

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ingeniería

Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transporte

Evaluación de la seguridad de la vía Cuenca-Girón-Pasaje, tramo entre los cantones Cuenca y Girón, mediante el Programa Internacional de Evaluación de Carreteras IRAP


Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Ingeniería en Vialidad y Transportes

Autor:

Patricio Armando Espinoza Márquez

Director:

Yasmany Damián García Ramírez

ORCID:  0000-0002-0250-5155

Cuenca, Ecuador

2023-12-18

Resumen

A nivel mundial, la seguridad vial representa unos de los aspectos más preocupantes debido a que el número de muertes anuales por siniestros de tránsito han alcanzado 1.35 millones. Por lo que se requiere estrategias y medidas eficaces para evitar estas muertes, tales como la disminución de la velocidad, evitar el consumo de alcohol, concientización a todos los usuarios viales, entre otros. Así mismo, se destaca la creación de infraestructura más segura con señalética adecuada, carriles dedicados para ciclistas y motociclistas, y que se construyan vías más seguras que sigan los lineamientos mundiales y que han funcionado en la disminución de siniestros y muertes causadas por el tránsito. Una de las organizaciones que permite crear y/o mejorar vías seguras es el iRAP (Programa Internacional de Evaluación de Vías). Esta organización se dedica a salvar vidas eliminando o modificando elementos y/o secciones de la vía que representan un peligro para los usuarios. Lo que propone iRAP es una evaluación de vías, para asignarles una clasificación por estrellas y planes de inversión, a través de su procedimiento desarrollado y colocado en el programa ViDA. El iRAP asigna un número de estrellas de acuerdo al riesgo vial, esto es 1 estrella para vías más peligrosas y 5 estrellas para las menos peligrosas. En este contexto, se realizó una evaluación de seguridad de la vía Cuenca-Girón-Pasaje, en el tramo comprendido entre los cantones de Cuenca y Girón (aproximadamente 35 km) utilizando el método propuesto por el iRAP. Se determinó su clasificación actual entre 1 y 3 estrellas. Aplicando medidas de mejoramiento como guardavías, bandas alertadoras y aceras peatonales dentro de un plan de inversión de bajo costo, se alcanzó una clasificación de 3 estrellas para más del 70% de los tramos intervenidos reduciendo el número de siniestros, así como la gravedad de estos. Con el presente estudio se pretende cimentar las bases para que se aplique esta metodología al resto de las vías del Azuay y del Ecuador, permitiendo una planificación de la seguridad vial con una perspectiva de prevención y no de remediación.

Palabras clave: evaluación vial, siniestros en carreteras, atributos viales, clasificación por estrellas, medidas de mejoramiento, metodología iRAP



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

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

Worldwide, road safety represents one of the most worrying aspects because the number of annual deaths due to traffic accidents has reached 1.35 million. Therefore, effective strategies and measures are required to avoid these deaths, such as reducing speed, avoiding alcohol consumption, raising awareness among all road users, among others. Likewise, the creation of safer infrastructure with adequate signage, dedicated lanes for cyclists and motorcyclists, and the construction of safer roads that follow global guidelines and that have worked in reducing accidents and deaths caused by traffic are highlighted. One of the organizations that allows safe roads to be created and/or improved is the iRAP (International Road Assessment Programme). This organization is dedicated to saving lives by eliminating or modifying elements and/or sections of the road that represent a danger to users. What iRAP proposes is an evaluation of roads, to assign them a star rating and investment plans, through its procedure developed and placed in the ViDA program. The iRAP assigns a number of stars according to road risk, this is 1 star for the most dangerous roads and 5 stars for the least dangerous. In this context, a safety evaluation of the Cuenca-Girón-Pasaje road was carried out, in the section between the cantons of Cuenca and Girón (approximately 35 km) using the method proposed by the iRAP. Your current rating is calculated between 1 and 3 stars. By applying improvement measures such as highway guards, warning strips and pedestrian sidewalks within a low-cost investment plan, a 3-star classification was achieved for more than 70% of the intervened sections, reducing the number of accidents, as well as the severity of these. The present study aims to lay the foundations for applying this methodology to the rest of the roads in Azuay and Ecuador, allowing road safety planning with a perspective of prevention and not remediation.

Keywords: oad evaluation, road accidents, road attributes, star classification, improvement measures, iRAP methodology



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

Capítulo 1. Generalidades	11
1.1 Introducción	11
1.2 Definición del problema	12
1.3 Objetivos	12
1.3.1 Objetivo General	12
1.3.2 Objetivos Específicos.....	12
1.4 Alcance.....	12
1.5 Justificación	13
1.6 Delimitación	13
Capítulo 2. Metodología de la clasificación por estrellas y planes de inversión del Irap ...	14
2.1 Atributos Viales	14
2.2 Usuarios viales	16
2.3 Tipos de accidentes	17
2.4 Puntajes para la clasificación por estrellas.....	18
2.5 Bandas de clasificación por estrellas	19
2.6 Clasificación por estrellas suavizadas.....	21
2.7 Medidas de mejoramiento	23
Capítulo 3. Evaluación del estado actual de la vía Cuenca-Girón	27
3.1 Ubicación.....	27
3.2 Clasificación de la carretera	27
3.3 Sección Transversal.....	29
3.4 Alineación Horizontal	31
3.5 Alineación Vertical	32
3.6 Intersecciones.....	33
3.7 Puntos de accesos.....	35
3.8 Análisis del Flujo Vehicular.....	36

