 51 | 47 | 49 | 38 | 41 | 49 | 45 | 52 | 46 | 42 | 55 | |
| C70 | 40 | 48 | 46 | 50 | 48 | 45 | 51 | 43 | 49 | 46 | 55 | 98 | 56 | 45 | 43 | 42 | 45 | 44 | 40 | 50 | 44 | 49 | 53 | 58 | 54 | 46 | | | | | |
| C71 | 50 | 46 | 52 | 48 | 52 | 53 | 56 | 46 | 67 | 44 | 54 | 48 | 62 | 54 | 57 | 56 | 54 | 48 | 58 | 54 | 58 | 63 | 73 | 61 | 52 | 48 | | | | | |
| C72 | 48 | 51 | 54 | 57 | 50 | 60 | 58 | 63 | 54 | 60 | 68 | 58 | 55 | 52 | 48 | 53 | 55 | 65 | 63 | 57 | 62 | 68 | 54 | 58 | 52 | 63 | | | | | |
| C73 | 48 | 46 | 58 | 46 | 48 | 51 | 48 | 52 | 45 | 44 | 49 | 45 | 49 | 47 | 53 | 54 | 52 | 58 | 53 | 46 | 53 | 47 | 69 | 48 | 60 | 47 | | | | | |

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

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|
| C74 | 52 | 47 | 46 | 55 | 60 | 73 | 71 | 56 | 65 | 49 | 52 | 56 | 54 | 52 | 56 | 50 | 53 | 48 | 72 | 43 | 57 | 46 | 52 | 61 | 65 | 52 | | | | |
| C75 | 49 | 60 | 48 | 62 | 53 | 50 | 54 | 47 | 42 | 46 | 52 | 52 | 61 | 53 | 68 | 53 | 48 | 63 | 56 | 51 | 48 | 52 | 54 | 57 | 54 | 49 | | | | |
| C76 | 48 | 45 | 51 | 49 | 42 | 53 | 48 | 54 | 52 | 52 | 50 | 51 | 62 | 46 | 51 | 56 | 55 | 62 | 46 | 52 | 58 | 53 | 53 | 54 | 49 | 83 | | | | |
| C77 | 48 | 49 | 47 | 48 | 72 | 58 | 57 | 56 | 53 | 47 | 42 | 45 | 50 | 53 | 49 | 55 | 47 | 44 | 49 | 47 | 42 | 45 | 53 | 61 | 56 | 57 | | | | |
| C78 | 67 | 70 | 53 | 64 | 69 | 62 | 73 | 57 | 54 | 60 | 56 | 62 | 64 | 70 | 64 | 54 | 68 | 69 | 52 | 67 | 58 | 60 | 59 | 53 | 64 | 59 | | | | |
| C79 | 56 | 60 | 52 | 59 | 58 | 54 | 66 | 68 | 64 | 61 | 58 | 68 | 65 | 63 | 64 | 82 | 66 | 57 | 65 | 56 | 64 | 62 | 55 | 68 | 69 | 56 | | | | |
| C80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

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

Anexo 6. Velocidades de operación registradas en campo en Avenida Las Palmas en descenso

| Nº curva | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| C1 | 55 | 60 | 55 | 52 | 58 | 51 | 56 | 54 | 53 | 52 | 58 | 54 | 56 | 58 | 54 | 52 | 50 | 54 | 46 | 62 | 46 | 68 | 58 | 60 | 60 | 57 | | |
| C2 | 51 | 59 | 58 | 60 | 71 | 66 | 50 | 61 | 56 | 64 | 62 | 51 | 67 | 65 | 53 | 74 | 52 | 50 | 53 | 72 | 68 | 71 | 59 | 61 | 52 | 65 | | |
| C3 | 57 | 54 | 61 | 53 | 52 | 63 | 61 | 56 | 53 | 58 | 68 | 70 | 63 | 49 | 52 | 57 | 50 | 64 | 56 | 59 | 52 | 56 | 62 | 58 | 55 | 59 | | |
| C4 | 63 | 48 | 64 | 56 | 48 | 64 | 54 | 53 | 63 | 57 | 62 | 56 | 57 | 72 | 53 | 65 | 64 | 56 | 58 | 55 | 52 | 63 | 65 | 59 | 61 | 57 | | |
| C5 | 53 | 54 | 68 | 66 | 49 | 53 | 56 | 46 | 68 | 57 | 62 | 60 | 53 | 64 | 56 | 49 | 51 | 56 | 59 | 74 | 59 | 56 | 60 | 52 | 48 | 54 | | |
| C6 | 58 | 54 | 55 | 52 | 54 | 61 | 44 | 55 | 76 | 68 | 60 | 60 | 52 | 56 | 64 | 54 | 49 | 56 | 58 | 48 | 50 | 53 | 46 | 52 | 60 | 52 | | |
| C7 | 62 | 56 | 56 | 71 | 52 | 45 | 43 | 55 | 52 | 55 | 58 | 62 | 53 | 48 | 57 | 50 | 68 | 59 | 55 | 59 | 52 | 56 | 63 | 69 | 52 | 55 | | |
| C8 | 59 | 62 | 56 | 53 | 51 | 60 | 54 | 56 | 65 | 50 | 55 | 51 | 50 | 46 | 56 | 55 | 66 | 58 | 70 | 60 | 51 | 58 | 57 | 52 | 55 | 50 | | |
| C9 | 58 | 54 | 55 | 76 | 60 | 54 | 50 | 58 | 60 | 57 | 69 | 54 | 72 | 51 | 53 | 49 | 51 | 47 | 70 | 52 | 52 | 55 | 63 | 55 | 63 | 61 | | |
| C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C12 | 45 | 51 | 50 | 46 | 38 | 44 | 52 | 48 | 52 | 43 | 50 | 48 | 49 | 45 | 43 | 51 | 40 | 46 | 42 | 46 | 52 | 48 | 38 | 42 | 44 | 53 | | |
| C13 | 56 | 75 | 77 | 60 | 48 | 72 | 54 | 62 | 60 | 52 | 46 | 68 | 50 | 42 | 62 | 59 | 54 | 55 | 60 | 54 | 58 | 48 | 52 | 60 | 50 | 60 | | |
| C14 | 55 | 60 | 69 | 64 | 58 | 59 | 48 | 65 | 58 | 48 | 66 | 53 | 56 | 59 | 72 | 52 | 61 | 62 | 67 | 62 | 56 | 59 | 65 | 61 | 59 | 65 | | |
| C15 | 53 | 52 | 67 | 77 | 53 | 66 | 67 | 63 | 53 | 58 | 59 | 63 | 72 | 68 | 56 | 55 | 63 | 50 | 49 | 62 | 72 | 65 | 53 | 55 | 59 | 46 | | |
| C16 | 50 | 48 | 54 | 65 | 57 | 55 | 58 | 66 | 62 | 52 | 50 | 51 | 54 | 58 | 59 | 53 | 56 | 40 | 51 | 60 | 59 | 60 | 49 | 54 | 48 | 52 | | |
| C17 | 43 | 54 | 42 | 55 | 52 | 49 | 46 | 54 | 48 | 44 | 54 | 49 | 50 | 49 | 53 | 52 | 57 | 52 | 59 | 49 | 50 | 53 | 59 | 49 | 58 | 47 | | |
| C18 | 47 | 45 | 52 | 49 | 51 | 48 | 57 | 50 | 52 | 54 | 47 | 51 | 62 | 56 | 54 | 50 | 49 | 48 | 42 | 52 | 61 | 57 | 48 | 47 | 52 | 46 | | |
| C19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C20 | 48 | 38 | 51 | 43 | 43 | 39 | 40 | 48 | 54 | 52 | 47 | 52 | 43 | 46 | 48 | 45 | 47 | 48 | 42 | 49 | 44 | 44 | 46 | 47 | 45 | 50 | | |
| C21 | 60 | 46 | 52 | 55 | 45 | 56 | 50 | 54 | 58 | 63 | 50 | 62 | 49 | 54 | 50 | 64 | 64 | 60 | 58 | 68 | 46 | 36 | 53 | 58 | 62 | 46 | | |
| C22 | 57 | 62 | 54 | 67 | 60 | 71 | 67 | $\frac{11}{2}$ | 53 | 68 | 75 | 61 | 63 | 57 | 52 | 51 | 60 | 72 | 67 | 58 | 60 | 74 | 60 | 56 | 57 | 69 | | |
| C23 | 72 | 58 | 61 | 59 | 74 | 64 | 73 | 75 | 53 | 69 | 75 | 60 | 66 | 63 | 54 | 58 | 56 | 66 | 58 | 52 | 63 | 68 | 83 | 54 | 50 | 76 | | |
| C24 | 65 | 67 | 60 | 70 | 65 | 66 | 74 | 58 | 55 | 69 | 70 | 66 | 78 | 65 | 74 | 66 | 65 | 57 | 62 | 63 | 51 | 65 | 66 | 85 | 74 | 70 | | |
| C25 | 52 | 63 | 68 | 56 | 53 | 64 | 61 | 68 | 50 | 52 | 67 | 54 | 56 | 60 | 59 | 64 | 68 | 60 | 59 | 59 | 87 | 76 | 74 | 52 | 60 | 55 | | |
| C26 | 58 | 65 | 61 | 55 | 59 | 50 | 48 | 73 | 70 | 58 | 53 | 61 | 70 | 56 | 61 | 57 | 73 | 60 | 71 | 53 | 51 | 66 | 58 | 60 | 66 | 78 | | |
| C27 | 71 | 64 | 60 | 69 | 72 | 65 | 56 | 66 | 54 | 65 | 83 | 54 | 61 | 80 | 78 | 67 | 54 | 59 | 65 | 56 | 62 | 65 | 63 | 49 | 55 | 67 | | |
| C28 | 60 | 48 | 48 | 58 | 73 | 60 | 58 | 57 | 61 | 56 | 61 | 48 | 51 | 57 | 72 | 63 | 60 | 56 | 55 | 66 | 60 | 53 | 58 | 56 | 53 | 59 | | |
| C29 | 53 | 43 | 51 | 50 | 56 | 48 | 56 | 61 | 52 | 48 | 66 | 58 | 50 | 56 | 51 | 56 | 55 | 45 | 47 | 64 | 59 | 45 | 52 | 56 | 46 | 52 | | |
| C30 | 51 | 55 | 57 | 59 | 46 | 54 | 52 | 65 | 63 | 62 | 47 | 55 | 56 | 59 | 55 | 56 | 58 | 66 | 55 | 57 | 52 | 58 | 58 | 57 | 52 | 48 | | |
| C31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C32 | 51 | 65 | 54 | 53 | 48 | 43 | 60 | 56 | 47 | 58 | 53 | 56 | 60 | 48 | 56 | 49 | 50 | 58 | 54 | 44 | 48 | 54 | 55 | 55 | 58 | 83 | | |
| C33 | 58 | 64 | 54 | 68 | 86 | 60 | 58 | 66 | 91 | 55 | 74 | 82 | 63 | 72 | 61 | 76 | 60 | 58 | 66 | 80 | 62 | 54 | 51 | 52 | 65 | 60 | | |
| C34 | 60 | 54 | 62 | 76 | 62 | 62 | 65 | 65 | 86 | 71 | 66 | 76 | 60 | 64 | 60 | 60 | 60 | 64 | 60 | 78 | 63 | 62 | 48 | 64 | 80 | 66 | | |
| C35 | 61 | 66 | 57 | 52 | 59 | 53 | 50 | 71 | 76 | 58 | 56 | 56 | 55 | 60 | 65 | 59 | 55 | 58 | 56 | 61 | 63 | 66 | 71 | 83 | 58 | 64 | | |
| C36 | 62 | 69 | 52 | 55 | 75 | 53 | 50 | 73 | 71 | 62 | 67 | 49 | 52 | 81 | 69 | 58 | 46 | 59 | 77 | 60 | 53 | 62 | 51 | 73 | 53 | 57 | | |
| C37 | 45 | 64 | 60 | 52 | 51 | 58 | 63 | 45 | 52 | 55 | 57 | 61 | 57 | 43 | 63 | 60 | 55 | 59 | 55 | 64 | 45 | 56 | 58 | 63 | 54 | 50 | | |

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

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| C38 | 56 | 58 | 52 | 60 | 68 | 56 | 54 | 59 | 58 | 54 | 56 | 58 | 46 | 69 | 75 | 62 | 67 | 56 | 52 | 55 | 61 | 54 | 59 | 62 | 58 | 65 | | | |
| C39 | 65 | 65 | 50 | 56 | 74 | 60 | 54 | 70 | 58 | 54 | 74 | 73 | 64 | 59 | 58 | 59 | 54 | 58 | 52 | 79 | 73 | 50 | 74 | 75 | 61 | 58 | | | |
| C40 | 68 | 64 | 73 | 62 | 63 | 79 | 68 | 68 | 60 | 61 | 58 | 62 | 65 | 60 | 50 | 64 | 55 | 78 | 52 | 60 | 65 | 67 | 73 | 64 | 62 | 66 | | | |
| C41 | 95 | 87 | 64 | 80 | 63 | 60 | 49 | 69 | 62 | 80 | 75 | 68 | 56 | 76 | 73 | 62 | 60 | 77 | 56 | 79 | 76 | 70 | 62 | 65 | 60 | 61 | | | |
| C42 | 72 | 62 | 98 | 88 | 76 | 79 | 70 | 63 | 50 | 64 | 66 | 69 | 82 | 66 | 71 | 75 | 61 | 68 | 66 | 69 | 68 | 64 | 54 | 71 | 78 | 68 | | | |
| C43 | 60 | 64 | 58 | 83 | 66 | 72 | 85 | 70 | 67 | 75 | 61 | 73 | 51 | 73 | 72 | 68 | 70 | 69 | 80 | 78 | 71 | 66 | 51 | 83 | 75 | 64 | | | |
| C44 | 61 | 66 | 60 | 59 | 45 | 58 | 62 | 58 | 56 | 61 | 59 | 73 | 63 | 53 | 56 | 55 | 60 | 63 | 56 | 62 | 55 | 62 | 60 | 59 | 62 | 56 | | | |
| C45 | 79 | 64 | 70 | 52 | 52 | 55 | 54 | 67 | 72 | 59 | 56 | 63 | 65 | 67 | 63 | 69 | 68 | 45 | 55 | 51 | 50 | 59 | 50 | 61 | 45 | 58 | | | |
| C46 | 50 | 52 | 47 | 54 | 50 | 52 | 64 | 60 | 74 | 83 | 62 | 52 | 59 | 68 | 72 | 61 | 62 | 63 | 57 | 53 | 62 | 67 | 66 | 69 | 50 | 58 | | | |
| C47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C48 | 51 | 52 | 42 | 54 | 60 | 52 | 50 | 64 | 62 | 60 | 57 | 49 | 66 | 50 | 57 | 60 | 53 | 48 | 52 | 59 | 52 | 58 | 50 | 65 | 53 | 56 | | | |
| C49 | 45 | 56 | 57 | 51 | 57 | 60 | 53 | 43 | 52 | 50 | 56 | 54 | 60 | 62 | 56 | 53 | 58 | 53 | 54 | 50 | 60 | 48 | 43 | 51 | 46 | 49 | 53 | | |
| C50 | 52 | 48 | 50 | 41 | 57 | 50 | 54 | 47 | 50 | 52 | 54 | 49 | 52 | 55 | 48 | 46 | 51 | 53 | 55 | 48 | 58 | 57 | 61 | 60 | 54 | 48 | | | |
| C51 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C52 | 42 | 52 | 35 | 48 | 54 | 45 | 42 | 51 | 42 | 48 | 46 | 48 | 61 | 52 | 44 | 49 | 46 | 44 | 56 | 44 | 48 | 41 | 47 | 53 | 46 | 43 | | | |
| C53 | 77 | 52 | 65 | 50 | 76 | 66 | 78 | 56 | 42 | 61 | 60 | 70 | 72 | 53 | 64 | 80 | 60 | 72 | 56 | 52 | 50 | 52 | 56 | 48 | 70 | 56 | | | |
| C54 | 62 | 77 | 74 | 56 | 64 | 62 | 67 | 67 | 71 | 82 | 58 | 51 | 75 | 76 | 55 | 78 | 56 | 63 | 60 | 75 | 97 | 67 | 81 | 77 | 68 | 72 | | | |
| C55 | 88 | 76 | 59 | 74 | 87 | 65 | 54 | 86 | 67 | 86 | 95 | 62 | 68 | 56 | 73 | 52 | 84 | 76 | 73 | 65 | 69 | 46 | 78 | 63 | 84 | 91 | | | |
| C56 | 52 | 79 | 61 | 60 | 56 | 53 | 54 | 57 | 63 | 66 | 54 | 58 | 70 | 65 | 70 | 51 | 52 | 62 | 55 | 58 | 62 | 55 | 76 | 48 | 68 | 66 | | | |
| C57 | 57 | 63 | 73 | 65 | 66 | 65 | 52 | 57 | 58 | 67 | 56 | 58 | 53 | 55 | 60 | 58 | 60 | 66 | 57 | 61 | 53 | 55 | 58 | 66 | 69 | 58 | 69 | 60 | |
| C58 | 62 | 64 | 56 | 55 | 58 | 61 | 59 | 70 | 56 | 54 | 60 | 55 | 63 | 65 | 57 | 60 | 49 | 71 | 52 | 65 | 56 | 64 | 58 | 61 | 62 | 47 | | | |
| C59 | 50 | 48 | 46 | 56 | 68 | 60 | 54 | 66 | 51 | 56 | 61 | 58 | 61 | 47 | 68 | 65 | 47 | 56 | 53 | 56 | 48 | 53 | 62 | 56 | 53 | 58 | | | |
| C60 | 48 | 54 | 60 | 53 | 57 | 62 | 53 | 48 | 52 | 60 | 56 | 54 | 66 | 58 | 56 | 53 | 64 | 53 | 58 | 50 | 63 | 48 | 49 | 51 | 46 | 49 | | | |
| C61 | 49 | 50 | 55 | 53 | 63 | 61 | 53 | 57 | 52 | 58 | 59 | 56 | 64 | 53 | 62 | 58 | 54 | 55 | 59 | 53 | 56 | 62 | 56 | 54 | 50 | 56 | | | |
| C62 | 46 | 58 | 50 | 53 | 60 | 50 | 48 | 51 | 60 | 63 | 68 | 55 | 40 | 52 | 63 | 56 | 63 | 48 | 54 | 62 | 56 | 55 | 62 | 67 | 55 | 58 | | | |
| C63 | 60 | 70 | 64 | 65 | 59 | 62 | 48 | 87 | 54 | 50 | 55 | 69 | 57 | 64 | 60 | 72 | 51 | 52 | 60 | 65 | 72 | 78 | 69 | 62 | 71 | 66 | | | |
| C64 | 85 | 81 | 64 | 74 | 58 | 63 | 52 | 57 | 87 | 79 | 88 | 65 | 73 | 74 | 70 | 72 | 68 | 65 | 68 | 63 | 82 | 89 | 82 | 73 | 61 | 80 | | | |
| C65 | 61 | 56 | 43 | 51 | 54 | 59 | 55 | 53 | 60 | 54 | 48 | 52 | 52 | 56 | 50 | 54 | 58 | 62 | 57 | 55 | 60 | 63 | 57 | 49 | 47 | 46 | | | |
| C66 | 46 | 51 | 48 | 52 | 54 | 50 | 65 | 48 | 50 | 54 | 46 | 58 | 53 | 58 | 50 | 43 | 50 | 48 | 52 | 62 | 53 | 55 | 48 | 50 | 52 | 56 | | | |
| C67 | 59 | 72 | 73 | 50 | 52 | 48 | 55 | 72 | 52 | 55 | 56 | 58 | 62 | 58 | 54 | 60 | 55 | 78 | 48 | 52 | 60 | 59 | 62 | 56 | 64 | 58 | | | |
| C68 | 49 | 62 | 71 | 70 | 50 | 56 | 58 | 43 | 48 | 54 | 58 | 53 | 60 | 57 | 62 | 54 | 50 | 68 | 72 | 58 | 60 | 55 | 59 | 53 | 60 | 62 | | | |
| C69 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C70 | 63 | 59 | 58 | 64 | 58 | 61 | 58 | 66 | 58 | 73 | 68 | 62 | 65 | 60 | 55 | 65 | 49 | 63 | 54 | 65 | 69 | 85 | 63 | 56 | 55 | 62 | | | |
| C71 | 48 | 52 | 60 | 45 | 58 | 59 | 49 | 46 | 58 | 60 | 64 | 62 | 59 | 60 | 47 | 52 | 61 | 57 | 59 | 65 | 55 | 52 | 53 | 53 | 38 | 48 | | | |
| C72 | 48 | 39 | 37 | 41 | 44 | 42 | 40 | 44 | 38 | 36 | 45 | 41 | 43 | 39 | 43 | 42 | 41 | 44 | 39 | 38 | 41 | 38 | 42 | 36 | 45 | 39 | | | |
| C73 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C74 | 50 | 42 | 47 | 48 | 46 | 53 | 48 | 43 | 48 | 38 | 46 | 50 | 52 | 48 | 46 | 53 | 49 | 40 | 45 | 47 | 44 | 53 | 52 | 43 | 48 | 38 | | | |
| C75 | 60 | 48 | 56 | 44 | 46 | 49 | 60 | 52 | 42 | 50 | 54 | 52 | 50 | 55 | 59 | 56 | 42 | 49 | 52 | 55 | 46 | 57 | 46 | 48 | 49 | 56 | | | |
| C76 | 56 | 59 | 51 | 56 | 55 | 53 | 68 | 64 | 58 | 53 | 61 | 47 | 51 | 54 | 58 | 50 | 46 | 50 | 54 | 52 | 49 | 46 | 50 | 52 | 53 | 58 | | | |
| C77 | 50 | 63 | 62 | 52 | 42 | 65 | 53 | 50 | 54 | 68 | 53 | 52 | 50 | 60 | 54 | 56 | 68 | 54 | 42 | 61 | 53 | 60 | 58 | 53 | 80 | 56 | | | |
| C78 | 50 | 50 | 45 | 48 | 46 | 56 | 60 | 65 | 63 | 82 | 70 | 60 | 49 | 46 | 56 | 46 | 42 | 38 | 46 | 44 | 45 | 52 | 45 | 56 | 48 | 60 | | | |