3.9	Conteo de peatones y ciclistas	39
3.10	Flujo de peatones observado a lo largo de la vía	42
3.11	Velocidad de operación	42
Capítulo 4.	Resultados	44
4.1	Calificación de estrellas Vía Cuenca-Girón	44
4.2	Aplicación de contramedidas	50
4.3	Plan de inversión y costo de implementación de mejoras	56
Capítulo 5.	Conclusiones y recomendaciones	59
Referencias	61
Apéndice	63
Anexos	85

Índice de figuras

Figura 1. Delimitación del proyecto	13
Figura 2. El ocupante de un vehículo o motociclista se sale del carril (pérdida de control o adelantamiento).	18
Figura 3. Formato de cálculo de las ecuaciones para el SRS de ocupantes de vehículos. .	19
Figura 4. Clasificación por estrellas suavizadas para ocupantes de vehículos y costos por accidentes mortales con lesiones graves por vehículo kilómetro recorrido.....	21
Figura 5. Puntaje de la calificación por estrellas SRS (gris) y los SRS suavizados (blanco).	22
Figura 6. Ubicación del proyecto.....	27
Figura 7. Clasificación según desempeño.....	29
Figura 8. Sección Típica Mixta Normal, Carretera Cuenca-Girón.....	31
Figura 9. Plano CAD Alineamiento Horizontal.....	32
Figura 10. Planos CAD Alineamiento Vertical.....	33
Figura 11. Intersección Puente de Zhucay.....	34
Figura 12. Intersección "T" de Tarqui.....	35
Figura 13. Intersección Redondel de Cumbe.....	35
Figura 14. Accesos.....	36
Figura 15. Regresión y correlación de vehículos motorizados	38
Figura 16. Plataforma del Demostrador de Calificación de Estrellas	45
Figura 17. Calificación SRS suavizado para ocupantes de vehículos	46
Figura 18. Calificación SRS suavizado para motociclistas.....	46
Figura 19. Calificación SRS suavizado para ciclistas	46
Figura 20. Calificación SRS para peatones.....	47
Figura 21. Clasificación SR para ocupantes de vehículos	47
Figura 22. Clasificación SR para motociclistas.....	48
Figura 23. Clasificación SR para ciclistas.....	48
Figura 24. Clasificación SR para peatones	48
Figura 25. Implantación general tramos de estudio.....	49
Figura 26. Clasificaciones suavizadas SRS y calificación suavizadas SR con contramedidas para ocupantes de vehículos.....	53
Figura 27. Clasificaciones suavizadas SRS y calificación suavizadas SR con contramedidas para motociclistas	54
Figura 28. Clasificaciones suavizadas SRS y calificación suavizadas SR con contramedidas para ciclistas	54

Figura 29. Clasificaciones suavizadas SRS y calificación suavizadas SR con contramedidas para peatones	55
Figura 30. Perfiles corrugados y postes de acero para guardavías.	56
Figura 31. Instalación típica de bandas sonoras en el centro de la vía.....	57
Figura 32. Dimensiones típicas bandas alertadoras.	57
Figura 33. Distribución de las capas en las bandas alertadoras.....	58

Índice de tablas

Tabla 1. Atributos viales evaluaciones del iRAP.....	14
Tabla 2. Tipos de accidentes modelo de clasificación por estrellas.....	17
Tabla 3. Bandas y colores de la calificación por estrellas.....	20
Tabla 4. Escala abreviada de lesiones AIS códigos y descripción.....	20
Tabla 5. Ejemplo de Resultado después de aplicar una medida de mejoramiento.....	23
Tabla 6. Contramedidas de la metodología iRAP.....	23
Tabla 7. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA.....	28
Tabla 8. Parámetros principales de la sección transversal típica.....	30
Tabla 9. Intersecciones.....	34
Tabla 10. Resumen TPDA2018 Tramos de Estudio.....	37
Tabla 11. Serie Histórica Vehículos Matriculados en el Azuay.....	37
Tabla 12. TPDA 2022 Proyectado.....	39
Tabla 13. Resumen clasificación y conteo automático.....	39
Tabla 14. Conteo de personas y ciclistas. Intersección Puente de Zhucay.....	40
Tabla 15. Conteo de personas y ciclistas. Intersección "Y" de Tarqui.....	40
<i>Tabla 16. Conteo de personas y ciclistas. Intersección Redondel de Cumbe.....</i>	<i>41</i>
Tabla 17. Ecuaciones calibradas de predicción de la velocidad de operación en curvas circulares horizontales.....	42
Tabla 18. Ecuaciones calibradas de predicción de la velocidad de operación en entre- tangencias horizontales.....	43
Tabla 19. Contramedidas por tramos.....	51
Tabla 20. Presupuesto referencial implementación de contramedidas.....	58

Agradecimiento

Mi agradecimiento a la unidad de docentes de postgrados de la Universidad de Cuenca, por fortalecer los conocimientos de los profesionales que participamos en las formaciones continuas de este importante centro de estudios.

Agradecer de manera especial a mi director de tesis de postgrado el Ing. Yasmany Damián García Ramírez, PhD, por aportar con su gran conocimiento y experiencia para la consecución exitosa del presente trabajo de investigación.

Dedicatoria

Dedicado a mí amada esposa Karen Mora Barros por su dedicación y apoyo incondicional en cada día de este arduo camino, dándome fuerza y valor para culminar una más de mis metas profesionales.

A mis padres y hermanos por que la familia es donde se cimienta una educación basada en valores y buenas costumbres, formando un profesional al servicio de la sociedad.

Capítulo 1. Generalidades

1.1 Introducción

En el informe sobre el estado de la seguridad vial en la Región de las Américas publicado por la OPS, se destaca que en el 2016 se produjeron 154997 muertes, que representa el 11% del total de las muertes causadas por el tránsito a nivel mundial. Esta cifra equivale al 13% del total de la población mundial y al 25% del número total de vehículos registrados (OPS, 2019). La región de las Américas tiene la segunda tasa de muerte a causa del tránsito más baja de las regiones de la OMS (Organización Mundial de la Salud), con una tasa de 15,6 por cada 100.000 habitantes.

Los traumatismos causados por el tránsito son la segunda causa principal de mortalidad en adultos jóvenes de 15 a 29 años (OPS, 2019). Para el Ecuador la tasa de mortalidad estimada a causa del tránsito es superior a la media de la región con 23 por cada 100000 habitantes, lo que le ubica entre los países de mayor siniestralidad a nivel de Latinoamérica y segundo de la zona andina solo por debajo de Venezuela, datos preocupantes porque a pesar de que se cuenta con una de las leyes de tránsito y seguridad vial más rigurosas de la región, no se ha logrado disminuir esta tasa. De acuerdo con la Agencia Nacional de Tránsito en el año 2019 se produjeron 24595 siniestros, con un 9% de fallecidos en sitio, las causas principales fueron atropellamientos, choques frontales y pérdida de pista (ANT, 2020).

El precio pagado por la movilidad es demasiado alto, a pesar de que existen medidas eficaces para evitar estas muertes, aún en el Ecuador no se cuenta con un departamento especializado en el análisis de la seguridad vial de carreteras. El Programa Internacional de Evaluación de Carreteras iRAP por sus siglas en inglés, propone un modelo (automatizado en su programa ViDA) que permite evaluar la seguridad vial que ofrecen los diferentes tramos de las carreteras, se establece para mostrar los costos económicos y sociales causados por los accidentes de tránsito, que sin intervenciones las muertes en carretera a nivel mundial tienen una proyección de incremento de alrededor de 2.4 millones para el 2030. (iRAP, 2014).

El modelo asigna un número de estrellas a cada tramo en función de sus atributos y acorde a cada usuario vial, otorgándole una medida objetiva de la probabilidad de que se produzca un siniestro de tránsito y de la gravedad que su efecto causa. El modelo sugiere analizar cada sitio de la carretera en tramos de 100 m de longitud, asignando a cada uno una clasificación por estrellas que van desde 1 estrella para vías peligrosas hasta 5 estrellas para vías más seguras.

Además, dentro del modelo se propone realizar un planes de inversión para vías más seguras que es una lista priorizada de contramedidas que pueden mejorar de forma rentable la clasificación por estrellas y reducir el riesgo relacionado con la infraestructura (iRAP, 2015a).

1.2 Definición del problema

Una de las arterias viales más importantes del austro ecuatoriano lo constituye la vía Cuenca-Girón-Pasaje, esta carretera conecta a la ciudad de Cuenca con los cantones del sur del Azuay y con la provincia de El Oro. Sirve a más de 1 millón 300 mil habitantes, que a diario circulan en cientos de vehículos de todo tipo, produciéndose una interacción con los diferentes usuarios viales como lo son los motociclistas, ciclistas y peatones.

Esta cantidad de exposición aumenta la probabilidad de que se produzcan siniestros viales, que combinado con altas velocidades y una infraestructura deficiente, puede aumentar la gravedad de un siniestro, en el caso de producirse. Para poder evitar o disminuir el número de siniestros producidos o su gravedad, se requiere de una evaluación a las condiciones de seguridad actuales de la vía.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- ❖ Proponer contramedidas en la vía Cuenca-Girón-Pasaje, en el tramo comprendido entre Cuenca y Girón para mejorar su seguridad vial.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ❖ Analizar el modelo iRAP y sus variables.
- ❖ Elaborar un plan experimental para recoger y procesar las variables, así como su uso en el modelo iRAP.
- ❖ Calcular el puntaje por estrellas y el número estrellas mediante el programa ViDA.
- ❖ Determinar un plan de inversión para vías más seguras e implementación de contramedidas de seguridad vial.

1.4 Alcance

El presente estudio pretende evaluar la seguridad de la vía Cuenca-Girón-Pasaje, en el tramo comprendido entre los cantones Cuenca y Girón con una longitud de aproximadamente 35 km. La vía consta de dos carriles de circulación uno para cada dirección y atraviesa zonas con pendientes medias (Tarqui) y altas (bajada de Girón). Se realizó un recorrido de inspección (fotografías y video) de todos los atributos de la vía relacionados con la seguridad,

estos serán cargados al programa Vida de iRAP, para su procesamiento y determinación de la clasificación por estrellas de cada tramo de 100 m.