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

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|
| C79 | 47 | 44 | 61 | 68 | 70 | 53 | 43 | 59 | 46 | 55 | 52 | 62 | 50 | 58 | 45 | 52 | 50 | 48 | 58 | 42 | 56 | 48 | 55 | 50 | 54 | 60 | | | | |
| C80 | 52 | 55 | 67 | 56 | 46 | 44 | 39 | 64 | 73 | 43 | 70 | 52 | 36 | 54 | 65 | 62 | 60 | 56 | 54 | 67 | 63 | 66 | 65 | 40 | | | | | | |
| C81 | 80 | 63 | 65 | 54 | 68 | 56 | 65 | 70 | 73 | 66 | 57 | 73 | 55 | 58 | 55 | 68 | 65 | 63 | 52 | 68 | 60 | 70 | 82 | 60 | 85 | 63 | | | | |
| C82 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

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

Anexo 7. Datos para correlación modelo de predicción de velocidad en ascenso

| Nº curva | Vd 85% (km/h) | Radio (m) | Longitud de curva (m) | Tangente anterior (m) | 1/R | R/L | L/R | CCR |
|----------|---------------|-----------|-----------------------|-----------------------|------|------|------|---------|
| C1 | 59,95 | 56,26 | 91,44 | | 0,02 | 0,62 | 1,63 | 1018,49 |
| C2 | 61,95 | 639,71 | 93,40 | 32,08 | 0,00 | 6,85 | 0,15 | 66,67 |
| C3 | 64,95 | 67,11 | 136,56 | 1,79 | 0,01 | 0,49 | 2,03 | 842,79 |
| C4 | 66,00 | 58,94 | 87,64 | 2,52 | 0,02 | 0,67 | 1,49 | 945,00 |
| C5 | 64,95 | 115,13 | 110,08 | 211,69 | 0,01 | 1,05 | 0,96 | 170,27 |
| C6 | 76,75 | 144,46 | 83,82 | 251,67 | 0,01 | 1,72 | 0,58 | 99,10 |
| C7 | 60,80 | 43,78 | 25,04 | 52,58 | 0,02 | 1,75 | 0,57 | 422,16 |
| C8 | 64,95 | 78,41 | 41,50 | 163,41 | 0,01 | 1,89 | 0,53 | 148,00 |
| C9 | 65,80 | 66,97 | 58,03 | 2,00 | 0,01 | 1,15 | 0,87 | 827,06 |
| C10 | 67,90 | 74,91 | 34,49 | 27,86 | 0,01 | 2,17 | 0,46 | 423,12 |
| C12 | 55,85 | 40,03 | 50,91 | 155,11 | 0,02 | 0,79 | 1,27 | 353,75 |
| C13 | 54,80 | 50,90 | 94,61 | 27,66 | 0,02 | 0,54 | 1,86 | 871,11 |
| C14 | 59,80 | 136,11 | 39,37 | 54,63 | 0,01 | 3,46 | 0,29 | 176,32 |
| C15 | 67,80 | 641,04 | 88,02 | 18,80 | 0,00 | 7,28 | 0,14 | 73,65 |
| C16 | 71,65 | 123,16 | 54,48 | 11,88 | 0,01 | 2,26 | 0,44 | 381,95 |
| C17 | 60,95 | 47,64 | 92,47 | 142,59 | 0,02 | 0,52 | 1,94 | 473,18 |
| C18 | 58,95 | 1195,96 | 186,60 | 80,44 | 0,00 | 6,41 | 0,16 | 33,48 |
| C19 | 66,00 | 61,07 | 93,19 | 58,17 | 0,02 | 0,66 | 1,53 | 577,67 |
| C20 | 55,90 | 48,80 | 93,05 | 20,53 | 0,02 | 0,52 | 1,91 | 961,96 |
| C21 | 63,00 | 51,68 | 43,85 | 25,38 | 0,02 | 1,18 | 0,85 | 702,21 |
| C22 | 65,00 | 104,44 | 61,69 | 61,27 | 0,01 | 1,69 | 0,59 | 275,27 |
| C23 | 68,80 | 75,89 | 44,02 | 46,04 | 0,01 | 1,72 | 0,58 | 369,08 |
| C24 | 72,80 | 116,48 | 35,50 | 188,35 | 0,01 | 3,28 | 0,30 | 78,00 |
| C25 | 59,60 | 83,64 | 67,18 | 35,40 | 0,01 | 1,24 | 0,80 | 448,67 |
| C26 | 61,00 | 123,25 | 96,95 | 39,45 | 0,01 | 1,27 | 0,79 | 330,43 |
| C28 | 63,85 | 127,72 | 46,50 | 128,81 | 0,01 | 2,75 | 0,36 | 119,00 |
| C29 | 62,95 | 90,00 | 154,30 | 52,32 | 0,01 | 0,58 | 1,71 | 475,45 |
| C30 | 53,30 | 36,89 | 91,19 | 67,97 | 0,03 | 0,40 | 2,47 | 889,97 |
| C32 | 56,00 | 157,57 | 94,89 | 24,93 | 0,01 | 1,66 | 0,60 | 287,98 |
| C33 | 70,85 | 179,18 | 83,42 | 4,79 | 0,01 | 2,15 | 0,47 | 302,43 |
| C34 | 67,00 | 21,05 | 8,34 | 78,99 | 0,05 | 2,52 | 0,40 | 260,02 |
| C35 | 60,30 | 48,00 | 42,49 | 9,97 | 0,02 | 1,13 | 0,89 | 966,84 |
| C36 | 56,30 | 63,79 | 54,79 | 40,00 | 0,02 | 1,16 | 0,86 | 519,21 |
| C37 | 54,00 | 46,55 | 82,60 | 9,91 | 0,02 | 0,56 | 1,77 | 1099,12 |
| C38 | 54,65 | 36,09 | 19,22 | 10,99 | 0,03 | 1,88 | 0,53 | 1010,12 |

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

| | | | | | | | | |
|-----|-------|---------|--------|--------|------|------|------|---------|
| C39 | 63,35 | 29,80 | 16,86 | 99,13 | 0,03 | 1,77 | 0,57 | 279,42 |
| C40 | 64,00 | 78,80 | 88,43 | 7,76 | 0,01 | 0,89 | 1,12 | 668,49 |
| C41 | 65,00 | 295,33 | 103,10 | 36,34 | 0,00 | 2,86 | 0,35 | 143,46 |
| C42 | 75,55 | 237,72 | 83,88 | 143,14 | 0,00 | 2,83 | 0,35 | 89,06 |
| C43 | 72,00 | 184,50 | 63,81 | 243,61 | 0,01 | 2,89 | 0,35 | 64,46 |
| C44 | 67,95 | 103,51 | 102,39 | 74,15 | 0,01 | 1,01 | 0,99 | 321,05 |
| C46 | 54,65 | 197,10 | 74,70 | 80,90 | 0,01 | 2,64 | 0,38 | 139,56 |
| C47 | 58,70 | 61,23 | 55,19 | 145,96 | 0,02 | 1,11 | 0,90 | 256,80 |
| C48 | 59,30 | 63,05 | 60,65 | 55,36 | 0,02 | 1,04 | 0,96 | 475,10 |
| C49 | 60,65 | 87,77 | 67,90 | 54,88 | 0,01 | 1,29 | 0,77 | 361,05 |
| C50 | 55,65 | 52,51 | 98,25 | 84,14 | 0,02 | 0,53 | 1,87 | 587,85 |
| C51 | 52,00 | 42,52 | 48,94 | 212,08 | 0,02 | 0,87 | 1,15 | 252,65 |
| C53 | 66,65 | 150,99 | 86,74 | 5,76 | 0,01 | 1,74 | 0,57 | 355,86 |
| C54 | 78,25 | 1612,00 | 171,74 | 120,12 | 0,00 | 9,39 | 0,11 | 20,92 |
| C56 | 73,30 | 114,31 | 130,73 | 87,37 | 0,01 | 0,87 | 1,14 | 300,45 |
| C57 | 70,30 | 143,58 | 57,89 | 34,40 | 0,01 | 2,48 | 0,40 | 250,32 |
| C58 | 68,65 | 104,06 | 67,89 | 64,57 | 0,01 | 1,53 | 0,65 | 282,23 |
| C59 | 67,65 | 148,03 | 91,83 | 90,33 | 0,01 | 1,61 | 0,62 | 195,14 |
| C60 | 66,30 | 89,42 | 77,87 | 69,98 | 0,01 | 1,15 | 0,87 | 337,48 |
| C61 | 66,00 | 54,07 | 41,31 | 35,64 | 0,02 | 1,31 | 0,76 | 568,96 |
| C63 | 62,00 | 82,42 | 58,06 | 61,82 | 0,01 | 1,42 | 0,70 | 336,70 |
| C64 | 66,30 | 56,83 | 27,68 | 83,27 | 0,02 | 2,05 | 0,49 | 251,51 |
| C65 | 71,00 | 137,93 | 64,65 | 108,67 | 0,01 | 2,13 | 0,47 | 154,96 |
| C66 | 58,00 | 58,11 | 92,72 | 92,16 | 0,02 | 0,63 | 1,60 | 494,55 |
| C67 | 57,00 | 73,32 | 149,93 | 48,16 | 0,01 | 0,49 | 2,04 | 591,52 |
| C69 | 52,00 | 31,66 | 27,70 | 100,58 | 0,03 | 1,14 | 0,87 | 390,75 |
| C70 | 54,95 | 40,47 | 65,68 | 22,64 | 0,02 | 0,62 | 1,62 | 1052,83 |
| C71 | 61,95 | 106,55 | 25,47 | 121,73 | 0,01 | 4,18 | 0,24 | 93,05 |
| C72 | 63,00 | 85,92 | 196,32 | 185,09 | 0,01 | 0,44 | 2,28 | 343,26 |
| C73 | 57,80 | 41,95 | 120,07 | 130,17 | 0,02 | 0,35 | 2,86 | 655,42 |
| C74 | 65,00 | 84,61 | 59,72 | 155,17 | 0,01 | 1,42 | 0,71 | 188,20 |
| C75 | 60,95 | 63,89 | 86,25 | 146,34 | 0,02 | 0,74 | 1,35 | 332,59 |
| C76 | 57,90 | 54,81 | 132,95 | 21,47 | 0,02 | 0,41 | 2,43 | 900,11 |
| C77 | 57,00 | 68,32 | 72,86 | 312,67 | 0,01 | 0,94 | 1,07 | 158,49 |
| C78 | 69,00 | 411,49 | 199,30 | 136,96 | 0,00 | 2,06 | 0,48 | 82,53 |
| C79 | 68,00 | 351,22 | 107,79 | 73,68 | 0,00 | 3,26 | 0,31 | 96,91 |

Fuente: Elaboración propia

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

Anexo 8. Datos para correlación modelo de predicción de velocidad en descenso

| Nº curva | Vd 85% | Radio (m) | Longitud de curva (m) | Tangente anterior (m) | 1/R | R/L | L/R | CCR |
|----------|--------|-----------|-----------------------|-----------------------|------|------|------|--------|
| C1 | 60,0 | 43,7 | 69,4 | 84,4 | 0,02 | 0,63 | 1,59 | 592,12 |
| C2 | 70,9 | 157,0 | 27,0 | 29,2 | 0,01 | 5,81 | 0,17 | 175,49 |
| C3 | 63,0 | 72,2 | 137,1 | 2,8 | 0,01 | 0,53 | 1,90 | 777,65 |
| C4 | 64,0 | 72,2 | 115,7 | 196,1 | 0,01 | 0,62 | 1,60 | 294,48 |
| C5 | 65,9 | 148,3 | 143,1 | 229,3 | 0,01 | 1,04 | 0,97 | 148,50 |
| C6 | 61,0 | 140,8 | 75,1 | 110,5 | 0,01 | 1,87 | 0,53 | 164,76 |
| C7 | 63,0 | 148,3 | 151,5 | 60,0 | 0,01 | 0,98 | 1,02 | 276,84 |
| C8 | 61,9 | 57,9 | 47,5 | 26,7 | 0,02 | 1,22 | 0,82 | 633,93 |
| C9 | 68,7 | 127,0 | 63,0 | 43,9 | 0,01 | 2,02 | 0,50 | 266,00 |
| C12 | 52,0 | 38,5 | 66,3 | 41,5 | 0,03 | 0,58 | 1,72 | 914,96 |
| C13 | 67,7 | 143,1 | 53,8 | 44,3 | 0,01 | 2,66 | 0,38 | 219,73 |
| C14 | 66,0 | 222,1 | 29,7 | 57,4 | 0,00 | 7,47 | 0,13 | 88,05 |
| C15 | 68,0 | 68,8 | 31,9 | 169,5 | 0,01 | 2,16 | 0,46 | 131,87 |
| C16 | 60,0 | 45,6 | 88,7 | 137,3 | 0,02 | 0,51 | 1,94 | 492,87 |
| C17 | 56,9 | 58,0 | 46,5 | 28,0 | 0,02 | 1,25 | 0,80 | 617,08 |
| C18 | 57,0 | 39,1 | 57,1 | 96,4 | 0,03 | 0,68 | 1,46 | 545,93 |
| C20 | 51,0 | 40,6 | 70,1 | 50,0 | 0,02 | 0,58 | 1,73 | 823,22 |
| C21 | 63,0 | 43,0 | 35,4 | 43,9 | 0,02 | 1,21 | 0,82 | 595,29 |
| C22 | 72,0 | 126,1 | 73,8 | 46,5 | 0,01 | 1,71 | 0,58 | 278,75 |
| C23 | 75,0 | 93,2 | 50,7 | 165,2 | 0,01 | 1,84 | 0,54 | 144,51 |
| C24 | 74,0 | 226,1 | 83,8 | 9,1 | 0,00 | 2,70 | 0,37 | 228,44 |
| C25 | 68,0 | 68,4 | 55,9 | 76,6 | 0,01 | 1,22 | 0,82 | 353,41 |
| C26 | 71,0 | 70,0 | 49,5 | 25,1 | 0,01 | 1,41 | 0,71 | 542,80 |
| C27 | 72,0 | 132,7 | 68,4 | 57,4 | 0,01 | 1,94 | 0,52 | 234,78 |
| C28 | 62,9 | 73,0 | 59,7 | 52,0 | 0,01 | 1,22 | 0,82 | 419,80 |
| C29 | 59,0 | 87,6 | 60,0 | 20,2 | 0,01 | 1,46 | 0,68 | 488,96 |
| C30 | 61,9 | 91,7 | 177,4 | 61,7 | 0,01 | 0,52 | 1,93 | 463,54 |
| C32 | 59,9 | 73,7 | 97,7 | 29,9 | 0,01 | 0,75 | 1,33 | 595,15 |
| C33 | 79,8 | 113,0 | 65,5 | 13,8 | 0,01 | 1,73 | 0,58 | 418,85 |
| C34 | 76,0 | 182,3 | 92,9 | 59,5 | 0,01 | 1,96 | 0,51 | 191,54 |
| C35 | 70,8 | 110,1 | 23,9 | 7,4 | 0,01 | 4,60 | 0,22 | 397,06 |
| C36 | 73,0 | 82,5 | 49,0 | 24,1 | 0,01 | 1,68 | 0,59 | 465,36 |
| C37 | 63,0 | 64,6 | 36,7 | 33,3 | 0,02 | 1,76 | 0,57 | 465,46 |
| C38 | 66,9 | 75,9 | 63,6 | 124,3 | 0,01 | 1,19 | 0,84 | 255,40 |
| C39 | 74,0 | 47,1 | 21,8 | 13,1 | 0,02 | 2,16 | 0,46 | 760,13 |

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

| | | | | | | | | |
|-----|------|-------|-------|-------|------|-------|------|--------|
| C40 | 72,8 | 88,0 | 87,4 | 52,9 | 0,01 | 1,01 | 0,99 | 405,69 |
| C41 | 80,0 | 247,8 | 78,3 | 164,9 | 0,00 | 3,17 | 0,32 | 74,43 |
| C42 | 79,0 | 124,1 | 44,1 | 255,5 | 0,01 | 2,82 | 0,36 | 67,94 |
| C43 | 79,9 | 253,5 | 87,7 | 60,6 | 0,00 | 2,89 | 0,35 | 133,68 |
| C44 | 63,0 | 97,0 | 98,0 | 27,1 | 0,01 | 0,99 | 1,01 | 463,04 |
| C45 | 69,0 | 71,1 | 33,7 | 116,2 | 0,01 | 2,11 | 0,47 | 181,13 |
| C46 | 69,0 | 107,2 | 41,7 | 158,7 | 0,01 | 2,57 | 0,39 | 111,34 |
| C48 | 61,9 | 66,9 | 65,1 | 61,5 | 0,01 | 1,03 | 0,97 | 440,04 |
| C49 | 59,6 | 54,2 | 39,8 | 115,7 | 0,02 | 1,36 | 0,73 | 270,60 |
| C50 | 57,0 | 48,3 | 86,1 | 232,2 | 0,02 | 0,56 | 1,78 | 321,19 |
| C52 | 53,0 | 41,6 | 58,5 | 83,7 | 0,02 | 0,71 | 1,41 | 567,19 |
| C53 | 75,8 | 170,5 | 84,3 | 180,9 | 0,01 | 2,02 | 0,49 | 106,86 |
| C54 | 78,0 | 858,5 | 82,1 | 11,5 | 0,00 | 10,46 | 0,10 | 58,53 |
| C55 | 87,0 | 884,3 | 92,2 | 5,1 | 0,00 | 9,60 | 0,10 | 61,38 |
| C56 | 69,9 | 88,1 | 69,5 | 244,8 | 0,01 | 1,27 | 0,79 | 143,94 |
| C57 | 66,7 | 67,5 | 44,9 | 112,7 | 0,01 | 1,50 | 0,67 | 241,82 |
| C58 | 65,0 | 141,8 | 84,2 | 77,4 | 0,01 | 1,69 | 0,59 | 210,52 |
| C59 | 64,9 | 85,1 | 79,2 | 13,2 | 0,01 | 1,07 | 0,93 | 577,23 |
| C60 | 61,9 | 87,5 | 81,1 | 21,1 | 0,01 | 1,08 | 0,93 | 519,49 |
| C61 | 62,0 | 79,8 | 105,7 | 23,6 | 0,01 | 0,76 | 1,32 | 586,99 |
| C62 | 63,0 | 78,0 | 63,5 | 79,3 | 0,01 | 1,23 | 0,81 | 326,67 |
| C63 | 72,0 | 101,0 | 50,3 | 115,5 | 0,01 | 2,01 | 0,50 | 172,18 |
| C64 | 84,9 | 52,2 | 23,7 | 114,7 | 0,02 | 2,20 | 0,45 | 188,29 |
| C65 | 60,0 | 62,2 | 101,3 | 42,7 | 0,02 | 0,61 | 1,63 | 648,04 |
| C66 | 57,9 | 71,7 | 142,1 | 33,6 | 0,01 | 0,50 | 1,98 | 646,60 |
| C67 | 71,6 | 123,8 | 52,4 | 112,4 | 0,01 | 2,36 | 0,42 | 147,15 |
| C68 | 67,7 | 102,2 | 45,2 | 21,1 | 0,01 | 2,26 | 0,44 | 381,79 |
| C70 | 67,9 | 23,8 | 6,9 | 209,9 | 0,04 | 3,45 | 0,29 | 76,57 |
| C71 | 61,0 | 89,4 | 200,1 | 135,0 | 0,01 | 0,45 | 2,24 | 382,81 |
| C72 | 44,0 | 33,2 | 94,1 | 139,6 | 0,03 | 0,35 | 2,84 | 695,97 |
| C74 | 52,0 | 56,6 | 66,7 | 33,9 | 0,02 | 0,85 | 1,18 | 670,88 |
| C75 | 57,0 | 62,5 | 143,9 | 317,6 | 0,02 | 0,43 | 2,30 | 285,76 |
| C76 | 59,0 | 57,1 | 61,2 | 71,0 | 0,02 | 0,93 | 1,07 | 465,21 |
| C77 | 64,9 | 162,6 | 48,3 | 3,5 | 0,01 | 3,36 | 0,30 | 328,59 |
| C78 | 62,9 | 57,1 | 41,3 | 14,2 | 0,02 | 1,38 | 0,72 | 746,32 |
| C79 | 61,0 | 94,6 | 22,7 | 25,4 | 0,01 | 4,17 | 0,24 | 285,65 |
| C80 | 67,0 | 262,9 | 76,3 | 101,0 | 0,00 | 3,44 | 0,29 | 93,81 |
| C81 | 73,0 | 347,4 | 105,1 | 100,8 | 0,00 | 3,31 | 0,30 | 84,19 |

Fuente: Elaboración propia

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

Anexo 9. Evaluación consistencia Avenida Las Palmas en ascenso

| Nº curva | PI | PC | PT | Velocidad de tránsito segura (km/h) | Vd 85% (km/h) | Evaluación consistencia | Resultado |
|----------|----------|----------|----------|-------------------------------------|---------------|-------------------------|-----------|
| C1 | km 4+309 | km 4+250 | km 4+341 | 46,00 | 59,95 | 13,95 | ACEPTABLE |
| C2 | km 4+420 | km 4+373 | km 4+467 | 113,18 | 61,95 | 51,23 | MALA |
| C3 | km 4+577 | km 4+469 | km 4+605 | 49,49 | 64,95 | 15,46 | ACEPTABLE |
| C4 | km 4+662 | km 4+608 | km 4+695 | 47,26 | 66,00 | 18,74 | ACEPTABLE |
| C5 | km 4+967 | km 4+907 | km 5+017 | 61,51 | 64,95 | 3,44 | BUENA |
| C6 | km 5+312 | km 5+269 | km 5+353 | 66,56 | 76,75 | 10,19 | ACEPTABLE |
| C7 | km 5+418 | km 5+405 | km 5+430 | 40,85 | 60,80 | 19,95 | ACEPTABLE |
| C8 | km 5+615 | km 5+594 | km 5+635 | 52,33 | 64,95 | 12,62 | ACEPTABLE |
| C9 | km 5+668 | km 5+637 | km 5+695 | 49,41 | 65,80 | 16,39 | ACEPTABLE |
| C10 | km 5+741 | km 5+723 | km 5+758 | 52,51 | 67,90 | 15,39 | ACEPTABLE |
| C11 | km 5+946 | km 5+917 | km 5+974 | 107,63 | | | |
| C12 | km 6+159 | km 6+129 | km 6+180 | 40,82 | 55,85 | 15,03 | ACEPTABLE |
| C13 | km 6+276 | km 6+208 | km 6+302 | 43,89 | 54,80 | 10,91 | ACEPTABLE |
| C14 | km 6+377 | km 6+357 | km 6+396 | 64,24 | 59,80 | 4,44 | BUENA |
| C15 | km 6+459 | km 6+415 | km 6+503 | | | | |
| C16 | km 6+543 | km 6+515 | km 6+570 | 61,15 | 71,65 | 10,50 | ACEPTABLE |
| C17 | km 6+782 | km 6+712 | km 6+805 | 43,59 | 60,95 | 17,36 | ACEPTABLE |
| C18 | km 6+979 | km 6+885 | km 7+072 | 146,81 | 58,95 | 87,86 | MALA |
| C19 | km 7+188 | km 7+130 | km 7+223 | 47,17 | 66,00 | 18,83 | ACEPTABLE |
| C20 | km 7+312 | km 7+244 | km 7+337 | 44,13 | 55,90 | 11,77 | ACEPTABLE |
| C21 | km 7+385 | km 7+362 | km 7+406 | 44,65 | 63,00 | 18,35 | ACEPTABLE |
| C22 | km 7+499 | km 7+467 | km 7+529 | 62,06 | 65,00 | 2,94 | BUENA |
| C23 | km 7+597 | km 7+575 | km 7+619 | 51,08 | 68,80 | 17,72 | ACEPTABLE |
| C24 | km 7+825 | km 7+807 | km 7+843 | 60,51 | 72,80 | 12,29 | ACEPTABLE |
| C25 | km 7+914 | km 7+878 | km 7+945 | 57,25 | 59,60 | 2,35 | BUENA |
| C26 | km 8+036 | km 7+985 | km 8+082 | 59,47 | 61,00 | 1,53 | BUENA |
| C27 | km 8+128 | km 8+091 | km 8+159 | 49,28 | | | |
| C28 | km 8+311 | km 8+288 | km 8+334 | 62,20 | 63,85 | 1,65 | BUENA |
| C29 | km 8+491 | km 8+387 | km 8+541 | 55,15 | 62,95 | 7,80 | BUENA |
| C30 | km 8+715 | km 8+609 | km 8+700 | 38,48 | 53,30 | 14,82 | ACEPTABLE |
| C31 | km 8+771 | km 8+716 | km 8+808 | 49,43 | | | |
| C32 | km 8+882 | km 8+833 | km 8+928 | 69,24 | 56,00 | 13,24 | ACEPTABLE |
| C33 | km 8+976 | km 8+933 | km 9+016 | 70,79 | 70,85 | 0,06 | BUENA |

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

| | | | | | | | |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------|-------|-------|-----------|
| C34 | km 9+100 | km 9+095 | km 9+104 | 29,52 | 67,00 | 37,48 | MALA |
| C35 | km 9+137 | km 9+114 | km 9+156 | 43,83 | 60,30 | 16,47 | ACEPTABLE |
| C36 | km 9+225 | km 9+196 | km 9+251 | 47,97 | 56,30 | 8,33 | BUENA |
| C37 | km 9+318 | km 9+261 | km 9+344 | 41,38 | 54,00 | 12,62 | ACEPTABLE |
| C38 | km 9+364 | km 9+355 | km 9+374 | 38,22 | 54,65 | 16,43 | ACEPTABLE |
| C39 | km 9+482 | km 9+473 | km 9+490 | 34,66 | 63,35 | 28,69 | MALA |
| C40 | km 9+547 | km 9+498 | km 9+586 | 52,84 | 64,00 | 11,16 | ACEPTABLE |
| C41 | km 9+674 | km 9+622 | km 9+725 | 84,17 | 65,00 | 19,17 | ACEPTABLE |
| C42 | km 9+911 | km 9+869 | km 9+952 | 82,43 | 75,55 | 6,88 | BUENA |
| C43 | km 10+228 | km 10+196 | km 10+260 | 74,18 | 72,00 | 2,18 | BUENA |
| C44 | km 10+390 | km 10+334 | km 10+436 | 55,18 | 67,95 | 12,77 | ACEPTABLE |
| C45 | km 10+493 | km 10+473 | km 10+512 | 60,00 | | | |
| C46 | km 10+631 | km 10+593 | km 10+668 | 74,68 | 54,65 | 20,03 | MALA |
| C47 | km 10+843 | km 10+814 | km 10+869 | 47,14 | 58,70 | 11,56 | ACEPTABLE |
| C48 | km 10+957 | km 10+924 | km 10+985 | 48,81 | 59,30 | 10,49 | ACEPTABLE |
| C49 | km 11+075 | km 11+040 | km 11+108 | 53,36 | 60,65 | 7,29 | BUENA |
| C50 | km 11+263 | km 11+192 | km 11+290 | 45,23 | 55,65 | 10,42 | ACEPTABLE |
| C51 | km 11+530 | km 11+502 | km 11+551 | 42,04 | 52,00 | 9,96 | BUENA |
| C52 | km 11+635 | km 11+587 | km 11+677 | 57,66 | | | |
| C53 | km 11+728 | km 11+683 | km 11+770 | 68,10 | 66,65 | 1,45 | BUENA |
| C54 | km 11+976 | km 11+890 | km 12+062 | 152,62 | 78,25 | 74,37 | MALA |
| C55 | km 12+084 | km 12+063 | km 12+105 | 105,40 | | | |
| C56 | km 12+266 | km 12+192 | km 12+323 | 62,62 | 73,30 | 10,68 | ACEPTABLE |
| C57 | km 12+387 | km 12+357 | km 12+415 | 66,90 | 70,30 | 3,40 | BUENA |
| C58 | km 12+515 | km 12+480 | km 12+548 | 61,21 | 68,65 | 7,44 | BUENA |
| C59 | km 12+686 | km 12+638 | km 12+730 | 67,20 | 67,65 | 0,45 | BUENA |
| C60 | km 12+842 | km 12+800 | km 12+878 | 56,96 | 66,30 | 9,34 | BUENA |
| C61 | km 12+935 | km 12+913 | km 12+955 | 43,81 | 66,00 | 22,19 | MALA |
| C62 | km 13+052 | km 13+018 | km 13+079 | 47,39 | | | |
| C63 | km 13+171 | km 13+141 | km 13+199 | 52,65 | 62,00 | 9,35 | BUENA |
| C64 | km 13+297 | km 13+282 | km 13+310 | 45,78 | 66,30 | 20,52 | MALA |
| C65 | km 13+452 | km 13+419 | km 13+483 | 66,71 | 71,00 | 4,29 | BUENA |
| C66 | km 13+635 | km 13+576 | km 13+668 | 48,58 | 58,00 | 9,42 | BUENA |
| C67 | km 13+837 | km 13+716 | km 13+866 | 50,99 | 57,00 | 6,01 | BUENA |
| C68 | km 13+920 | km 13+873 | km 13+964 | 70,37 | | | |
| C69 | km 14+079 | km 14+065 | km 14+092 | 36,37 | 52,00 | 15,63 | ACEPTABLE |
| C70 | km 14+158 | km 14+115 | km 14+181 | 39,50 | 54,95 | 15,45 | ACEPTABLE |
| C71 | km 14+315 | km 14+302 | km 14+328 | 53,15 | 61,95 | 8,80 | BUENA |

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

| | | | | | | | |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------|-------|-------|-----------|
| C72 | km 14+701 | km 14+513 | km 14+709 | 54,23 | 63,00 | 8,77 | BUENA |
| C73 | km 15+138 | km 14+839 | km 14+960 | 40,53 | 57,80 | 17,27 | ACEPTABLE |
| C74 | km 15+146 | km 15+115 | km 15+174 | 52,45 | 65,00 | 12,55 | ACEPTABLE |
| C75 | km 15+372 | km 15+321 | km 15+407 | 47,56 | 60,95 | 13,39 | ACEPTABLE |
| C76 | km 15+575 | km 15+429 | km 15+561 | 47,14 | 57,90 | 10,76 | ACEPTABLE |
| C77 | km 15+914 | km 15+874 | km 15+947 | 49,35 | 57,00 | 7,65 | BUENA |
| C78 | km 16+186 | km 16+084 | km 16+283 | 100,72 | 69,00 | 31,72 | MALA |
| C79 | km 16+411 | km 16+357 | km 16+465 | 89,35 | 68,00 | 21,35 | MALA |
| C80 | km 16+607 | km 16+580 | km 16+633 | 59,79 | | | |

Fuente: Elaboración propia

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

Anexo 10. Evaluación consistencia Avenida Las Palmas en descenso

| Nº curva | PI | PT | PC | Velocidad de transito segura (km/h) | Vd 85% (km/h) | Evaluación consistencia | Resultado |
|----------|----------|----------|----------|-------------------------------------|---------------|-------------------------|-----------|
| C1 | km 4+239 | km 4+195 | km 4+264 | 41,5 | 60,0 | 18,5 | ACEPTABLE |
| C2 | km 4+362 | km 4+349 | km 4+376 | 67,2 | 70,9 | 3,6 | BUENA |
| C3 | km 4+506 | km 4+405 | km 4+542 | 51,3 | 63,0 | 11,7 | ACEPTABLE |
| C4 | km 4+619 | km 4+545 | km 4+660 | 50,9 | 64,0 | 13,1 | ACEPTABLE |
| C5 | km 4+934 | km 4+857 | km 5+000 | 65,5 | 65,9 | 0,4 | BUENA |
| C6 | km 5+267 | km 5+229 | km 5+304 | 64,8 | 61,0 | 3,8 | BUENA |
| C7 | km 5+498 | km 5+415 | km 5+566 | 68,9 | 63,0 | 5,9 | BUENA |
| C8 | km 5+651 | km 5+626 | km 5+674 | 47,4 | 61,9 | 14,5 | ACEPTABLE |
| C9 | km 5+732 | km 5+700 | km 5+763 | 64,6 | 68,7 | 4,1 | BUENA |
| C10 | km 5+878 | km 5+807 | km 5+949 | 124,8 | | | |
| C11 | km 6+151 | km 6+125 | km 6+171 | 38,5 | | | |
| C12 | km 6+253 | km 6+209 | km 6+275 | 39,5 | 52,0 | 12,4 | ACEPTABLE |
| C13 | km 6+344 | km 6+316 | km 6+370 | 66,3 | 67,7 | 1,4 | BUENA |
| C14 | km 6+429 | km 6+415 | km 6+444 | 78,2 | 66,0 | 12,3 | ACEPTABLE |
| C15 | km 6+518 | km 6+502 | km 6+534 | 49,9 | 68,0 | 18,1 | ACEPTABLE |
| C16 | km 6+770 | km 6+703 | km 6+792 | 41,7 | 60,0 | 18,3 | ACEPTABLE |
| C17 | km 6+954 | km 6+929 | km 6+976 | 46,8 | 56,9 | 10,1 | ACEPTABLE |
| C18 | km 7+039 | km 7+004 | km 7+061 | 38,5 | 57,0 | 18,5 | ACEPTABLE |
| C19 | km 7+218 | km 7+157 | km 7+241 | 42,0 | | | |
| C20 | km 7+349 | km 7+302 | km 7+372 | 39,8 | 51,0 | 11,2 | ACEPTABLE |
| C21 | km 7+440 | km 7+422 | km 7+457 | 42,8 | 63,0 | 20,2 | MALA |
| C22 | km 7+539 | km 7+501 | km 7+575 | 60,5 | 72,0 | 11,5 | ACEPTABLE |
| C23 | km 7+647 | km 7+621 | km 7+672 | 55,7 | 75,0 | 19,3 | ACEPTABLE |
| C24 | km 7+880 | km 7+837 | km 7+921 | 78,9 | 74,0 | 4,9 | BUENA |
| C25 | km 7+960 | km 7+930 | km 7+986 | 49,0 | 68,0 | 19,0 | ACEPTABLE |
| C26 | km 8+088 | km 8+063 | km 8+112 | 49,9 | 71,0 | 21,0 | MALA |
| C27 | km 8+172 | km 8+137 | km 8+206 | 62,8 | 72,0 | 9,1 | BUENA |
| C28 | km 8+295 | km 8+263 | km 8+323 | 50,2 | 62,9 | 12,7 | ACEPTABLE |
| C29 | km 8+406 | km 8+375 | km 8+435 | 55,0 | 59,0 | 4,0 | BUENA |
| C30 | km 8+588 | km 8+455 | km 8+632 | 55,4 | 61,9 | 6,5 | BUENA |
| C31 | km 8+778 | km 8+694 | km 8+770 | | | | |
| C32 | km 8+846 | km 8+788 | km 8+886 | 51,1 | 59,9 | 8,8 | BUENA |
| C33 | km 8+950 | km 8+916 | km 8+982 | 61,0 | 79,8 | 18,8 | ACEPTABLE |

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

| | | | | | | | |
|-----|-----------|-----------|-----------|-------|------|------|-----------|
| C34 | km 9+043 | km 8+995 | km 9+088 | 73,2 | 76,0 | 2,8 | BUENA |
| C35 | km 9+160 | km 9+148 | km 9+172 | 58,4 | 70,8 | 12,3 | ACEPTABLE |
| C36 | km 9+204 | km 9+179 | km 9+228 | 53,8 | 73,0 | 19,2 | ACEPTABLE |
| C37 | km 9+271 | km 9+252 | km 9+289 | 49,4 | 63,0 | 13,6 | ACEPTABLE |
| C38 | km 9+356 | km 9+322 | km 9+386 | | 66,9 | | |
| C39 | km 9+521 | km 9+510 | km 9+532 | 42,1 | 74,0 | 31,9 | MALA |
| C40 | km 9+593 | km 9+545 | km 9+632 | 54,0 | 72,8 | 18,8 | ACEPTABLE |
| C41 | km 9+725 | km 9+685 | km 9+764 | 81,5 | 80,0 | 1,5 | BUENA |
| C42 | km 9+951 | km 9+928 | km 9+972 | 61,8 | 79,0 | 17,2 | ACEPTABLE |
| C43 | km 10+272 | km 10+228 | km 10+316 | 81,0 | 79,9 | 1,1 | BUENA |
| C44 | km 10+430 | km 10+376 | km 10+474 | 57,8 | 63,0 | 5,1 | BUENA |
| C45 | km 10+519 | km 10+501 | km 10+535 | 50,6 | 69,0 | 18,3 | ACEPTABLE |
| C46 | km 10+672 | km 10+651 | km 10+693 | 55,2 | 69,0 | 13,8 | ACEPTABLE |
| C47 | km 10+882 | km 10+852 | km 10+908 | 49,2 | | | |
| C48 | km 10+997 | km 10+962 | km 11+027 | 50,6 | 61,9 | 11,3 | ACEPTABLE |
| C49 | km 11+109 | km 11+088 | km 11+128 | 47,0 | 59,6 | 12,6 | ACEPTABLE |
| C50 | km 11+304 | km 11+244 | km 11+330 | 42,4 | 57,0 | 14,6 | ACEPTABLE |
| C51 | km 11+588 | km 11+562 | km 11+600 | | | | |
| C52 | km 11+650 | km 11+614 | km 11+673 | 40,6 | 53,0 | 12,4 | ACEPTABLE |
| C53 | km 11+800 | km 11+757 | km 11+841 | 73,0 | 75,8 | 2,8 | BUENA |
| C54 | km 12+063 | km 12+022 | km 12+104 | 121,2 | 78,0 | 43,3 | MALA |
| C55 | km 12+161 | km 12+115 | km 12+208 | 118,2 | 87,0 | 31,2 | MALA |
| C56 | km 12+249 | km 12+213 | km 12+282 | 55,8 | 69,9 | 14,1 | ACEPTABLE |
| C57 | km 12+550 | km 12+527 | km 12+572 | 48,6 | 66,7 | 18,1 | ACEPTABLE |
| C58 | km 12+728 | km 12+685 | km 12+769 | 67,6 | 65,0 | 2,6 | BUENA |
| C59 | km 12+889 | km 12+846 | km 12+925 | 54,1 | 64,9 | 10,8 | ACEPTABLE |
| C60 | km 12+982 | km 12+939 | km 13+020 | 56,3 | 61,9 | 5,6 | BUENA |
| C61 | km 13+103 | km 13+041 | km 13+147 | 53,2 | 62,0 | 8,8 | BUENA |
| C62 | km 13+204 | km 13+170 | km 13+234 | 54,1 | 63,0 | 8,9 | BUENA |
| C63 | km 13+339 | km 13+313 | km 13+363 | 55,7 | 72,0 | 16,2 | ACEPTABLE |
| C64 | km 13+491 | km 13+479 | km 13+503 | 41,1 | 84,9 | 43,7 | MALA |
| C65 | km 13+668 | km 13+617 | km 13+719 | 47,1 | 60,0 | 12,9 | ACEPTABLE |
| C66 | km 13+871 | km 13+761 | km 13+903 | 51,4 | 57,9 | 6,5 | BUENA |
| C67 | km 13+964 | km 13+937 | km 13+989 | 59,3 | 71,6 | 12,3 | ACEPTABLE |
| C68 | km 14+125 | km 14+102 | km 14+147 | 53,7 | 67,7 | 14,0 | ACEPTABLE |
| C69 | km 14+199 | km 14+168 | km 14+223 | 45,7 | | | |
| C70 | km 14+316 | km 14+312 | km 14+319 | 30,9 | 67,9 | 37,0 | MALA |
| C71 | km 14+713 | km 14+529 | km 14+729 | 52,3 | 61,0 | 8,6 | BUENA |

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

| | | | | | | | |
|-----|-----------|-----------|-----------|------|------|------|-----------|
| C72 | km 15+081 | km 14+864 | km 14+958 | 37,0 | 44,0 | 7,0 | BUENA |
| C73 | km 15+150 | km 15+098 | km 15+197 | 63,6 | | | |
| C74 | km 15+350 | km 15+312 | km 15+379 | 47,5 | 52,0 | 4,5 | BUENA |
| C75 | km 15+553 | km 15+413 | km 15+557 | 46,8 | 57,0 | 10,2 | ACEPTABLE |
| C76 | km 15+908 | km 15+874 | km 15+936 | 46,6 | 59,0 | 12,4 | ACEPTABLE |
| C77 | km 16+031 | km 16+007 | km 16+055 | 62,0 | 64,9 | 2,9 | BUENA |
| C78 | km 16+080 | km 16+059 | km 16+100 | 42,2 | 62,9 | 20,7 | MALA |
| C79 | km 16+125 | km 16+114 | km 16+137 | 51,8 | 61,0 | 9,2 | BUENA |
| C80 | km 16+201 | km 16+162 | km 16+238 | 80,2 | 67,0 | 13,2 | ACEPTABLE |
| C81 | km 16+392 | km 16+339 | km 16+444 | 91,9 | 73,0 | 18,9 | ACEPTABLE |
| C82 | km 16+625 | km 16+545 | km 16+699 | 71,5 | | | |

Fuente: *Elaboración propia*

Anexo 11. Ajuste por ancho de carril

EXHIBIT 21-4. ADJUSTMENT FOR LANE WIDTH

| Lane Width (m) | Reduction in FFS (km/h) |
|----------------|-------------------------|
| 3.6 | 0.0 |
| 3.5 | 1.0 |
| 3.4 | 2.1 |
| 3.3 | 3.1 |
| 3.2 | 5.6 |
| 3.1 | 8.1 |
| 3.0 | 10.6 |

Fuente: (HIGHWAY CAPACITY MANUAL, 2000)

Anexo 12. Ajuste por distancia lateral total

EXHIBIT 21-5. ADJUSTMENT FOR LATERAL CLEARANCE

| Four-Lane Highways | | Six-Lane Highways | |
|--|-------------------------|--|-------------------------|
| Total Lateral Clearance ^a (m) | Reduction in FFS (km/h) | Total Lateral Clearance ^a (m) | Reduction in FFS (km/h) |
| 3.6 | 0.0 | 3.6 | 0.0 |
| 3.0 | 0.6 | 3.0 | 0.6 |
| 2.4 | 1.5 | 2.4 | 1.5 |
| 1.8 | 2.1 | 1.8 | 2.1 |
| 1.2 | 3.0 | 1.2 | 2.7 |
| 0.6 | 5.8 | 0.6 | 4.5 |
| 0.0 | 8.7 | 0.0 | 6.3 |

Fuente: (HIGHWAY CAPACITY MANUAL, 2000)

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

Anexo 13. Ajuste por tipo de franja separadora

EXHIBIT 21-6. ADJUSTMENT FOR MEDIAN TYPE

| Median Type | Reduction in FFS (km/h) |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Undivided highways | 2.6 |
| Divided highways (including TWLTLs) | 0.0 |

Fuente: (HIGHWAY CAPACITY MANUAL, 2000)

Anexo 14. Ajuste por puntos de acceso

EXHIBIT 21-7. ACCESS-POINT DENSITY ADJUSTMENT

| Access Points/Kilometer | Reduction in FFS (km/h) |
|-------------------------|-------------------------|
| 0 | 0.0 |
| 6 | 4.0 |
| 12 | 8.0 |
| 18 | 12.0 |
| ≥ 24 | 16.0 |