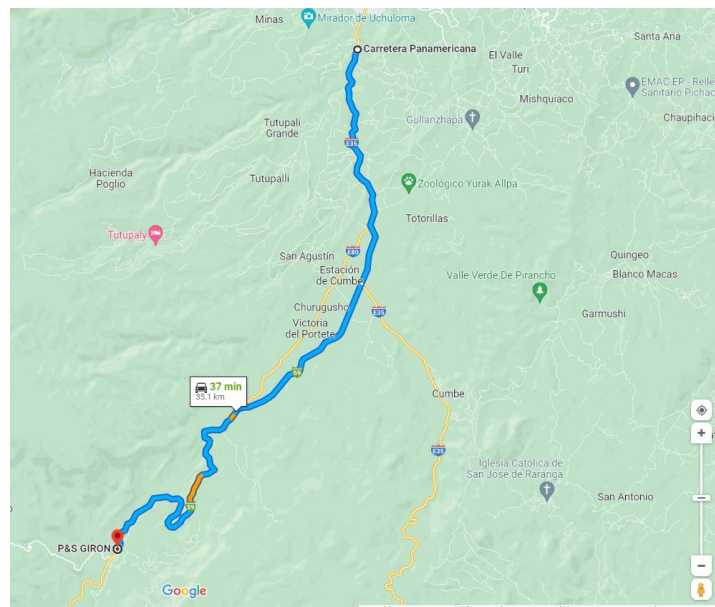
1.5 Justificación

La vía Cuenca-Girón-Pasaje representa unas de las arterias viales más importantes del austro ecuatoriano, a través de la cual circulan una gran cantidad de vehículos para un intercambio económico de bienes y servicios a gran escala, produciéndose siniestros viales constantemente, generando preocupación a la población y a las autoridades competentes, debido a una infraestructura vial deficiente y diseños geométricos no actualizados. Entonces es necesario realizar una evaluación de la seguridad de cada uno de los tramos dentro de la vía entre Cuenca y Girón en sus condiciones actuales, con el fin de determinar un plan de inversión e implementación de contramedidas que nos lleven a disminuir en gran medida los siniestros viales que se puedan producir a futuro.

1.6 Delimitación

El presente estudio comprende la vía que comunica los cantones de Cuenca y Girón, atravesando poblados como Tarqui, Cumbe, Portete, entre otros. Se inicia en Cuenca en el sector del Banco de Perno, para culminar en Girón en la estación de servicios P&S, contando con un tramo netamente en el área rural, con un recorrido de 35 kilómetros (Figura 1).

Figura 1. Delimitación del proyecto



Fuente: Google Maps, 2022

Capítulo 2. Metodología de la clasificación por estrellas y planes de inversión del Irap

En este capítulo se menciona la metodología empleada por el Programa Internacional de Evaluación de Carreteras iRAP, se muestra los atributos viales, tipos de accidentes y una variedad de factores que influyen en la evaluación de la seguridad vial de una carretera.

Se mencionan además los planes de inversión para vías más seguras y su implementación para la reducción de accidentes, estos se tratan de una lista priorizada de contramedidas que puede mejorar una clasificación por estrellas de una vía de manera rentable, con el fin de reducir el riesgo relacionado con la infraestructura. La metodología iRAP analiza más de 90 opciones de mejora vial para generar inversiones asequibles y económicamente sólidas, mejorando la clasificación por estrellas y que una vez implementadas en la vía puedan salvar vidas.

2.1 Atributos Viales

La recopilación de atributos viales se lo realiza durante la inspección en la vía, involucrando la recolección de imágenes o videos, ubicaciones georreferenciadas y la información de las distancias. La codificación de la vía involucra registrar las categorías de los atributos viales usando estas imágenes o videos, de donde se determinan las características principales de la vía como: flujos de usuarios viales, usos de suelo, tipo de zona (rural o urbana), límites de velocidad, severidades laterales (objetos del lado del conductor y copiloto), puntos de accesos a propiedades, intersecciones, aceras peatonales, geometría de la carretera, etc.

Se deben tomar los atributos viales descriptivos y los que influyen en la probabilidad y severidad de los tipos más comunes de los accidentes graves para ocupantes de vehículos, motociclistas, peatones y ciclistas (iRAP, 2015b). La información de los atributos viales de deben recoger cada 100 metros, y se debe registrar el peor de los casos dentro del tramo de acuerdo con una perspectiva de seguridad vial.