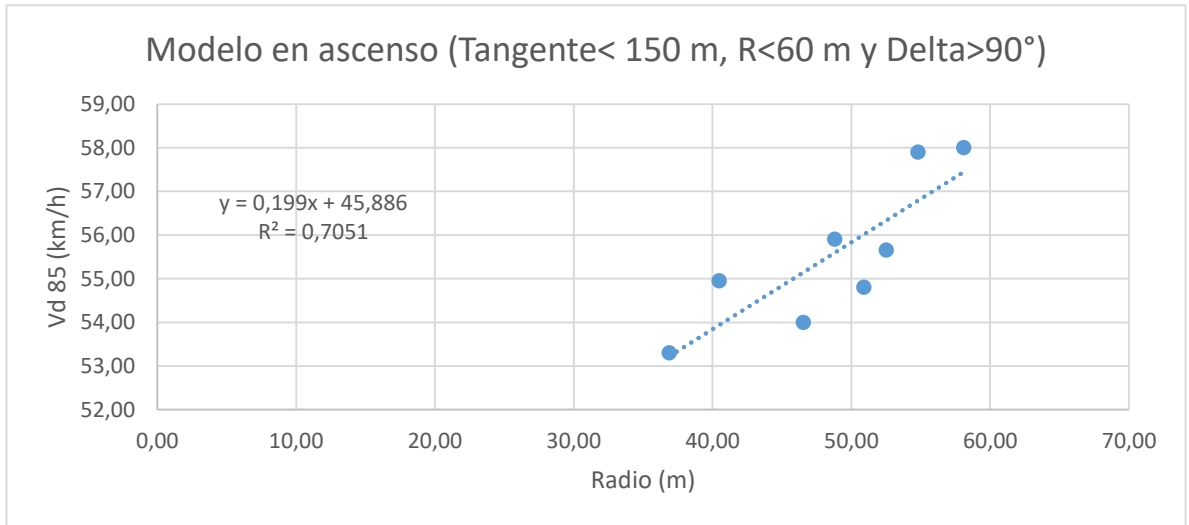
Fuente: (HIGHWAY CAPACITY MANUAL, 2000)

Anexo 15. Datos modelo (Tangente < 150 m, R < 60 m y Delta > 90°) en ascenso

| Nº curva | Vd 85% (km/h) | Radio (m) | Longitud (m) | Delta (°) | Tangente anterior a la curva (m) | 1/R | R/L | L/R | CCR |
|----------|---------------|-----------|--------------|-----------|----------------------------------|------|------|------|---------|
| C30 | 53,30 | 36,89 | 91,19 | 141,64 | 67,97 | 0,03 | 0,40 | 2,47 | 889,97 |
| C70 | 54,95 | 40,47 | 65,68 | 92,98 | 22,64 | 0,02 | 0,62 | 1,62 | 1052,83 |
| C37 | 54,00 | 46,55 | 82,60 | 101,67 | 9,91 | 0,02 | 0,56 | 1,77 | 1099,12 |
| C20 | 55,90 | 48,80 | 93,05 | 109,25 | 20,53 | 0,02 | 0,52 | 1,91 | 961,96 |
| C13 | 54,80 | 50,90 | 94,61 | 106,50 | 27,66 | 0,02 | 0,54 | 1,86 | 871,11 |
| C50 | 55,65 | 52,51 | 98,25 | 107,21 | 84,14 | 0,02 | 0,53 | 1,87 | 587,85 |
| C76 | 57,90 | 54,81 | 132,95 | 138,99 | 21,47 | 0,02 | 0,41 | 2,43 | 900,11 |
| C66 | 58,00 | 58,11 | 92,72 | 91,43 | 92,16 | 0,02 | 0,63 | 1,60 | 494,55 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16. modelo (Tangente < 150 m, R < 60 m y Delta > 90°) en ascenso



Fuente: Elaboración propia

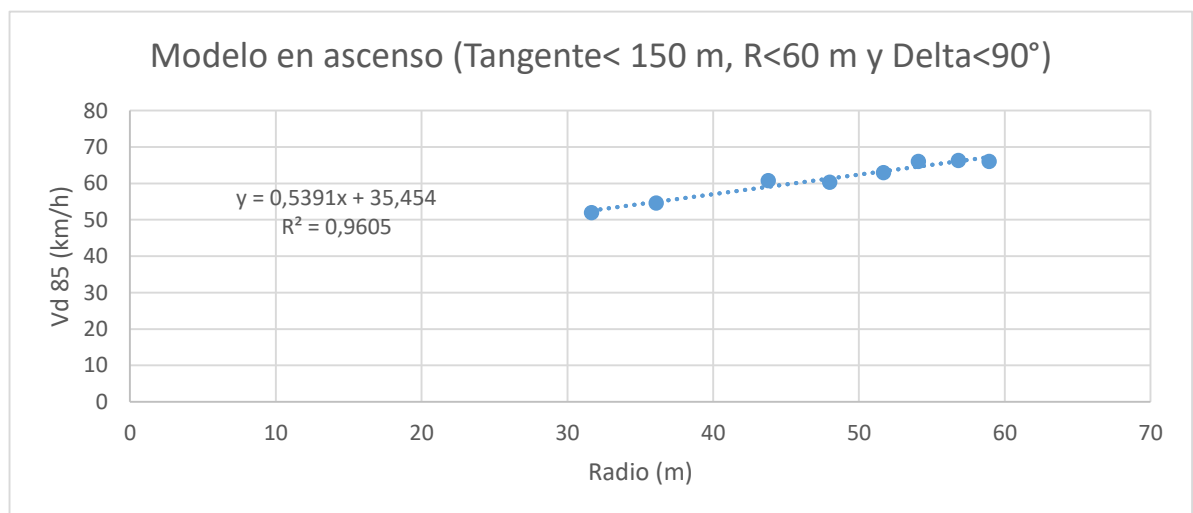
La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Anexo 17. Datos modelo (Tangente < 150 m, R < 60 m y Delta < 90°) en ascenso

| Nº curva | Vd 85% (km/h) | Radio (m) | Longitud (m) | Delta (°) | Tangente anterior a la curva (m) | 1/R | R/L | L/R | CCR |
|----------|---------------|-----------|--------------|-----------|----------------------------------|------|------|------|---------|
| C4 | 66,00 | 58,94 | 87,64 | 85,19 | 2,52 | 0,02 | 0,67 | 1,49 | 945,00 |
| C7 | 60,80 | 43,78 | 25,04 | 32,76 | 52,58 | 0,02 | 1,75 | 0,57 | 422,16 |
| C21 | 63,00 | 51,68 | 43,85 | 48,61 | 25,38 | 0,02 | 1,18 | 0,85 | 702,21 |
| C35 | 60,30 | 48,00 | 42,49 | 50,72 | 9,97 | 0,02 | 1,13 | 0,89 | 966,84 |
| C38 | 54,65 | 36,09 | 19,22 | 30,51 | 10,99 | 0,03 | 1,88 | 0,53 | 1010,12 |
| C61 | 66,00 | 54,07 | 41,31 | 43,78 | 35,64 | 0,02 | 1,31 | 0,76 | 568,96 |
| C64 | 66,30 | 56,83 | 27,68 | 27,90 | 83,27 | 0,02 | 2,05 | 0,49 | 251,51 |
| C69 | 52,00 | 31,66 | 27,70 | 50,12 | 100,58 | 0,03 | 1,14 | 0,87 | 390,75 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18. Modelo (Tangente < 150 m, R < 60 m y Delta > 90°) en ascenso



Fuente: Elaboración propia

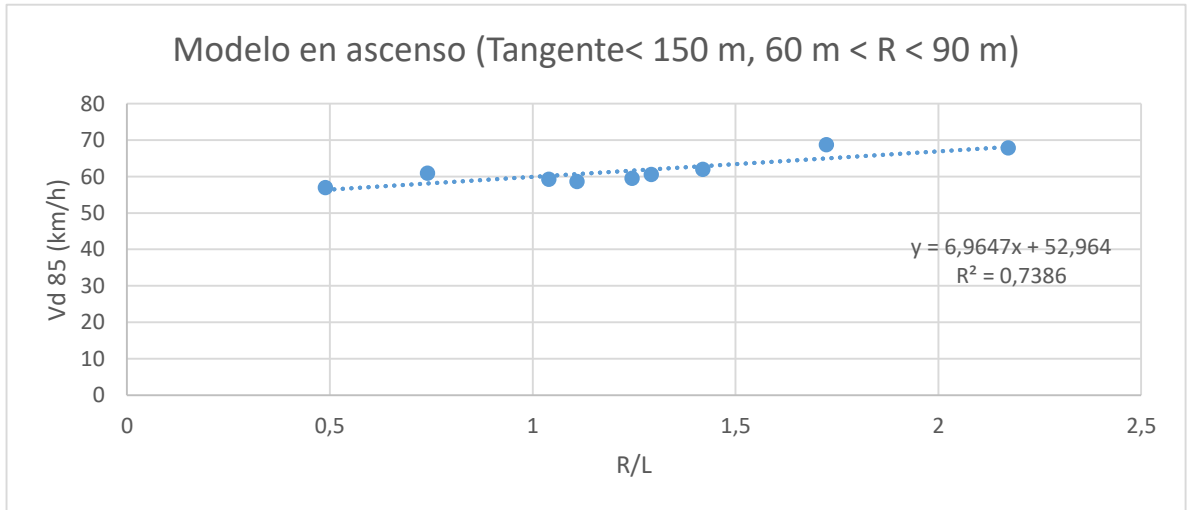
La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Anexo 19. Datos modelo (Tangente < 150 m, 60 m < R < 90 m) en ascenso

| Nº curva | Vd 85% (km/h) | Radio (m) | Longitud (m) | Tangente anterior a la curva (m) | 1/R | R/L | L/R | CCR |
|----------|---------------|-----------|--------------|----------------------------------|------|------|------|--------|
| C10 | 67,90 | 74,91 | 34,49 | 27,86 | 0,01 | 2,17 | 0,46 | 423,12 |
| C23 | 68,80 | 75,89 | 44,02 | 46,04 | 0,01 | 1,72 | 0,58 | 369,08 |
| C25 | 59,60 | 83,64 | 67,18 | 35,40 | 0,01 | 1,24 | 0,80 | 448,67 |
| C47 | 58,70 | 61,23 | 55,19 | 145,96 | 0,02 | 1,11 | 0,90 | 256,80 |
| C48 | 59,30 | 63,05 | 60,65 | 55,36 | 0,02 | 1,04 | 0,96 | 475,10 |
| C49 | 60,65 | 87,77 | 67,90 | 54,88 | 0,01 | 1,29 | 0,77 | 361,05 |
| C63 | 62,00 | 82,42 | 58,06 | 61,82 | 0,01 | 1,42 | 0,70 | 336,70 |
| C67 | 57,00 | 73,32 | 149,93 | 48,16 | 0,01 | 0,49 | 2,04 | 591,52 |
| C75 | 60,95 | 63,89 | 86,25 | 146,34 | 0,02 | 0,74 | 1,35 | 332,59 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 20. Modelo (Tangente < 150 m, 60 m < R < 90 m) en ascenso



Fuente: Elaboración propia

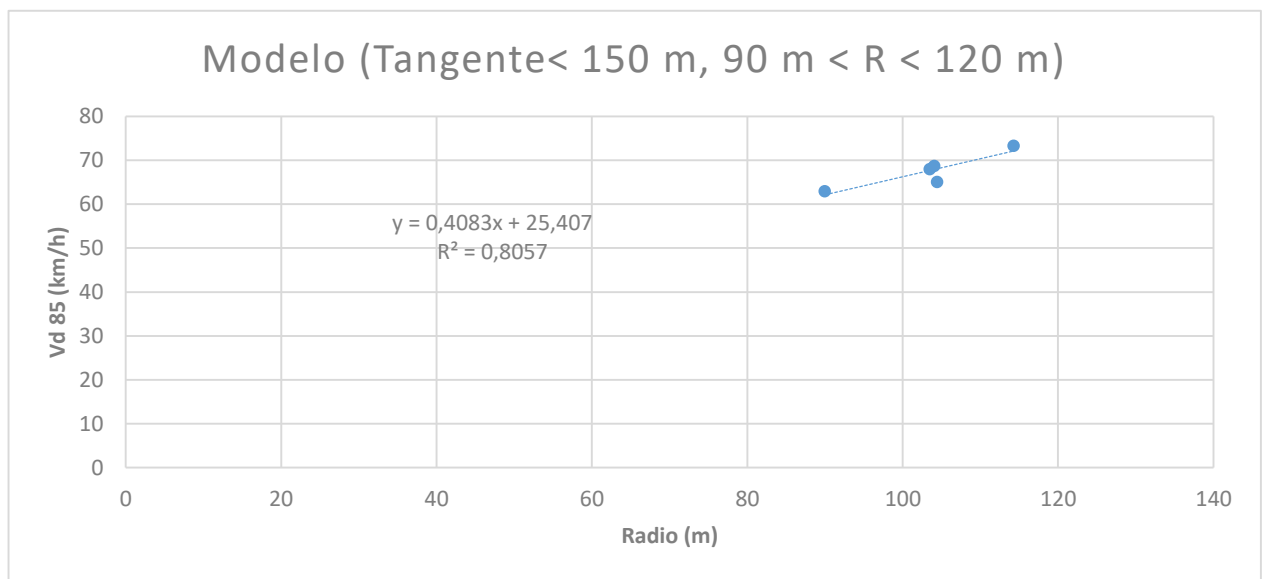
La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Anexo 21. Datos modelo (Tangente < 150 m, 90 m < R < 120 m) en ascenso

| Nº curva | Vd 85 % (km/h) | Radio (m) | Longitud de curva (m) | Tangente anterior a la curva (m) | 1/R | R/L | L/R | CCR |
|----------|----------------|-----------|-----------------------|----------------------------------|------|------|------|--------|
| C22 | 65,00 | 104,44 | 61,69 | 61,27 | 0,01 | 1,69 | 0,59 | 275,27 |
| C29 | 62,95 | 90,00 | 154,30 | 52,32 | 0,01 | 0,58 | 1,71 | 475,45 |
| C44 | 67,95 | 103,51 | 102,39 | 74,15 | 0,01 | 1,01 | 0,99 | 321,05 |
| C56 | 73,30 | 114,31 | 130,73 | 87,37 | 0,01 | 0,87 | 1,14 | 300,45 |
| C58 | 68,65 | 104,06 | 67,89 | 64,57 | 0,01 | 1,53 | 0,65 | 282,23 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 22. Modelo en ascenso (Tangente < 150 m, 90 m < R < 120 m) en ascenso



Fuente: Elaboración propia

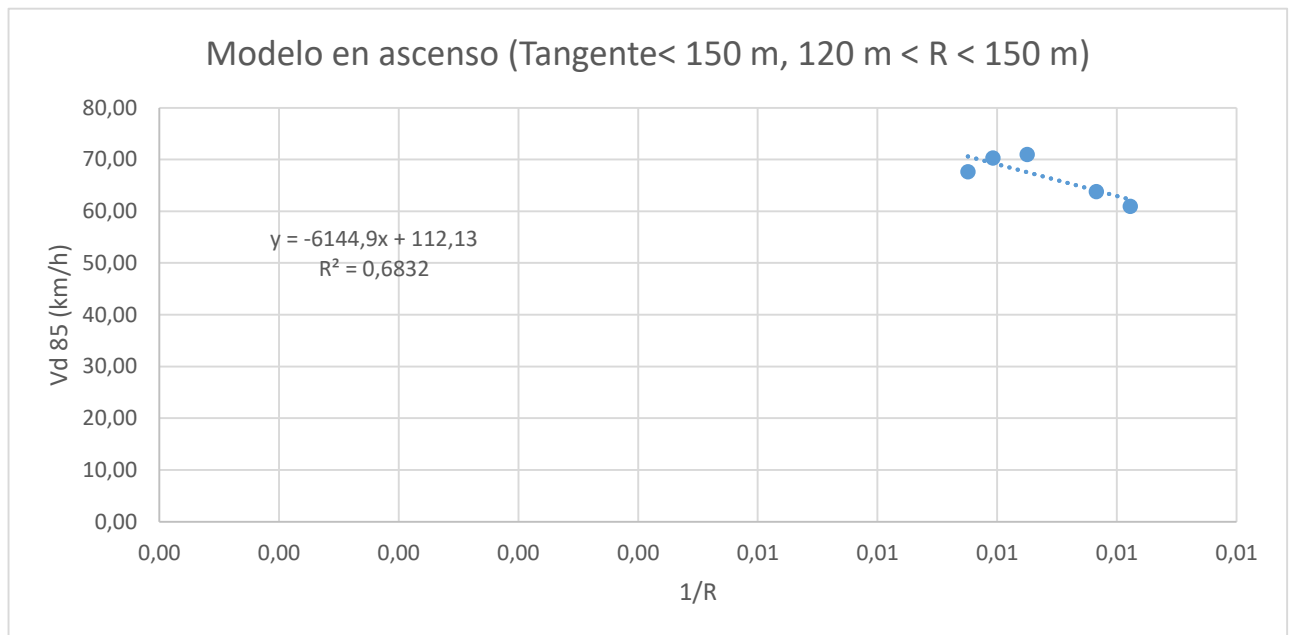
La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Anexo 23. Datos modelo (Tangente < 150 m, 120 m < R < 150 m) en ascenso

| Nº curva | Vd 85% (km/h) | Radio (m) | Longitud de curva (m) | Tangente anterior a la curva (m) | 1/R | R/L | L/R | CCR |
|----------|---------------|-----------|-----------------------|----------------------------------|------|------|------|--------|
| C26 | 61,00 | 123,25 | 96,95 | 39,45 | 0,01 | 1,27 | 0,79 | 330,43 |
| C28 | 63,85 | 127,72 | 46,50 | 128,81 | 0,01 | 2,75 | 0,36 | 119,00 |
| C57 | 70,30 | 143,58 | 57,89 | 34,40 | 0,01 | 2,48 | 0,40 | 250,32 |
| C59 | 67,65 | 148,03 | 91,83 | 90,33 | 0,01 | 1,61 | 0,62 | 195,14 |
| C65 | 71,00 | 137,93 | 64,65 | 108,67 | 0,01 | 2,13 | 0,47 | 154,96 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 24. Modelo (Tangente < 150 m, 120 m < R < 150 m) en ascenso



Fuente: Elaboración propia

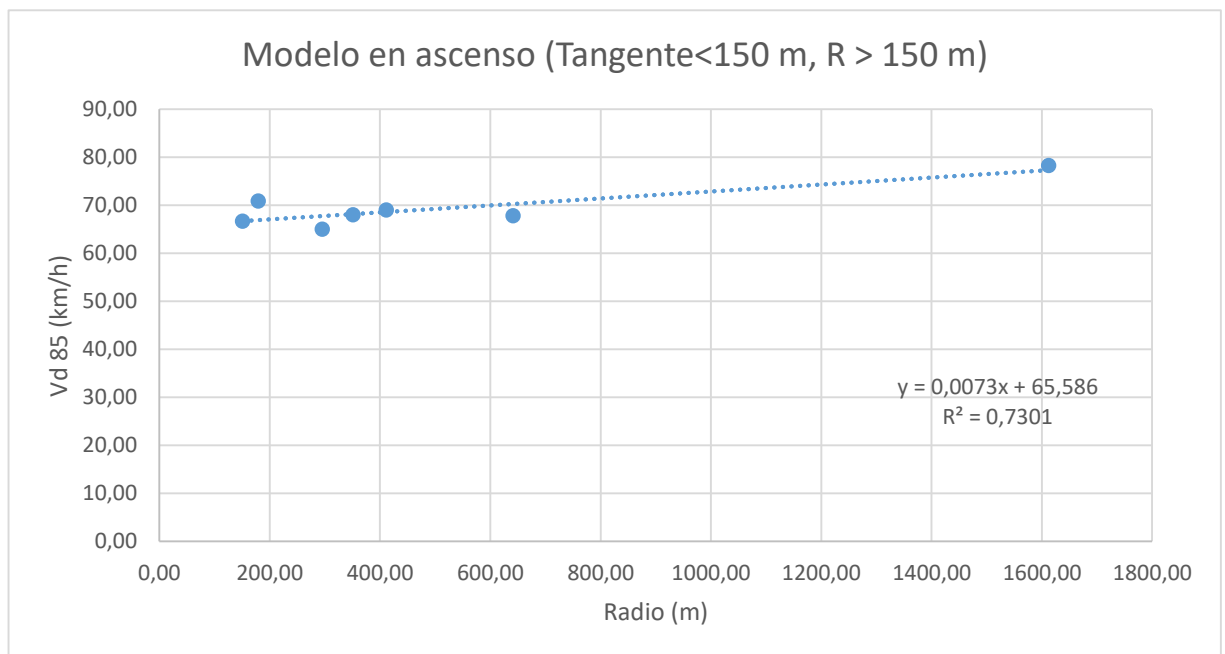
La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Anexo 25. Datos modelo (Tangente < 150 m, R > 150 m) en ascenso

| Nº curva | Vd 85% (km/h) | Radio (m) | Longitud de curva (m) | Tangente anterior a la curva (m) | 1/R | R/L | L/R | CCR |
|----------|---------------|-----------|-----------------------|----------------------------------|------|------|------|--------|
| C15 | 67,80 | 641,04 | 88,02 | 18,80 | 0,00 | 7,28 | 0,14 | 73,65 |
| C33 | 70,85 | 179,18 | 83,42 | 4,79 | 0,01 | 2,15 | 0,47 | 302,43 |
| C41 | 65,00 | 295,33 | 103,10 | 36,34 | 0,00 | 2,86 | 0,35 | 143,46 |
| C53 | 66,65 | 150,99 | 86,74 | 5,76 | 0,01 | 1,74 | 0,57 | 355,86 |
| C54 | 78,25 | 1612,00 | 171,74 | 120,12 | 0,00 | 9,39 | 0,11 | 20,92 |
| C78 | 69,00 | 411,49 | 199,30 | 136,96 | 0,00 | 2,06 | 0,48 | 82,53 |
| C79 | 68,00 | 351,22 | 107,79 | 73,68 | 0,00 | 3,26 | 0,31 | 96,91 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 26. Modelo (Tangente < 150 m, R > 150 m) en ascenso



Fuente: Elaboración propia

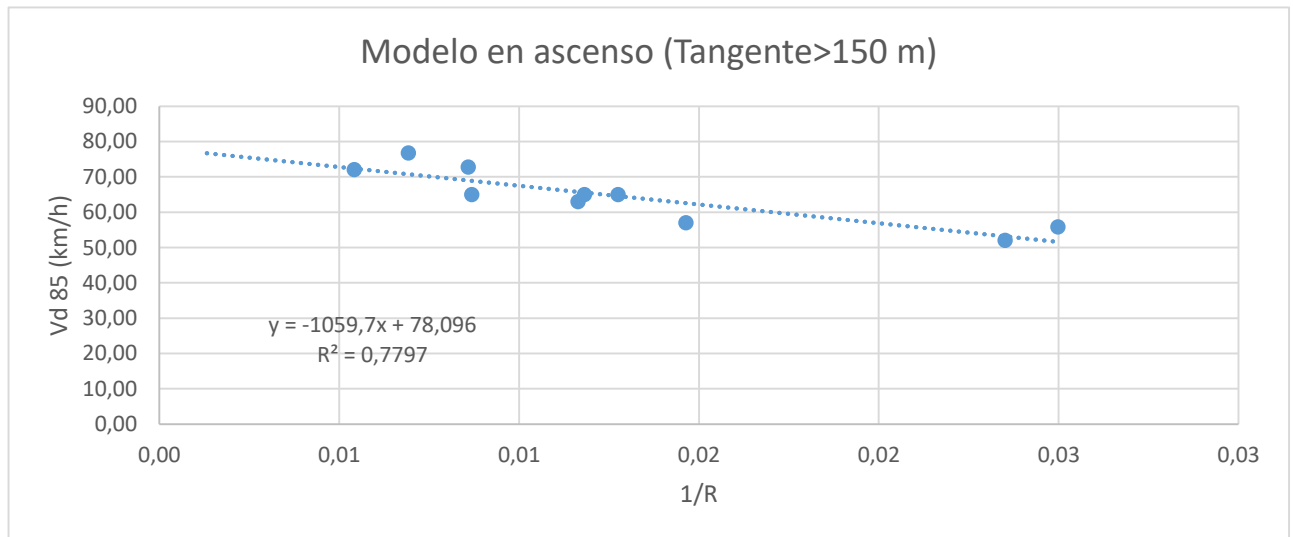
La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Anexo 27. Datos modelo (Tangente > 150 m) en ascenso

| Nº curva | Vd 85% (km/h) | Radio (m) | Longitud de curva (m) | Tangente anterior a la curva (m) | 1/R | R/L | L/R | CCR |
|----------|---------------|-----------|-----------------------|----------------------------------|------|------|------|--------|
| C5 | 64,95 | 115,13 | 110,08 | 211,69 | 0,01 | 1,05 | 0,96 | 170,27 |
| C6 | 76,75 | 144,46 | 83,82 | 251,67 | 0,01 | 1,72 | 0,58 | 99,10 |
| C8 | 64,95 | 78,41 | 41,50 | 163,41 | 0,01 | 1,89 | 0,53 | 148,00 |
| C12 | 55,85 | 40,03 | 50,91 | 155,11 | 0,02 | 0,79 | 1,27 | 353,75 |
| C24 | 72,80 | 116,48 | 35,50 | 188,35 | 0,01 | 3,28 | 0,30 | 78,00 |
| C43 | 72,00 | 184,50 | 63,81 | 243,61 | 0,01 | 2,89 | 0,35 | 64,46 |
| C51 | 52,00 | 42,52 | 48,94 | 212,08 | 0,02 | 0,87 | 1,15 | 252,65 |
| C72 | 63,00 | 85,92 | 196,32 | 185,09 | 0,01 | 0,44 | 2,28 | 343,26 |
| C74 | 65,00 | 84,61 | 59,72 | 155,17 | 0,01 | 1,42 | 0,71 | 188,20 |
| C77 | 57,00 | 68,32 | 72,86 | 312,67 | 0,01 | 0,94 | 1,07 | 158,49 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 28. Modelo (Tangente > 150 m) en ascenso



Fuente: Elaboración propia

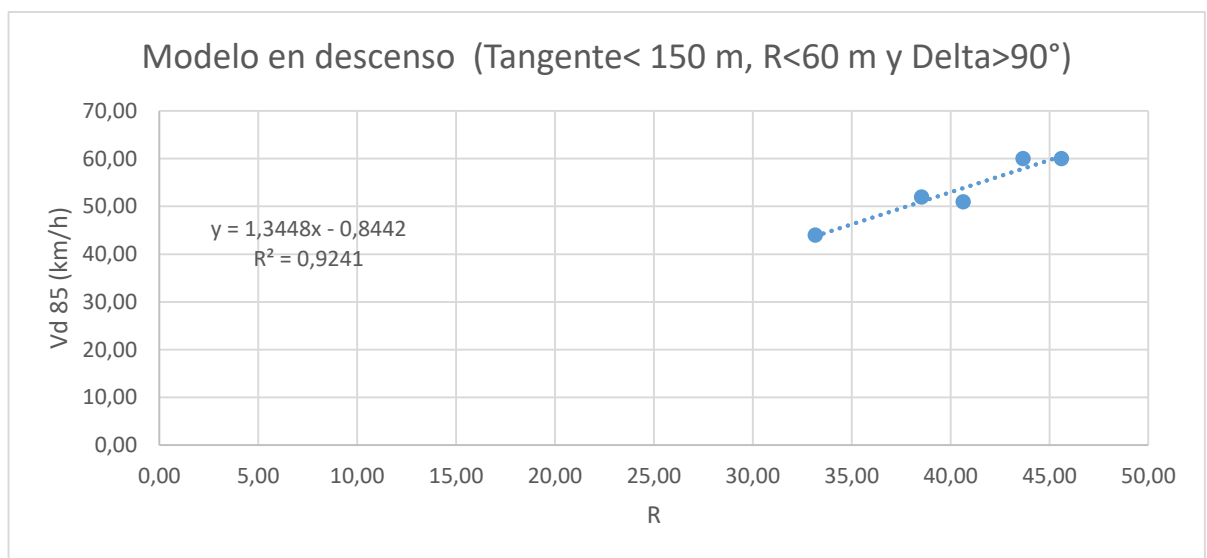
La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Anexo 29. Datos modelo (Tangente < 150 m, R < 60 m y Delta > 90°) en descenso

| Nº curva | Vd 85% (km/h) | Radio (m) | Longitud de curva (m) | Delta (°) | Tangente anterior a curva (m) | 1/R | R/L | L/R | CCR |
|----------|---------------|-----------|-----------------------|-----------|-------------------------------|------|------|------|--------|
| C1 | 60,00 | 43,67 | 69,41 | 91,07 | 84,40 | 0,02 | 0,63 | 1,59 | 592,12 |
| C12 | 51,95 | 38,53 | 66,31 | 98,61 | 41,47 | 0,03 | 0,58 | 1,72 | 914,96 |
| C16 | 60,00 | 45,61 | 88,67 | 111,39 | 137,34 | 0,02 | 0,51 | 1,94 | 492,87 |
| C20 | 50,95 | 40,64 | 70,13 | 98,87 | 49,98 | 0,02 | 0,58 | 1,73 | 823,22 |
| C72 | 44,00 | 33,16 | 94,12 | 162,64 | 139,58 | 0,03 | 0,35 | 2,84 | 695,97 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 30. Modelo (Tangente < 150 m, R < 60 m y Delta > 90°) en descenso



Fuente: Elaboración propia

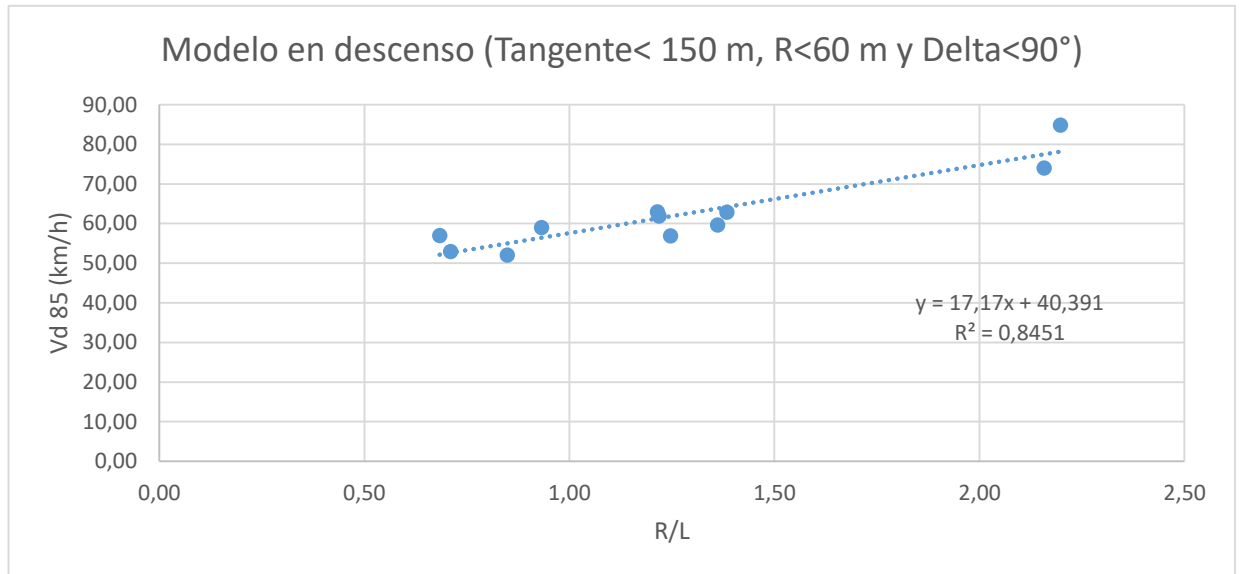
La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Anexo 31. Datos modelo (Tangente < 150 m, R < 60 m y Delta < 90°) en descenso

| Nº curva | Vd 85% (km/h) | Radio (m) | Longitud de curva (m) | Delta (°) | Tangente anterior a curva (m) | 1/R | R/L | L/R | CCR |
|----------|---------------|-----------|-----------------------|-----------|-------------------------------|------|------|------|--------|
| C8 | 61,9 | 57,90 | 47,52 | 47,03 | 26,67 | 0,02 | 1,22 | 0,82 | 633,93 |
| C17 | 56,9 | 57,98 | 46,52 | 45,97 | 27,98 | 0,02 | 1,25 | 0,80 | 617,08 |
| C18 | 56,95 | 39,07 | 57,15 | 83,80 | 96,36 | 0,03 | 0,68 | 1,46 | 545,93 |
| C21 | 62,95 | 42,95 | 35,36 | 47,17 | 43,88 | 0,02 | 1,21 | 0,82 | 595,29 |
| C39 | 74 | 47,07 | 21,81 | 26,55 | 13,12 | 0,02 | 2,16 | 0,46 | 760,13 |
| C49 | 59,6 | 54,22 | 39,83 | 42,09 | 115,74 | 0,02 | 1,36 | 0,73 | 270,60 |
| C52 | 52,95 | 41,56 | 58,50 | 80,64 | 83,69 | 0,02 | 0,71 | 1,41 | 567,19 |
| C64 | 84,85 | 52,19 | 23,75 | 26,07 | 114,71 | 0,02 | 2,20 | 0,45 | 188,29 |
| C74 | 52 | 56,60 | 66,69 | 67,51 | 33,95 | 0,02 | 0,85 | 1,18 | 670,88 |
| C76 | 58,95 | 57,05 | 61,23 | 61,49 | 70,96 | 0,02 | 0,93 | 1,07 | 465,21 |
| C78 | 62,85 | 57,10 | 41,25 | 41,40 | 14,22 | 0,02 | 1,38 | 0,72 | 746,32 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 32. Datos modelo (Tangente < 150 m, R < 60 m y Delta < 90°) en descenso



Fuente: Elaboración propia

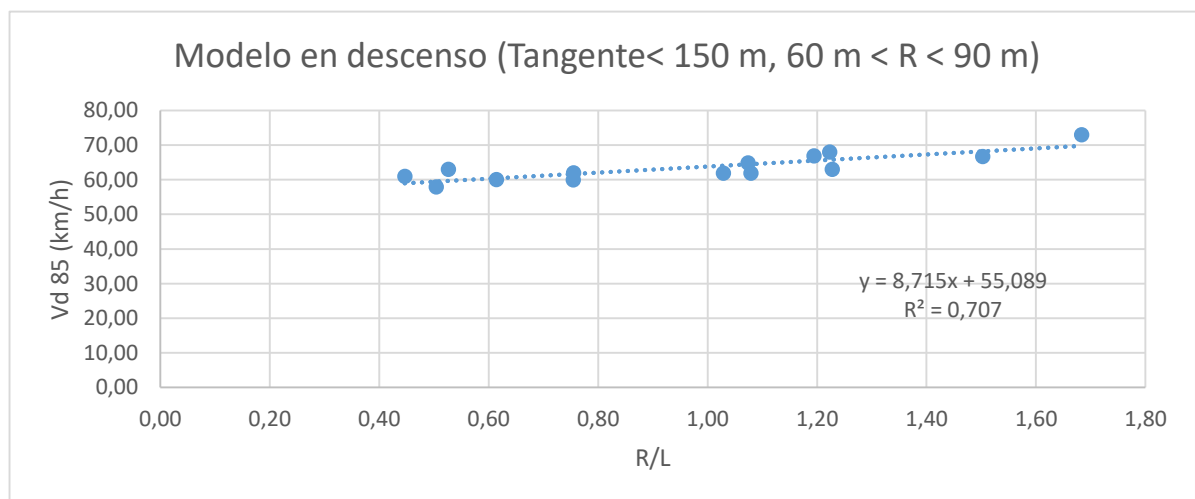
La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Anexo 33. Datos modelo (Tangente < 150 m, 60 m < R < 90 m) en descenso

| Nº curva | Vd 85% (km/h) | Radio (m) | Longitud de curva (m) | Tangente anterior a curva (m) | 1/R | R/L | L/R | CCR |
|----------|---------------|-----------|-----------------------|-------------------------------|------|------|------|--------|
| C3 | 63,00 | 72,19 | 137,11 | 2,83 | 0,01 | 0,53 | 1,90 | 777,65 |
| C25 | 68,00 | 68,42 | 55,93 | 76,61 | 0,01 | 1,22 | 0,82 | 353,41 |
| C32 | 59,90 | 73,71 | 97,68 | 29,90 | 0,01 | 0,75 | 1,33 | 595,15 |
| C36 | 73,00 | 82,54 | 49,03 | 24,11 | 0,01 | 1,68 | 0,59 | 465,36 |
| C38 | 66,90 | 75,92 | 63,57 | 124,28 | 0,01 | 1,19 | 0,84 | 255,40 |
| C48 | 61,90 | 66,94 | 65,05 | 61,50 | 0,01 | 1,03 | 0,97 | 440,04 |
| C57 | 66,65 | 67,55 | 44,94 | 112,71 | 0,01 | 1,50 | 0,67 | 241,82 |
| C59 | 64,85 | 85,06 | 79,21 | 13,23 | 0,01 | 1,07 | 0,93 | 577,23 |
| C60 | 61,90 | 87,53 | 81,11 | 21,10 | 0,01 | 1,08 | 0,93 | 519,49 |
| C61 | 61,95 | 79,81 | 105,70 | 23,59 | 0,01 | 0,76 | 1,32 | 586,99 |
| C62 | 63,00 | 78,00 | 63,53 | 79,33 | 0,01 | 1,23 | 0,81 | 326,67 |
| C65 | 60,00 | 62,18 | 101,25 | 42,74 | 0,02 | 0,61 | 1,63 | 648,04 |
| C66 | 57,90 | 71,68 | 142,12 | 33,59 | 0,01 | 0,50 | 1,98 | 646,60 |
| C71 | 60,95 | 89,38 | 200,07 | 134,99 | 0,01 | 0,45 | 2,24 | 382,81 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 34. Modelo (Tangente < 150 m, 60 m < R < 90 m) en descenso



Fuente: Elaboración propia

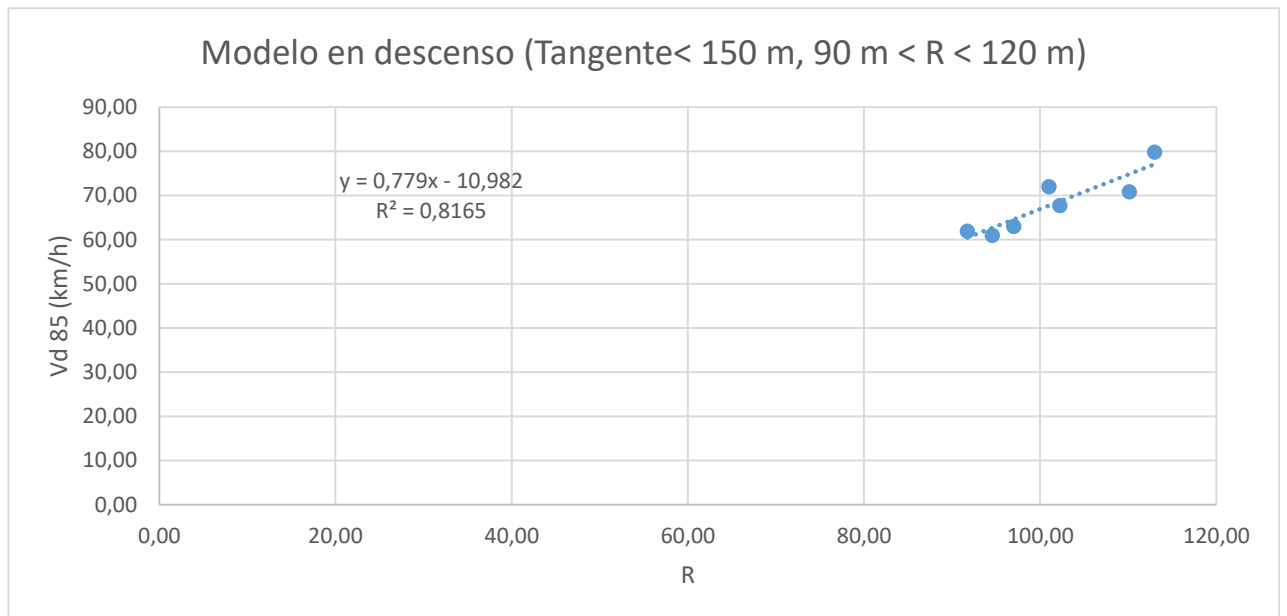
La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Anexo 35. Datos modelo (Tangente < 150 m, 90 m < R < 120 m) en descenso

| Nº curva | Vd 85% (km/h) | Radio (m) | Longitud de curva (m) | Tangente anterior a curva (m) | 1/R | R/L | L/R | CCR |
|----------|---------------|-----------|-----------------------|-------------------------------|------|------|------|--------|
| C30 | 61,85 | 91,74 | 177,43 | 61,66 | 0,01 | 0,52 | 1,93 | 463,54 |
| C33 | 79,8 | 112,99 | 65,49 | 13,80 | 0,01 | 1,73 | 0,58 | 418,85 |
| C35 | 70,75 | 110,11 | 23,92 | 7,43 | 0,01 | 4,60 | 0,22 | 397,06 |
| C44 | 62,95 | 96,99 | 98,04 | 27,05 | 0,01 | 0,99 | 1,01 | 463,04 |
| C63 | 71,95 | 100,99 | 50,34 | 115,54 | 0,01 | 2,01 | 0,50 | 172,18 |
| C68 | 67,7 | 102,22 | 45,17 | 21,15 | 0,01 | 2,26 | 0,44 | 381,79 |
| C79 | 60,95 | 94,57 | 22,67 | 25,42 | 0,01 | 4,17 | 0,24 | 285,65 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 36. Modelo (Tangente < 150 m, 90 m < R < 120 m) en descenso