A continuación, se presentan en la Tabla 1 los atributos viales, registrados en las evaluaciones del iRAP:

Tabla 1. Atributos viales evaluaciones del iRAP

No. Atributo	Elemento	No. Atributo	Elemento
1	Nombre del codificador	21	Uso del suelo – lado del copiloto
2	Fecha de codificación	22	Tipo de zona
3	Fecha de inspección de la vía	23	Límite de velocidad

4	Referencia de imagen	24	Límite de velocidad para motocicletas
5	Nombre de la vía	25	Límite de velocidad para camiones
6	Sección/Tramo	26	Velocidades diferenciales
7	Distancia	27	Tipo de separador central/mediana
8	Longitud	28	Banda alertadora central
9	GPS Latitud	29	Severidad lateral al costado de la vía - distancia al objeto - lado del conductor
10	GPS Longitud	30	Severidad lateral al costado de la vía - objeto – lado del conductor
11	Hito	31	Severidad lateral al costado de la vía - distancia al objeto - lado del copiloto
12	Comentarios	32	Severidad lateral al costado de la vía - objeto -lado del copiloto
13	Calzada tipo	33	Bandas alertadoras sobre berma/acotamiento
14	Costo de mejoras	34	Berma/Acotamiento pavimentado – lado del conductor
15	Flujo observado de motocicletas	35	Berma/Acotamiento pavimentado – lado del copiloto
16	Flujo observado de bicicletas	36	Tipo de Intersección
17	Flujo de peatones observado cruzando la vía	37	Canalización de la intersección
18	Flujo de peatones observado a lo largo de la vía-lado del conductor	38	Volumen de la intersección vial
19	Flujo de peatones observado a lo largo de la vía-lado del copiloto	39	Calidad de la intersección
20	Uso del suelo – lado del conductor	40	Puntos de acceso a propiedades

No. Atributo	Elemento	No. Atributo	Elemento
41	Número de carriles	60	Ciclovías
42	Ancho del carril	61	Obras viales
43	Curvatura	62	Distancia visual
44	Calidad de la curva	63	Flujo vehicular (TDPA, promedio anual de tráfico diario)
45	Pendiente	64	Motocicleta %

46	Condición de la vía	65	Hora pico de flujo peatonal cruzando la vía
47	Resistencia al deslizamiento / Agarre	66	Hora pico de flujo peatonal a lo largo de la vía del lado del conductor
48	Delineación	67	Hora pico de flujo peatonal a lo largo de la vía del lado del copiloto
49	Alumbrado público	68	Flujo hora pico de ciclistas
50	Cruce peatonal - vía inspeccionada	69	Velocidad de operación (percentil 85)
51	Calidad del cruce peatonal	70	Velocidad de operación (media)
52	Infraestructura para cruce peatonal - vía lateral	71	Vías que los autos pueden leer
53	Vallas peatonales	72	Objetivos de políticas para la clasificación por estrellas para ocupantes de vehículos
54	Gestión de la velocidad / calmantes de tráfico	73	Objetivos de políticas para la clasificación por estrellas para motocicletas
55	Estacionamiento de vehículos	74	Objetivos de políticas para la clasificación por estrellas para peatones
56	Acera - lado del conductor	75	Objetivos de políticas para la clasificación por estrellas para bicicletas
57	Acera - lado del conductor	76	Multiplicador de crecimiento de mortalidad anual
58	Vía de servicio	77	Advertencia de zona escolar
59	Motovías	78	Supervisor de cruce peatonal de zona escolar

Fuente: Elaboración propia en base a Ficha Técnica 3 Atributos de las carreteras (iRAP, 2015).

2.2 Usuarios viales

La mitad de las muertes mundiales por siniestros de tránsito corresponden a peatones (22%), ciclistas (5%) y motociclistas (23%), los llamados “usuarios vulnerables de la vía pública”. Sin embargo, los grupos que corren mayor riesgo varían de forma significativa en función de la región y de los ingresos de los países (OMS, 2013).

En general la metodología IRAP muestra una Clasificación por Estrellas independiente para cada usuario de la vía, y toma en cuenta a la mayoría de los usos de la vía, presentan cuatro tipos de usuarios viales:

1. Ocupantes de vehículos.
2. Motociclistas.
3. Ciclistas.
4. Peatones.

Estos cuatro tipos de usuarios viales generan un amplio espectro de posibilidades de mejora de la infraestructura vial, para los cuales se proponen planes de inversión que garanticen el mejoramiento de las condiciones a las que se enfrentan en la interacción en las vías de análisis, de la forma más rentable posible.

2.3 Tipos de accidentes

Los tipos de accidentes que provocan la mayoría de las muertes en carretera y los que presentan lesionados graves, son tomados en cuenta en la metodología de la clasificación por estrellas. La metodología no incluye tres tipos de accidentes: choques de costado, choques por alcance alejados de intersecciones, y recuperaciones (cuando comienza un accidente, pero en realidad no ocurre), debido a que no representan una cantidad importante de muertos y lesionados graves, además de que las mejoras de infraestructura son difíciles de modelar en estos casos.

En la Tabla 2, se muestran los tipos de accidentes incluidos en los modelos de clasificación por estrellas.

Tabla 2. Tipos de accidentes modelo de clasificación por estrellas.