Fuente: Elaboración propia

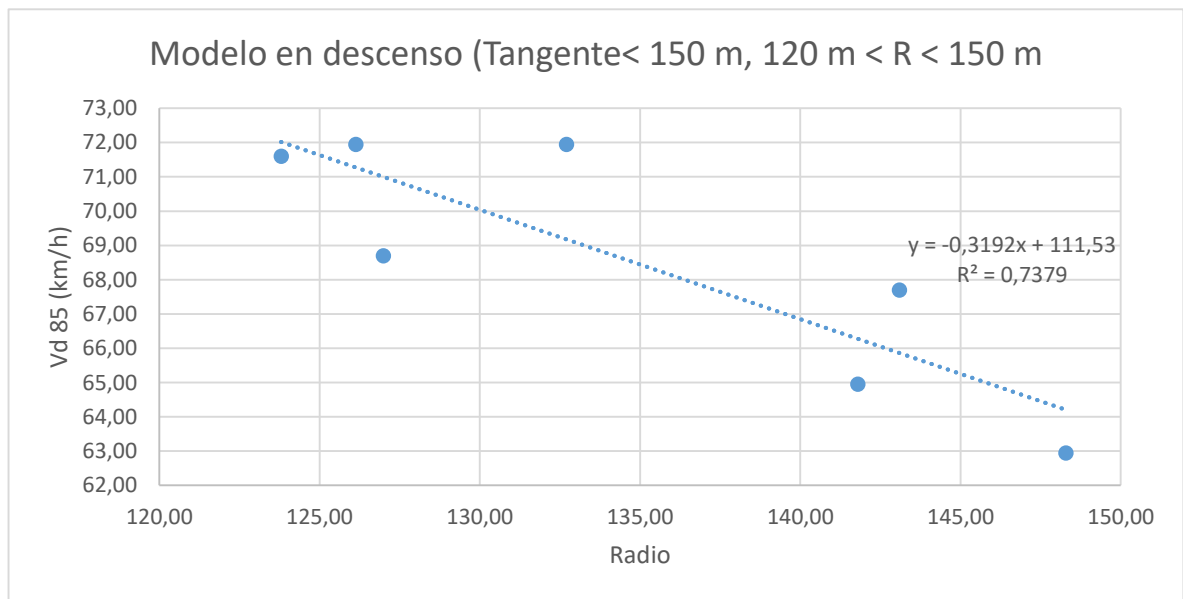
La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Anexo 37. Datos modelo (Tangente < 150 m, 120 m < R < 150 m) en descenso

| Nº curva | Vd 85% (km/h) | Radio (m) | Longitud de curva (m) | Tangente anterior a curva (m) | 1/R | R/L | L/R | CCR |
|----------|---------------|-----------|-----------------------|-------------------------------|------|------|------|--------|
| C7 | 62,95 | 148,29 | 151,52 | 59,96 | 0,01 | 0,98 | 1,02 | 276,84 |
| C9 | 68,70 | 126,99 | 63,02 | 43,88 | 0,01 | 2,02 | 0,50 | 266,00 |
| C13 | 67,70 | 143,10 | 53,84 | 44,28 | 0,01 | 2,66 | 0,38 | 219,73 |
| C22 | 71,95 | 126,13 | 73,78 | 46,46 | 0,01 | 1,71 | 0,58 | 278,75 |
| C27 | 71,95 | 132,70 | 68,40 | 57,40 | 0,01 | 1,94 | 0,52 | 234,78 |
| C58 | 64,95 | 141,80 | 84,15 | 77,38 | 0,01 | 1,69 | 0,59 | 210,52 |
| C67 | 71,60 | 123,80 | 52,39 | 112,38 | 0,01 | 2,36 | 0,42 | 147,15 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 38. Modelo (Tangente < 150 m, 120 m < R < 150 m) en descenso



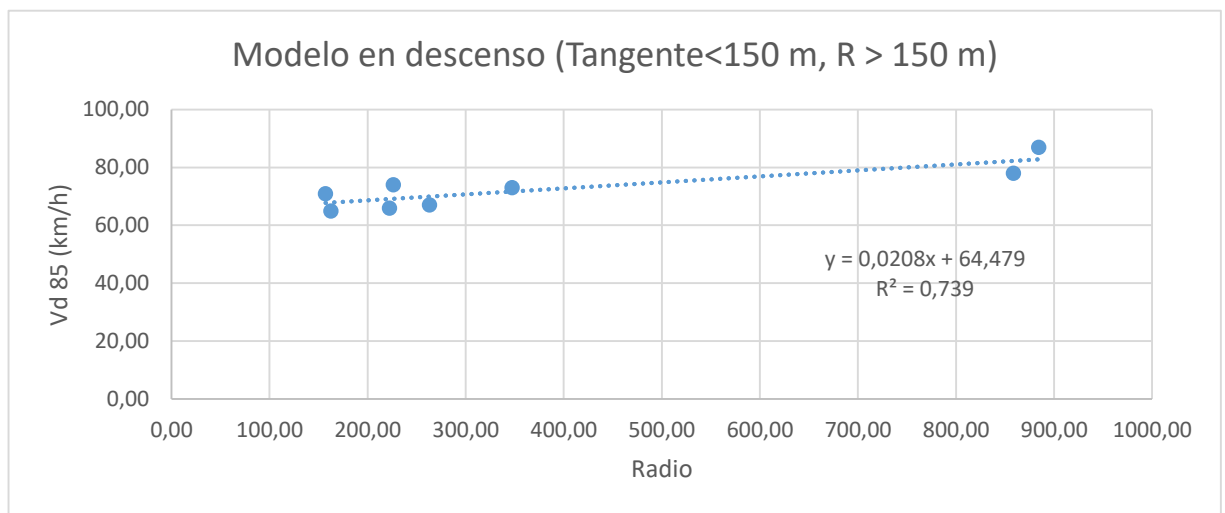
Fuente: Elaboración propia

Anexo 39. Datos modelo (Tangente < 150 m, R > 150 m) en descenso

| Nº curva | Vd 85% (Km/h) | Radio (m) | Longitud de curva (m) | Tangente anterior a curva (m) | 1/R | R/L | L/R | CCR |
|----------|---------------|-----------|-----------------------|-------------------------------|------|-------|------|--------|
| C2 | 70,85 | 156,98 | 27,03 | 29,19 | 0,01 | 5,81 | 0,17 | 175,49 |
| C14 | 65,95 | 222,10 | 29,73 | 57,39 | 0,00 | 7,47 | 0,13 | 88,05 |
| C24 | 74,00 | 226,15 | 83,82 | 9,15 | 0,00 | 2,70 | 0,37 | 228,44 |
| C54 | 77,95 | 858,54 | 82,08 | 11,52 | 0,00 | 10,46 | 0,10 | 58,53 |
| C55 | 86,95 | 884,26 | 92,15 | 5,14 | 0,00 | 9,60 | 0,10 | 61,38 |
| C77 | 64,90 | 162,58 | 48,35 | 3,51 | 0,01 | 3,36 | 0,30 | 328,59 |
| C80 | 67,00 | 262,93 | 76,33 | 100,99 | 0,00 | 3,44 | 0,29 | 93,81 |
| C81 | 73,00 | 347,40 | 105,11 | 100,81 | 0,00 | 3,31 | 0,30 | 84,19 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 40. Modelo (Tangente < 150 m, R > 150 m) en descenso



Fuente: Elaboración propia

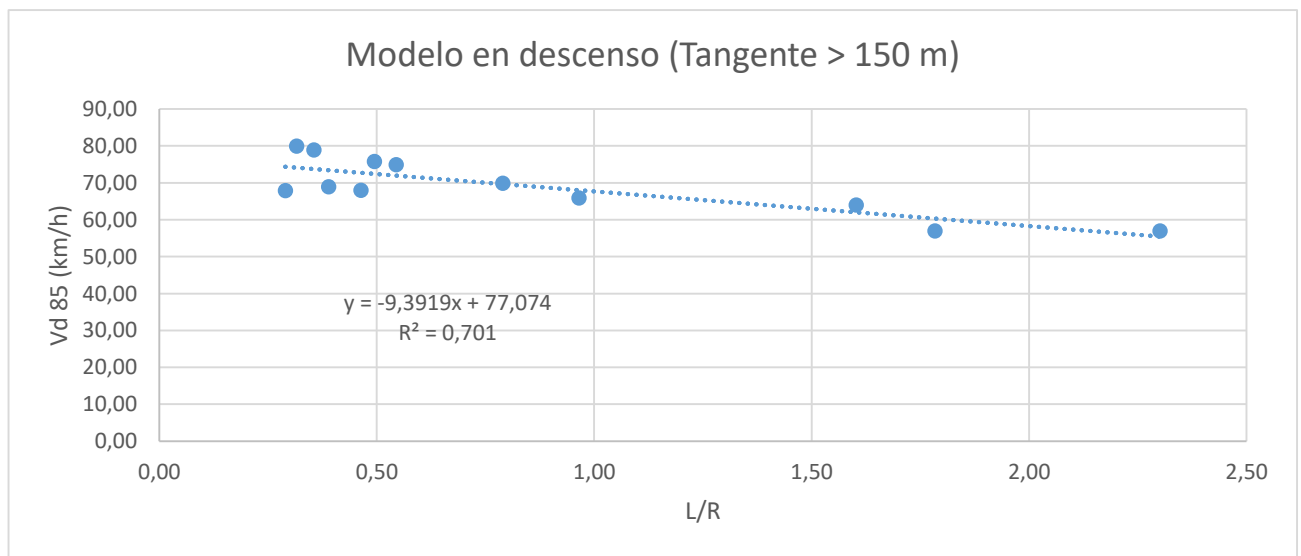
La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Anexo 41 Datos modelo (Tangente > 150 m) en descenso

| Nº curva | Vd 85% | Radio (m) | Longitud de curva (m) | Tangente anterior a curva (m) | 1/R | R/L | L/R | CCR |
|----------|--------|-----------|-----------------------|-------------------------------|------|------|------|--------|
| C4 | 64 | 72,20 | 115,68 | 196,10 | 0,01 | 0,62 | 1,60 | 294,48 |
| C5 | 65,9 | 148,26 | 143,09 | 229,32 | 0,01 | 1,04 | 0,97 | 148,50 |
| C15 | 67,95 | 68,76 | 31,87 | 169,53 | 0,01 | 2,16 | 0,46 | 131,87 |
| C23 | 74,95 | 93,19 | 50,74 | 165,15 | 0,01 | 1,84 | 0,54 | 144,51 |
| C41 | 79,95 | 247,85 | 78,28 | 164,87 | 0,00 | 3,17 | 0,32 | 74,43 |
| C42 | 78,95 | 124,10 | 44,07 | 255,46 | 0,01 | 2,82 | 0,36 | 67,94 |
| C46 | 68,95 | 107,17 | 41,73 | 158,65 | 0,01 | 2,57 | 0,39 | 111,34 |
| C50 | 57 | 48,25 | 86,08 | 232,16 | 0,02 | 0,56 | 1,78 | 321,19 |
| C53 | 75,8 | 170,52 | 84,33 | 180,86 | 0,01 | 2,02 | 0,49 | 106,86 |
| C56 | 69,9 | 88,06 | 69,54 | 244,81 | 0,01 | 1,27 | 0,79 | 143,94 |
| C70 | 67,9 | 23,78 | 6,89 | 209,86 | 0,04 | 3,45 | 0,29 | 76,57 |
| C75 | 56,95 | 62,51 | 143,86 | 317,64 | 0,02 | 0,43 | 2,30 | 285,76 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 42. Modelo (Tangente > 150 m) en descenso



Fuente: Elaboración propia

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

Anexo 43. Velocidades de operación obtenidas en campo Autopista Medellín - Bogotá (en ascenso)

| Curva | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 53 | 46 | 53 | 51 | 62 | 60 | 54 | 57 | 49 | 62 | 67 | 48 | 48 | 55 | 48 | 50 | 62 | 54 | 56 | 60 | 61 | 64 | 56 | 58 | 55 | | | | |
| 2 | 54 | 55 | 52 | 52 | 65 | 49 | 55 | 54 | 52 | 60 | 57 | 51 | 49 | 50 | 53 | 51 | 59 | 56 | 65 | 58 | 54 | 60 | 62 | 69 | 53 | | | | |
| 3 | 58 | 60 | 99 | 54 | 53 | 70 | 70 | 62 | 54 | 63 | 60 | 58 | 58 | 75 | 49 | 68 | 56 | 48 | 65 | 70 | 65 | 43 | 67 | 52 | 73 | 67 | | | |
| 4 | 64 | 50 | 62 | 79 | 63 | 70 | 65 | 76 | 65 | 64 | 61 | 62 | 50 | 72 | 62 | 67 | 59 | 70 | 51 | 77 | 59 | 46 | 53 | 58 | 68 | 53 | 76 | 51 | |
| 5 | 50 | 54 | 62 | 82 | 62 | 54 | 49 | 54 | 61 | 72 | 78 | 45 | 76 | 76 | 73 | 71 | 40 | 57 | 41 | 72 | 80 | 72 | 79 | 52 | 63 | 60 | 45 | 50 | 48 |
| 6 | 76 | 52 | 72 | 48 | 43 | 56 | 52 | 48 | 61 | 64 | 58 | 57 | 60 | 67 | 85 | 92 | 54 | 62 | 64 | 52 | 61 | 45 | 52 | 63 | 58 | | | | |
| 7 | 53 | 66 | 52 | 43 | 64 | 66 | 62 | 56 | 63 | 82 | 53 | 56 | 60 | 64 | 66 | 57 | 72 | 46 | 51 | 62 | 46 | 59 | 55 | 54 | 65 | | | | |
| 8 | 56 | 68 | 61 | 58 | 55 | 50 | 68 | 88 | 75 | 49 | 71 | 61 | 57 | 52 | 67 | 69 | 72 | 52 | 61 | 76 | 70 | 54 | 56 | 68 | 68 | 52 | | | |
| 9 | 63 | 60 | 52 | 67 | 69 | 56 | 68 | 77 | 60 | 67 | 56 | 46 | 69 | 70 | 61 | 68 | 65 | 59 | 72 | 73 | 88 | 70 | 60 | 62 | 70 | | | | |
| 10 | 57 | 66 | 61 | 70 | 54 | 69 | 61 | 54 | 65 | 58 | 60 | 62 | 55 | 68 | 62 | 59 | 63 | 52 | 70 | 54 | 69 | 56 | 77 | 56 | 62 | 50 | | | |
| 11 | 75 | 72 | 64 | 58 | 80 | 69 | 70 | 74 | 51 | 63 | 72 | 42 | 72 | 60 | 65 | 89 | 73 | 71 | 68 | 55 | 64 | 56 | 69 | 65 | 59 | 52 | | | |
| 12 | 50 | 66 | 58 | 54 | 61 | 57 | 67 | 53 | 60 | 76 | 61 | 63 | 65 | 59 | 54 | 55 | 75 | 64 | 70 | 58 | 61 | 62 | 60 | 64 | 57 | | | | |
| 13 | 79 | 56 | 61 | 70 | 48 | 64 | 52 | 69 | 67 | 78 | 66 | 52 | 62 | 56 | 66 | 64 | 72 | 67 | 55 | 66 | 63 | 56 | 60 | 68 | 54 | | | | |
| 14 | 74 | 64 | 63 | 74 | 89 | 77 | 52 | 48 | 68 | 59 | 78 | 68 | 79 | 58 | 54 | 53 | 53 | 50 | 60 | 67 | 70 | 69 | 73 | 70 | 65 | | | | |
| 15 | 58 | 62 | 55 | 64 | 51 | 61 | 57 | 73 | 70 | 63 | 60 | 66 | 52 | 60 | 47 | 59 | 64 | 54 | 60 | 65 | 53 | 72 | 60 | 65 | 78 | | | | |
| 16 | 56 | 60 | 58 | 56 | 63 | 71 | 58 | 66 | 57 | 58 | 68 | 68 | 73 | 70 | 56 | 56 | 57 | 66 | 65 | 59 | 62 | 64 | 68 | 65 | 67 | | | | |

Fuente: Elaboración propia

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

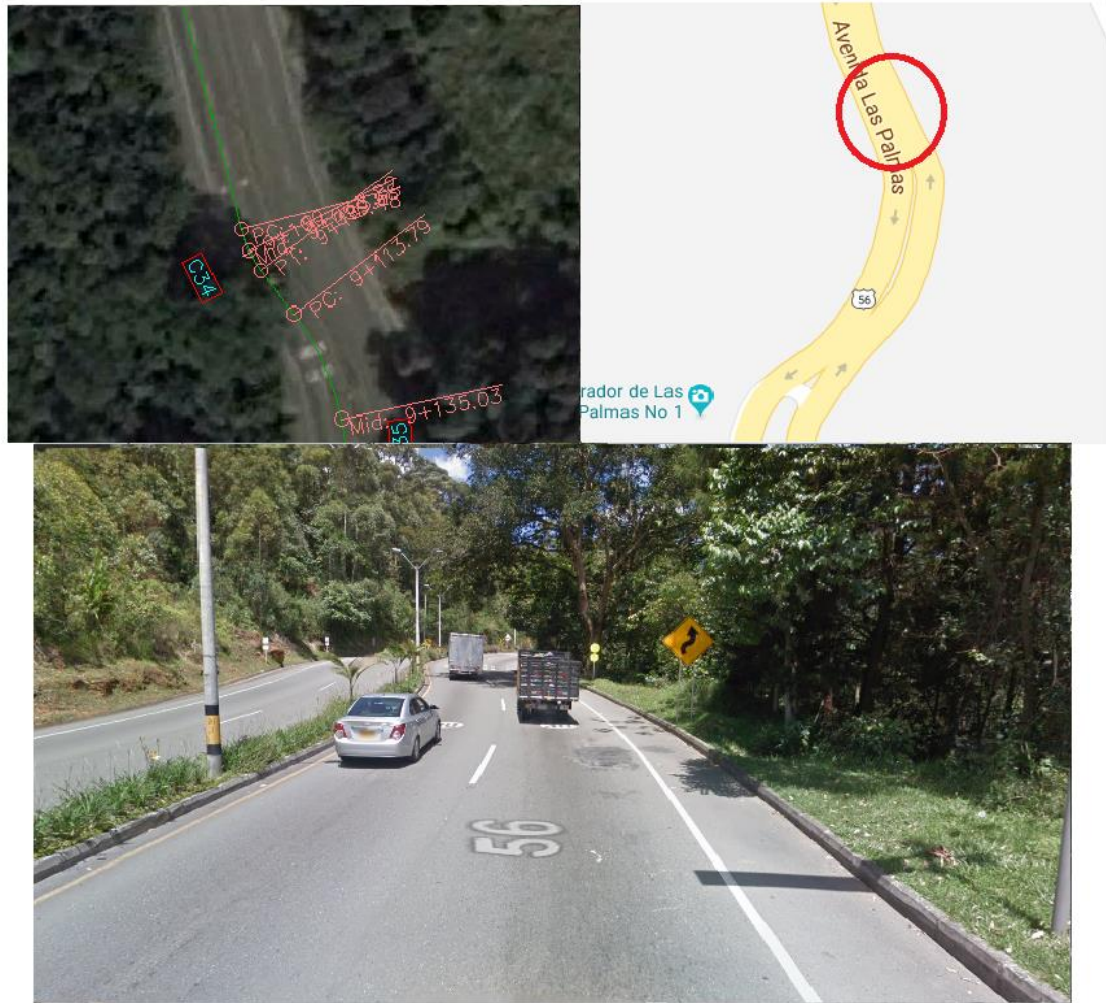
Anexo 44. Velocidades de operación obtenidas en campo Autopista Medellín - Bogotá (en descenso)

| Curva | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 62 | 67 | 70 | 65 | 57 | 56 | 62 | 74 | 61 | 57 | 53 | 64 | 64 | 52 | 45 | 63 | 74 | 57 | 65 | 62 | 65 | 63 | 63 | 61 | 66 | | |
| 2 | 40 | 58 | 56 | 62 | 54 | 72 | 56 | 72 | 63 | 65 | 69 | 42 | 57 | 60 | 71 | 66 | 75 | 69 | 75 | 61 | 69 | 63 | 63 | 65 | 59 | 63 | |
| 3 | 65 | 58 | 59 | 53 | 63 | 54 | 67 | 68 | 70 | 57 | 52 | 62 | 59 | 73 | 56 | 62 | 59 | 60 | 56 | 68 | 72 | 66 | 51 | 72 | 62 | | |
| 4 | 70 | 62 | 58 | 65 | 69 | 68 | 63 | 58 | 68 | 75 | 62 | 66 | 65 | 73 | 68 | 54 | 67 | 59 | 72 | 57 | 69 | 72 | 60 | 53 | 64 | | |
| 5 | 83 | 50 | 74 | 67 | 63 | 75 | 45 | 70 | 71 | 62 | 78 | 73 | 86 | 89 | 68 | 64 | 78 | 76 | 80 | 58 | 60 | 55 | 75 | 74 | 66 | | |
| 6 | 62 | 68 | 66 | 66 | 62 | 63 | 75 | 78 | 69 | 71 | 83 | 76 | 75 | 76 | 74 | 67 | 64 | 67 | 54 | 82 | 81 | 65 | 58 | 68 | 50 | 69 | |
| 7 | 66 | 66 | 63 | 80 | 68 | 71 | 70 | 72 | 58 | 71 | 66 | 64 | 76 | 68 | 74 | 70 | 73 | 74 | 68 | 71 | 58 | 74 | 75 | 59 | 66 | 69 | 64 |
| 8 | 68 | 78 | 71 | 56 | 75 | 86 | 69 | 73 | 64 | 61 | 48 | 70 | 3 | 63 | 71 | 85 | 76 | 86 | 69 | 78 | 62 | 74 | 66 | 74 | 64 | | |
| 9 | 57 | 67 | 71 | 66 | 72 | 64 | 58 | 46 | 70 | 63 | 68 | 60 | 58 | 70 | 64 | 54 | 51 | 71 | 60 | 60 | 67 | 60 | 68 | 64 | 53 | | |
| 10 | 65 | 69 | 59 | 60 | 72 | 64 | 57 | 71 | 53 | 69 | 64 | 61 | 60 | 61 | 82 | 64 | 61 | 68 | 60 | 64 | 66 | 69 | 74 | 66 | 71 | 73 | 68 |
| 11 | 70 | 78 | 68 | 65 | 57 | 50 | 63 | 56 | 68 | 56 | 61 | 76 | 66 | 55 | 57 | 59 | 61 | 71 | 66 | 62 | 73 | 70 | 65 | 56 | 63 | | |
| 12 | 65 | 79 | 65 | 66 | 75 | 53 | 96 | 72 | 53 | 62 | 72 | 61 | 62 | 66 | 62 | 50 | 70 | 63 | 65 | 69 | 74 | 65 | 76 | 84 | 73 | | |
| 13 | 76 | 66 | 51 | 54 | 62 | 66 | 73 | 77 | 69 | 54 | 53 | 62 | 75 | 76 | 74 | 68 | 57 | 71 | 83 | 67 | 54 | 75 | 73 | 60 | 83 | | |
| 14 | 76 | 65 | 80 | 60 | 78 | 60 | 71 | 81 | 79 | 72 | 46 | 58 | 72 | 68 | 68 | 83 | 76 | 65 | 68 | 60 | 63 | 68 | 70 | 85 | 70 | | |

Fuente: Elaboración propia

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

Anexo 45. Localización curva 34 en ascenso



Fuente: (Google Maps, 2018)

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

Anexo 46. Localización curva 39 en ascenso



Fuente: (Google Maps, 2018)

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

Anexo 47. Localización curva 61 en ascenso



Fuente: (Google Maps, 2018)

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

Anexo 48. Localización curva 64 en ascenso



Fuente: (Google Maps, 2018)

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

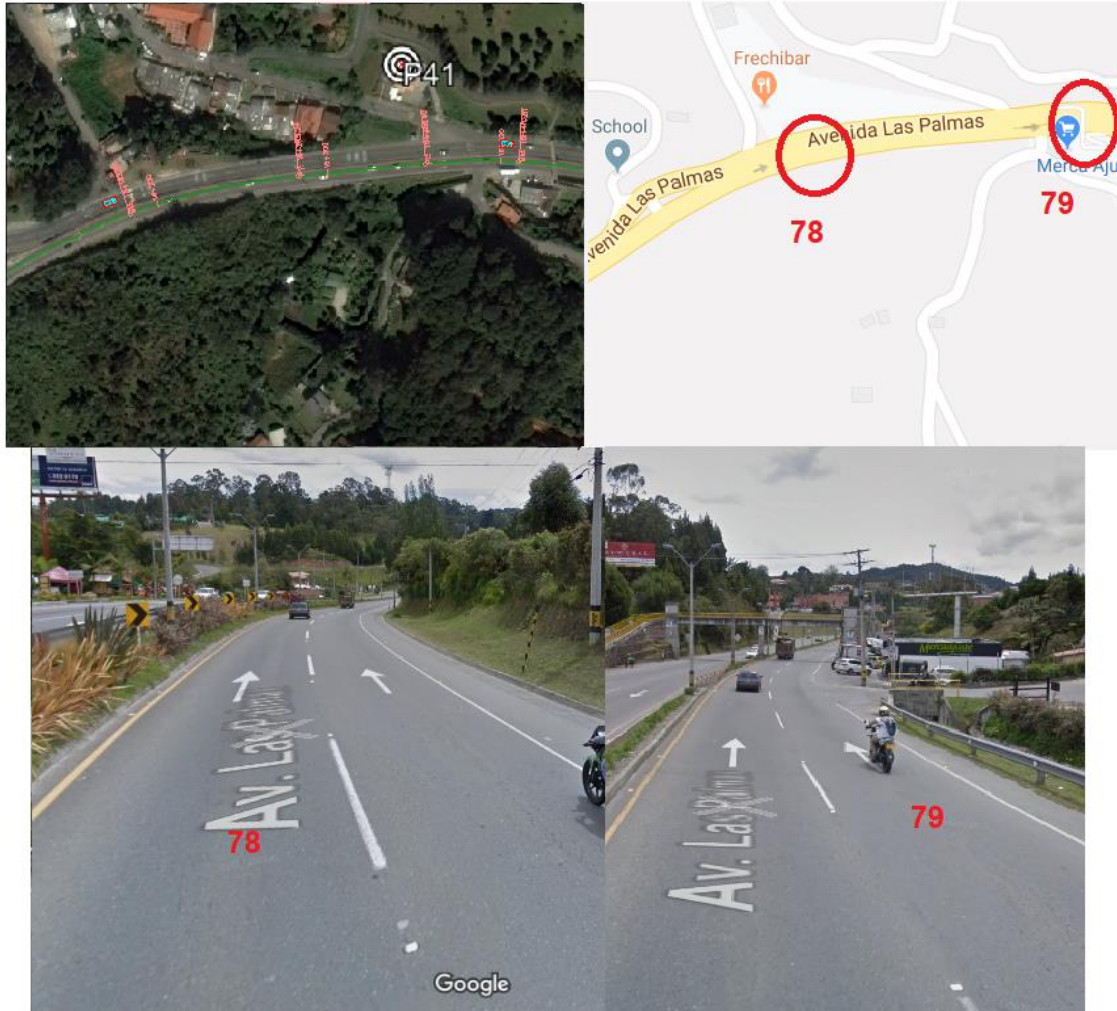
Anexo 49. Localización curva 54 en ascenso



Fuente: (Google Maps, 2018)

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

Anexo 50. Localización curva 78 y 79 en ascenso



Fuente: (Google Maps, 2018)

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

Anexo 51. Localización curva 21 en descenso



Fuente: (Google Maps, 2018)

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

Anexo 52. Localización curva 26 en descenso



Fuente: (Google Maps, 2018)

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

Anexo 53. Localización curva 39 en descenso



Fuente: (Google Maps, 2018)

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

Anexo 54. Localización curva 64 en descenso



Fuente: (Google Maps, 2018)

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

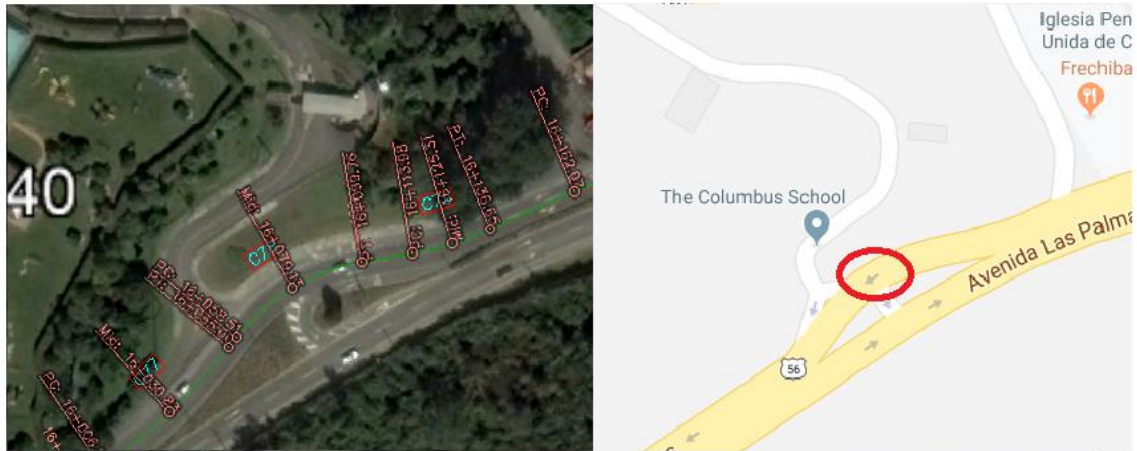
Anexo 55. Localización curva 70 en descenso



Fuente: (Google Maps, 2018)

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

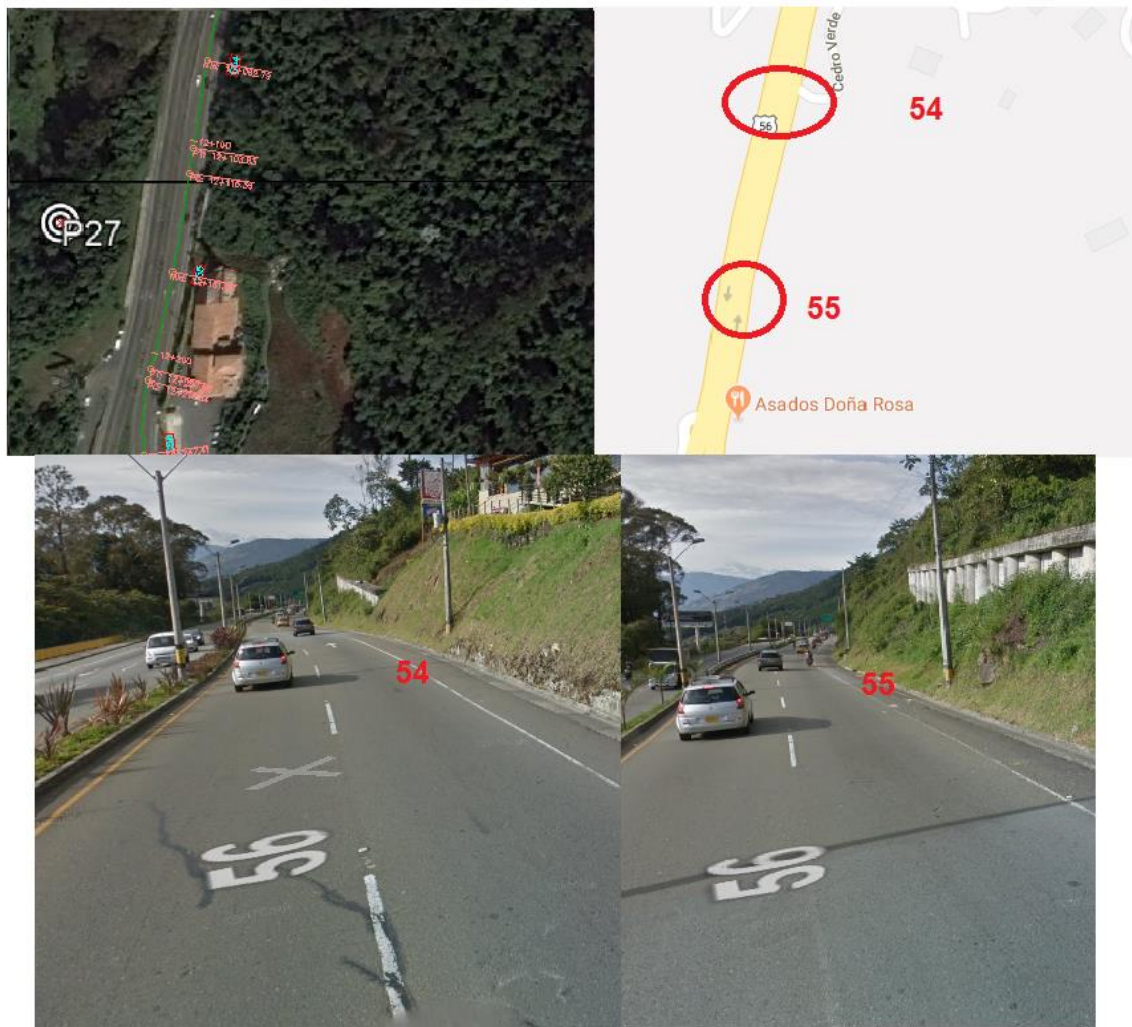
Anexo 56. Localización curva 78 en descenso



Fuente: (Google Maps, 2018)

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

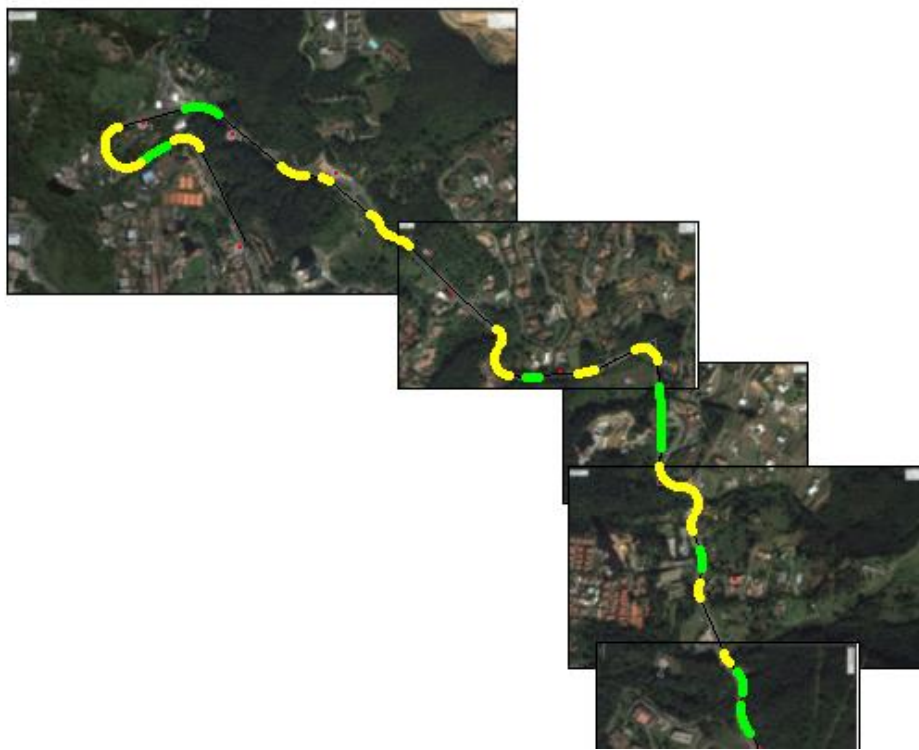
Anexo 57. Localización curva 54 y 55 en descenso



Fuente: (Google Maps, 2018)

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

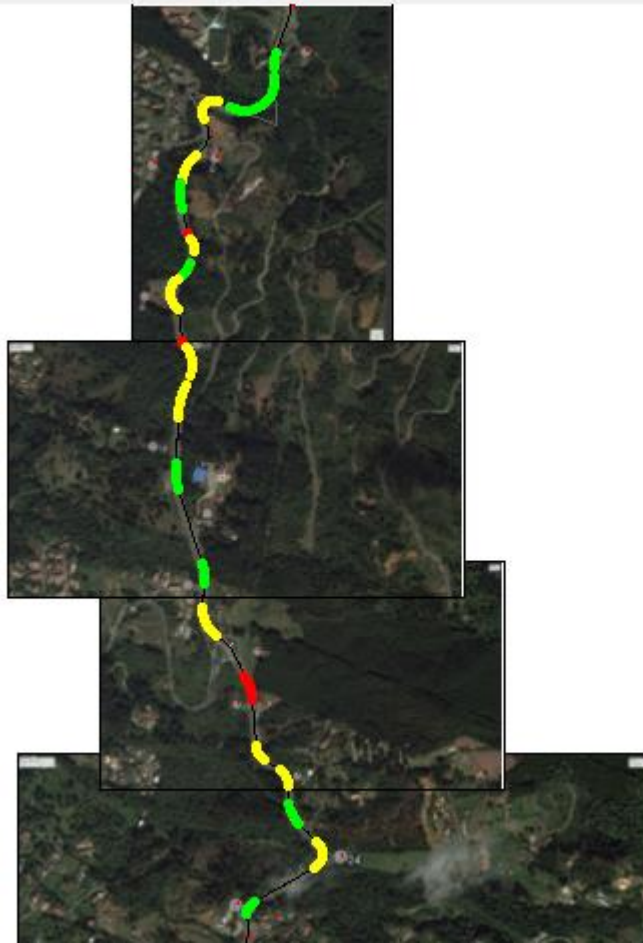
Anexo 58. Mapa de calor en ascenso desde Km 4+000 hasta km 8+125



Fuente: (Google Maps, 2018) con modificaciones propias.

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

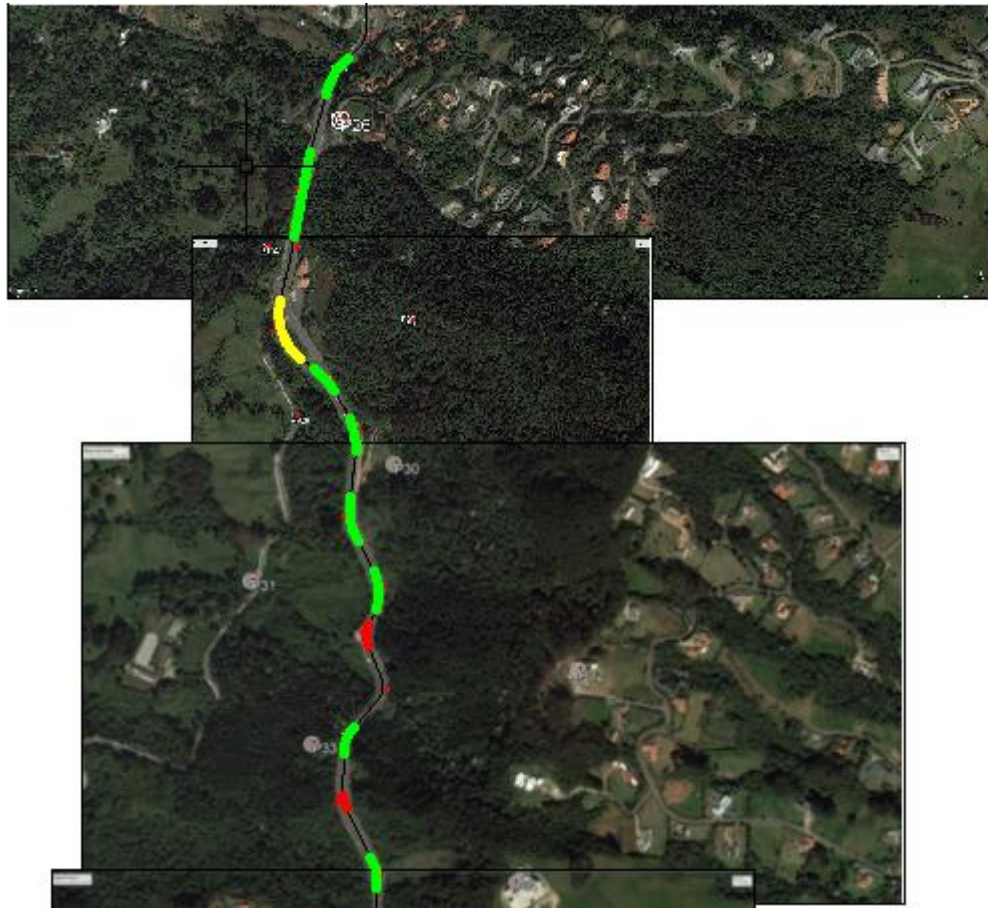
Anexo 59. Mapa de calor en ascenso desde Km 8+125 hasta km 11+630



Fuente: (Google Maps, 2018) con modificaciones propias.

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

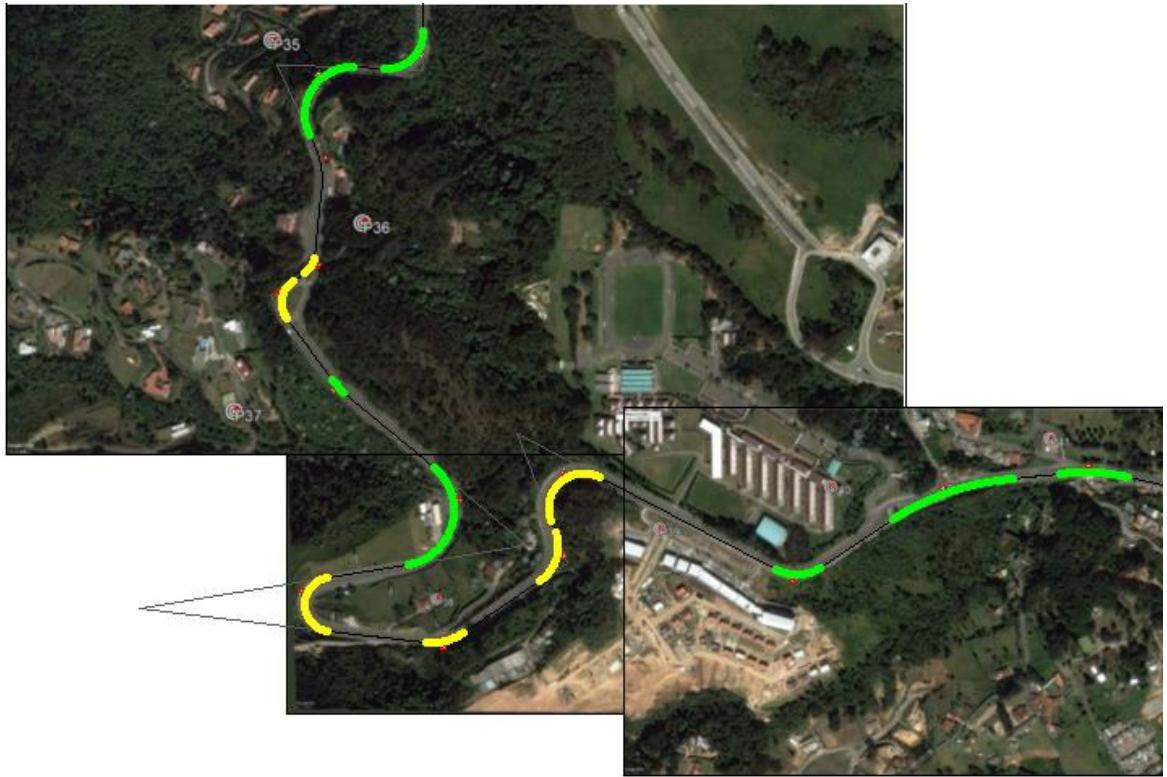
Anexo 60. Mapa de calor en ascenso desde Km 11+630 hasta km 13+500



Fuente: (Google Maps, 2018) con modificaciones propias.