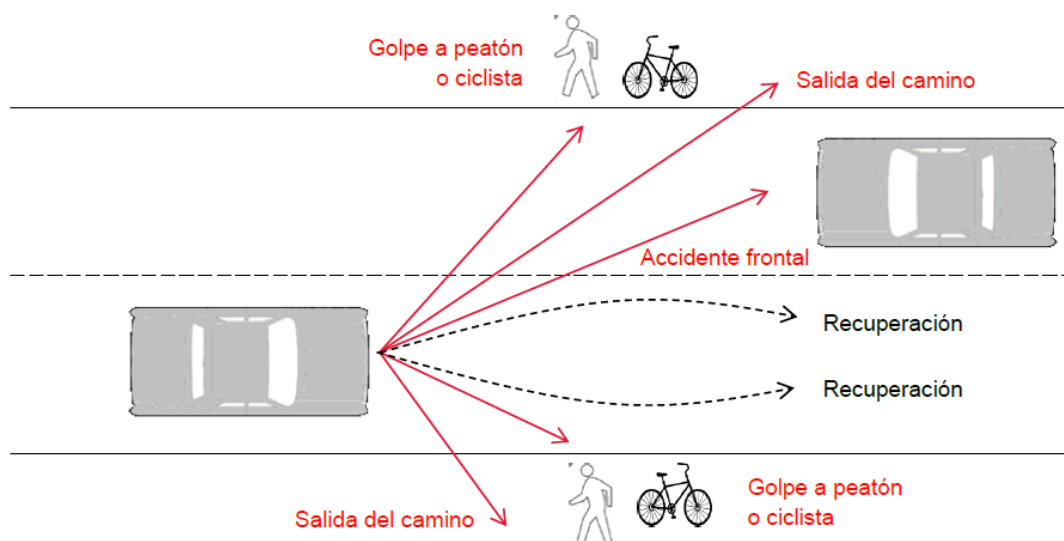
Ocupantes de vehículos	Motociclistas	Ciclistas	Peatones
Salida del Camino	Salida del camino	Desplazamiento a lo largo de la vía	Caminando a lo largo de la vía
Frontales	Frontales	Intersecciones	Cruce Peatonal
Intersecciones y puntos de accesos	Intersecciones y puntos de accesos	Salida del camino	
	Movimiento a lo largo de la vía		

Fuente: Ficha técnica 4 Tipos de accidentes (iRAP, 2013a).

Los siniestros viales tienen diferentes formas de iniciar, en la Figura 2 se muestra un ejemplo de accidente por pérdida de control o adelantamiento, en donde podría producirse una salida

del camino, un choque frontal, o un golpe a un ciclista o peatón, dependiendo del factor externo que se presente en el momento del accidente.

Figura 2. El ocupante de un vehículo o motociclista se sale del carril (pérdida de control o adelantamiento).



Fuente: Ficha técnica 4 Tipos de accidentes (iRAP, 2013)

2.4 Puntajes para la clasificación por estrellas

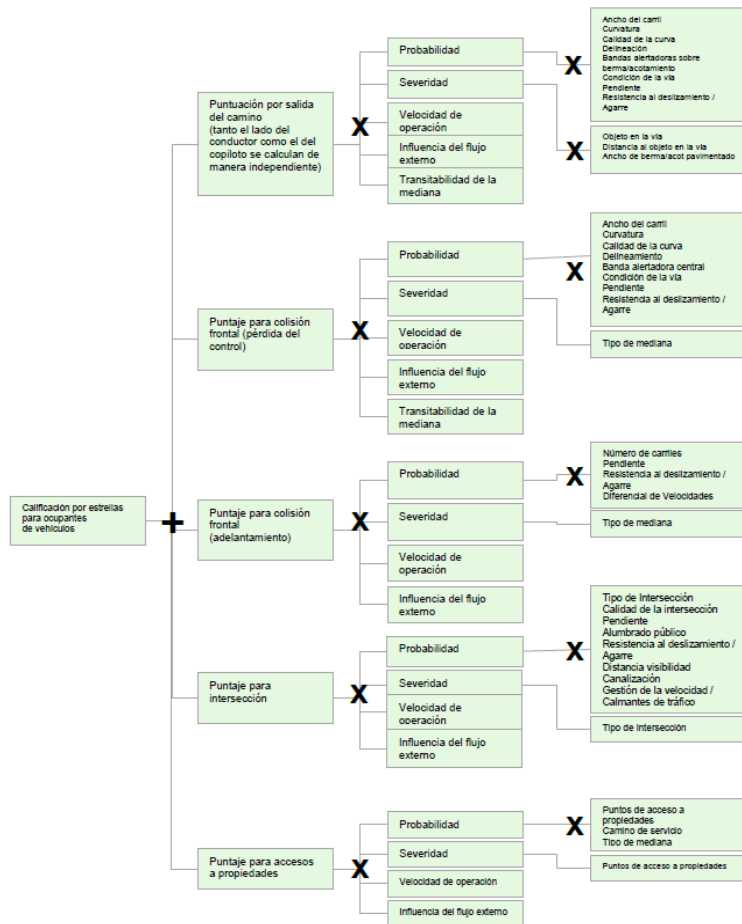
Los puntajes de la clasificación por estrellas (SRS por sus siglas en inglés), se calculan para cada segmento de 100 metros de la vía y para cada tipo de usuarios vial (vehículos, motocicletas, peatones y ciclistas).

Una Clasificación por Estrellas o SRS se produce solo si existe un flujo en particular de usuarios, es decir, si no hay presencia de peatones no se puede calcular un SRS para peatones.

Se muestra el formato de cómo se calculan las ecuaciones para los diferentes usuarios viales, como ejemplo el caso de los usuarios de vehículos, de acuerdo con el iRAP.