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

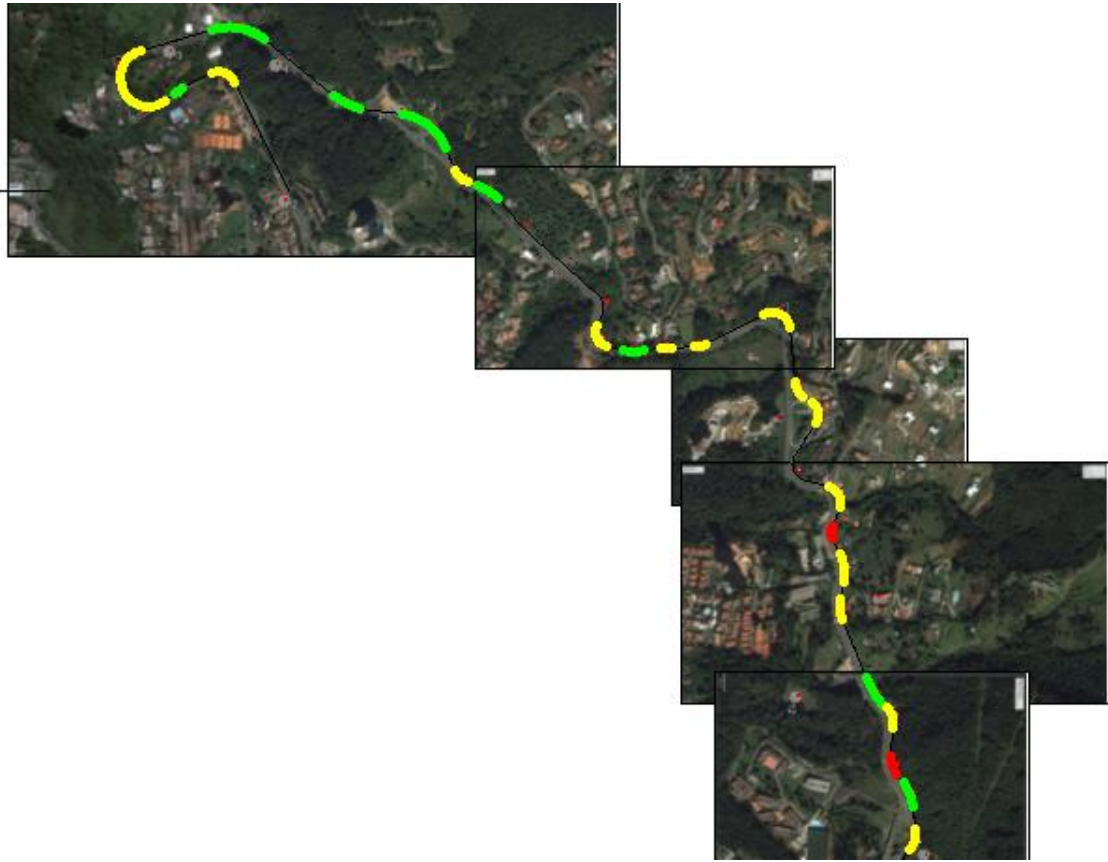
Anexo 61. Mapa de calor en ascenso desde Km 13+500 hasta km 16+500



Fuente: (Google Maps, 2018) con modificaciones propias.

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

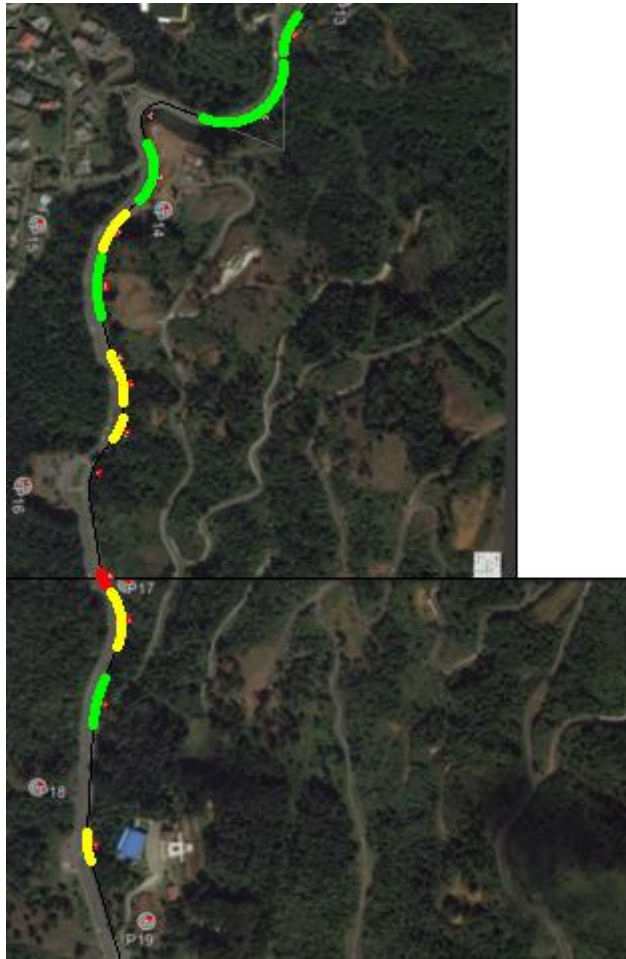
Anexo 62. Mapa de calor en descenso desde Km 4+100 hasta km 8+320



Fuente: (Google Maps, 2018) con modificaciones propias.

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

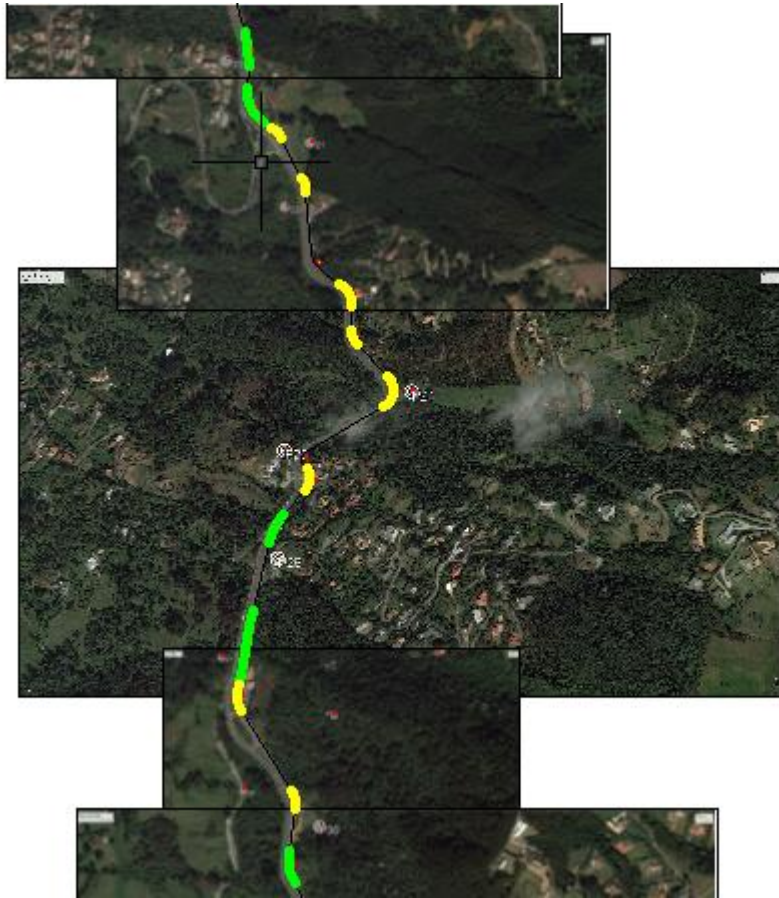
Anexo 63. Mapa de calor en descenso desde Km 8+320 hasta km 10+100



Fuente: (Google Maps, 2018) con modificaciones propias.

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

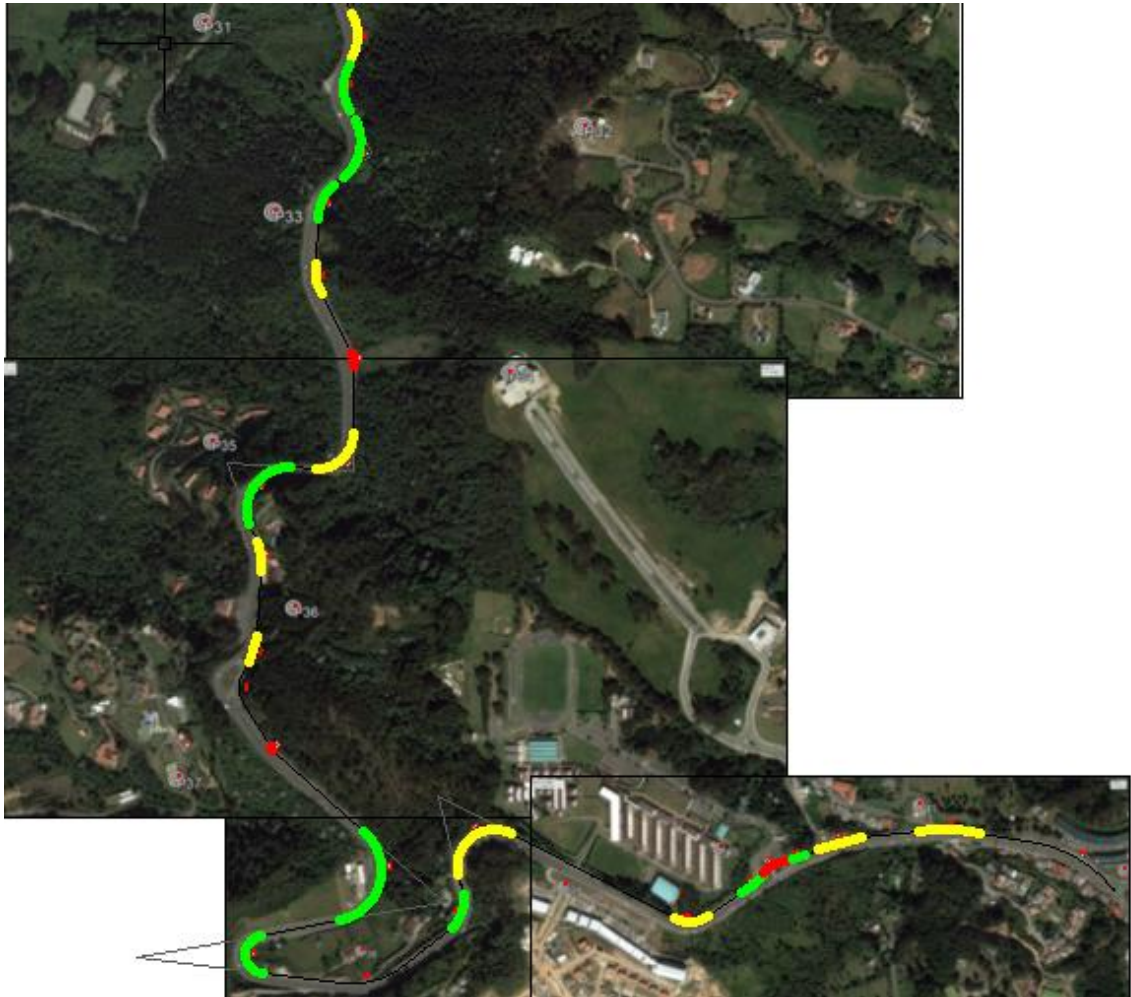
Anexo 64. Mapa de calor en descenso desde Km 10+100 hasta km 12+800



Fuente: (Google Maps, 2018) con modificaciones propias.

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

Anexo 65. Mapa de calor en descenso desde Km 12+800 hasta km 16+500



Fuente: (Google Maps, 2018) con modificaciones propias.

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

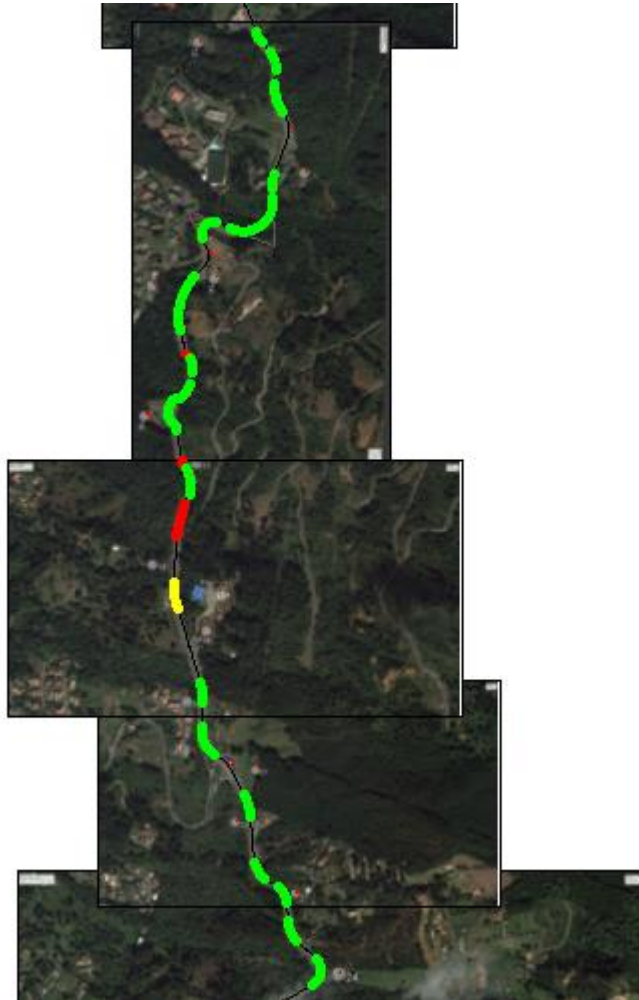
Anexo 66. Mapa de calor en ascenso con estrechamiento de carriles desde Km4+100 hasta km 7+700



Fuente: (Google Maps, 2018) con modificaciones propias.

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

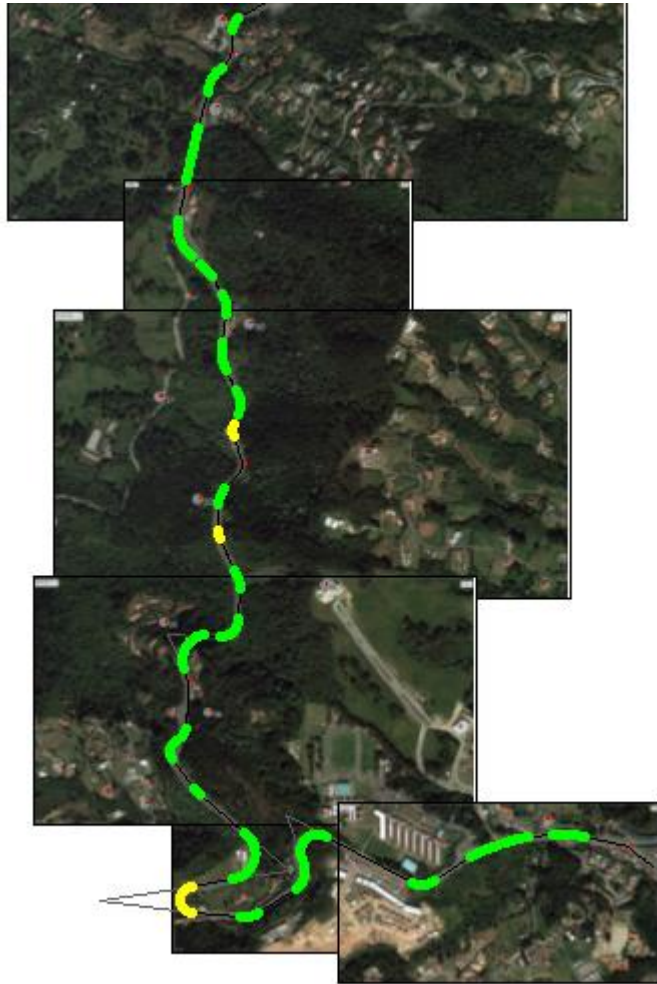
Anexo 67. Mapa de calor en ascenso con estrechamiento de carriles desde Km7+700 hasta km 11+400



Fuente: (Google Maps, 2018) con modificaciones propias.

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

Anexo 68. Mapa de calor en ascenso con estrechamiento de carriles desde Km11+400 hasta km 16+500



Fuente: (Google Maps, 2018) con modificaciones propias.

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

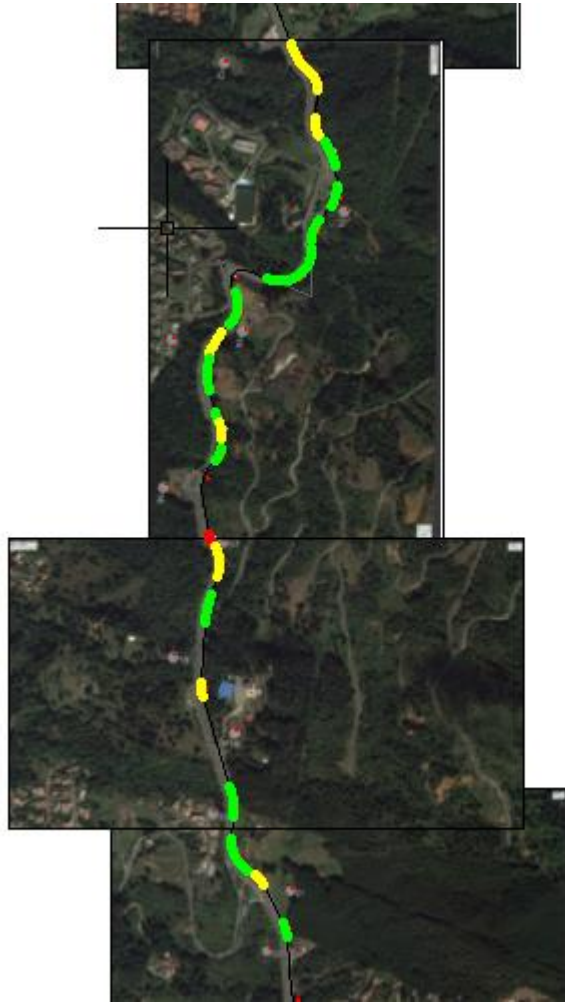
Anexo 69. Mapa de calor en descenso con estrechamiento de carriles desde Km4+100 hasta km 7+700



Fuente: (Google Maps, 2018) con modificaciones propias.

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

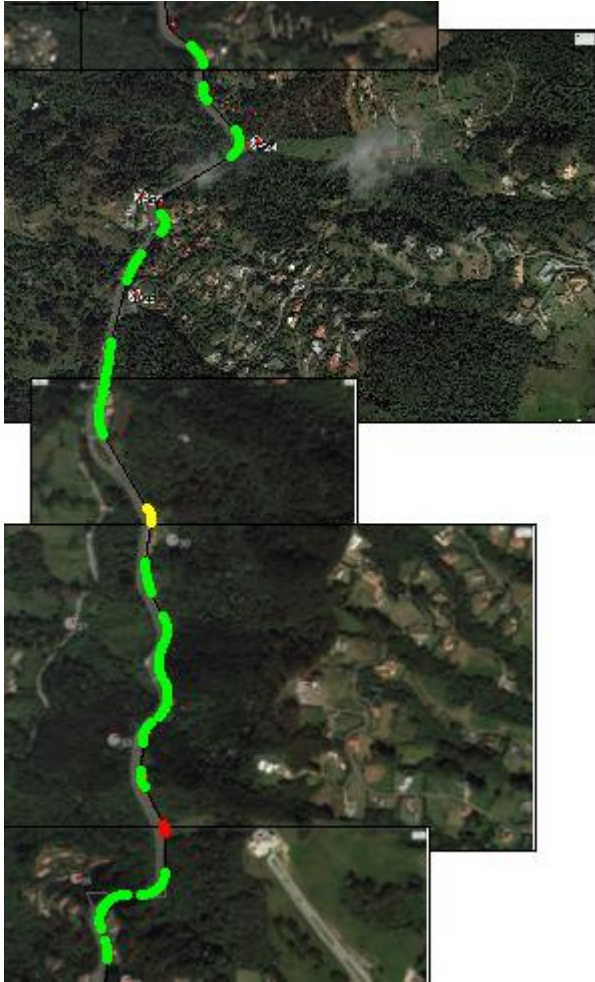
Anexo 70. Mapa de calor en descenso con estrechamiento de carriles desde Km7+700 hasta km 10+800



Fuente: (Google Maps, 2018) con modificaciones propias.

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

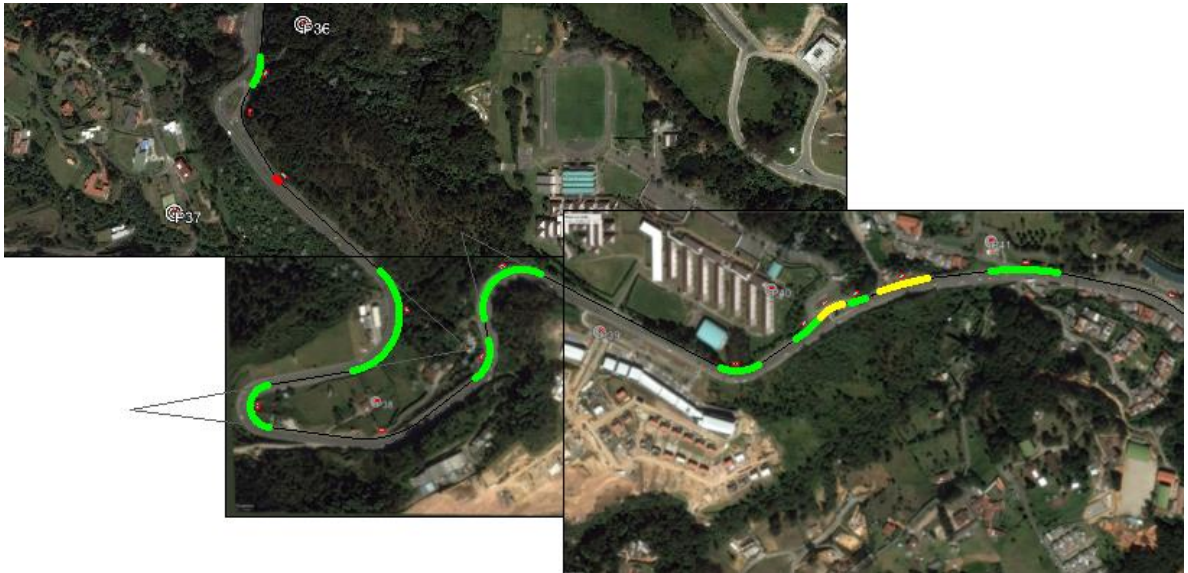
Anexo 71. Mapa de calor en descenso con estrechamiento de carriles desde Km10+800 hasta km 14+000



Fuente: (Google Maps, 2018) con modificaciones propias.

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

Anexo 72. Mapa de calor en descenso con estrechamiento de carriles desde Km10+800 hasta km 14+000



Fuente: (Google Maps, 2018) con modificaciones propias.

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