En la Figura 3 como ejemplo se muestra el formato de cálculo de las ecuaciones para el SRS de ocupantes de vehículos, donde los factores + a la derecha se suman y factores X a la derecha se multiplican. El resto de usuarios (peatones, ciclistas y motociclistas) tienen relaciones similares.

Figura 3. Formato de cálculo de las ecuaciones para el SRS de ocupantes de vehículos.



Fuente: Ficha técnica 6 Ecuaciones de puntaje de calificación de estrellas (iRAP, 2014).

2.5 Bandas de clasificación por estrellas

Para cada tipo de usuario vial (vehículos, motos, ciclistas y peatones) la clasificación por estrellas se determina al asignar los puntajes de la calificación por estrellas (SRS) a las bandas que se muestran en la Tabla 3 y se usan bandas independientes por que sus puntajes se calculan con ecuaciones diferentes.

La metodología del iRAP fue desarrollada con el fin de reducir lesionados graves y muertos, de acuerdo con esto la severidad de los accidentes es muy importante para determinar las bandas de la clasificación por estrellas.

Tabla 3. Bandas y colores de la calificación por estrellas.

Clasificación por Estrellas	Puntaje de la Clasificación por Estrellas				
	Ocupantes de vehículos y motociclistas	Ciclistas	Peatones		
			Total	A lo largo	Cruces
5	0 a < 2.5	0 a < 5	0 a < 5	0 a < 0.2	0 a < 4.8
4	2.5 a < 5	5 a < 10	5 a < 15	0.2 a < 1	4.8 a < 14
3	5 a < 12.5	10 a < 30	15 a < 40	1 a < 7.5	14 a < 32.5
2	12.5 a < 22.5	30 a < 60	40 a < 90	7.5 a < 15	32.5 a < 75
1	Más de 22.5	Más de 60	Más de 90	Más de 15	Más de 75

Fuente: Ficha técnica 7 Bandas de clasificación por estrellas (iRAP, 2015c).

Una de las escalas más conocidas a nivel mundial que permite evaluar la severidad de las lesiones es la escala abreviada de lesiones AIS (Abbreviated Injury Scale), que fue desarrollada a principios de la década de los 70 por la asociación para el avance de la medicina automotriz AAAM (Association for the Advancement of Automotive Medicine), la sociedad americana de ingenieros de la automoción y la asociación médica americana. Los valores de la gravedad de las lesiones según la AIS se obtiene por consenso y varían desde 1 (leve) hasta 6 (mortal), el código AIS y su descripción se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Escala abreviada de lesiones AIS códigos y descripción.

Código AIS	Lesión	Ejemplo	Porcentaje de la probabilidad de muerte de AIS
1	Menor	Laceración superficial	0
2	Moderada	Esternón fracturado	1_2
3	Grave	Fractura abierta del húmero	8_10
4	Severa	Tráquea perforada	5_50
5	Crítica	Ruptura del hígado con pérdida de tejido.	5_50
6	Máxima	Ruptura total de la aorta	100

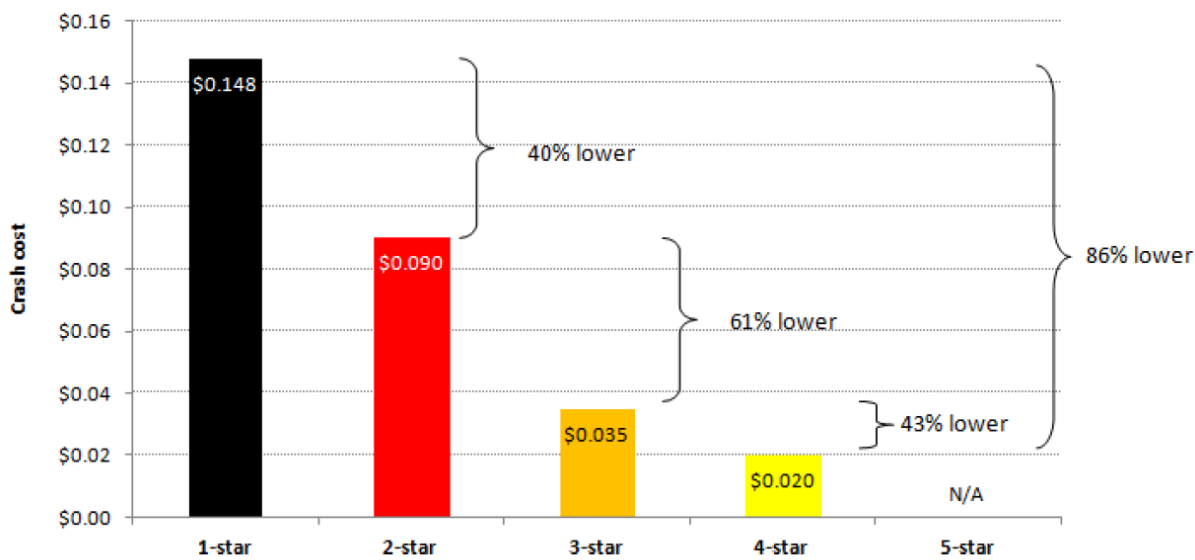
Fuente: Ficha técnica 7 Bandas de clasificación por estrellas (iRAP, 2015b).

La clasificación por estrellas es directamente relacionada con el riesgo para un usuario en particular en la vía siendo el objetivo primordial la relación con los costos de los accidentes por distancia recorrida en accidentes graves y fatales, tomando en cuenta tanto la probabilidad como la severidad de los mismos.

Pruebas realizadas por Rob McInerney y Morgan Fletcher (2013) en su estudio sobre la relación entre las clasificaciones por estrellas y el costo de los accidentes por kilómetro

recorrido mostraron que los costos de accidentes de las vías de 2 estrellas son de 40% menos que las vías de 1 estrella, los costos de accidentes de las vías de 3 estrellas son de 61% menos que en las vías de 2 estrellas, y que los costos de accidentes de las vías de 4 estrellas son de 43% menos que en las vías de 3 estrellas (y 86% menos en las vías de 1 estrellas), como observa en la Figura 4.

Figura 4. Clasificación por estrellas suavizadas para ocupantes de vehículos y costos por accidentes mortales con lesiones graves por vehículo kilómetro recorrido.



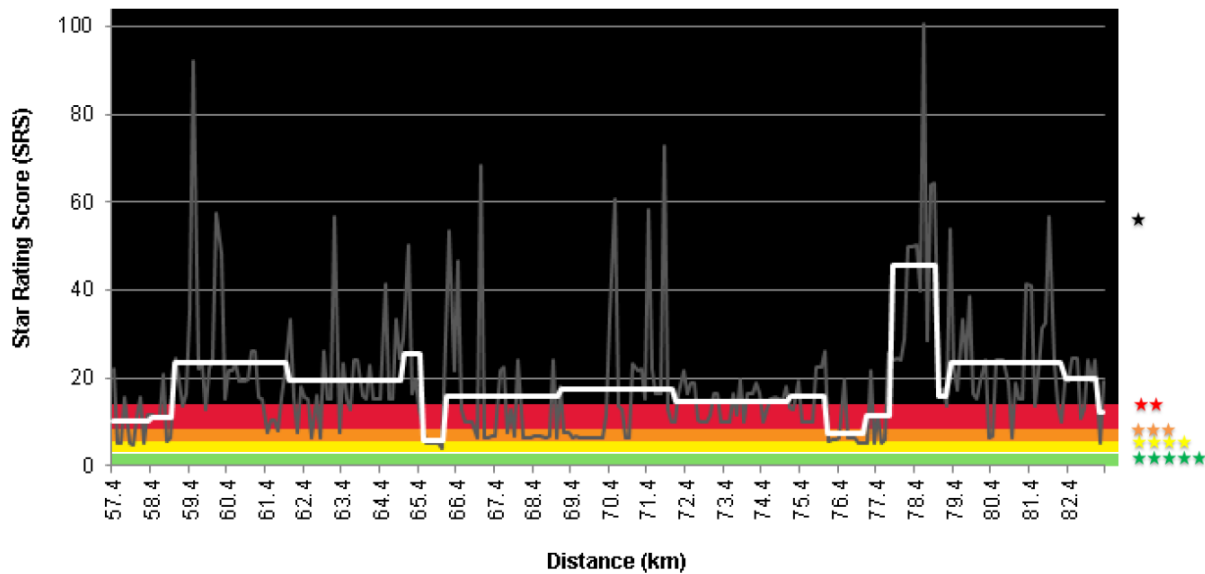
Fuente: Rob McInerney and Morgan Fletcher (iRAP, 2013).

2.6 Clasificación por estrellas suavizadas

En la metodología iRAP para cada segmento de 100 m de vía se calcula el puntaje de la calificación por estrellas (SRS) para los diferentes usuarios viales, con esta calificación se asigna a las bandas de la clasificación por estrellas y se determina su correspondiente clasificación por estrellas. Sin embargo, para la generación de un mapa de la vía los puntajes cada 100 metros es muy detallado, de aquí nace la necesidad de suavizar (promediar) en distancias más largas, de manera que se produzcan resultados más relevantes, donde se identifican claramente los tramos de carretera con mayor riesgo y de inmediata intervención.

En la Figura 5, se muestra el efecto de suavización en donde se puede observar el puntaje de la calificación por estrellas SRS sin suavizar en gris y los SRS suavizados en blanco.

Figura 5. Puntaje de la calificación por estrellas SRS (gris) y los SRS suavizados (blanco).



Fuente: Ficha técnica 8 Clasificación por estrellas suavizada (iRAP, 2013b) .

Para producir el efecto de suavización en el programa ViDA de acuerdo con las fichas técnicas del iRAP se cuentan con dos opciones, por sección y por longitud.

Suavización por sección

En el programa ViDA cada sección de 100 metros de la vía tiene un campo llamado “tramo” que describe donde una sección comienza y termina, y que contiene una gran cantidad de segmentos consecutivos de 100 metros. Este tramo debe reflejar condiciones homogéneas a lo largo del mismo (volumen de tránsito, velocidades, tipo de calzada, uso del suelo y función de la vía), teniendo como ventaja el mejoramiento del seguimiento de desempeño y monitoreo de las condiciones antes y después de cualquier tipo de suavizado por “sección”, el SRS suavizado para cada tipo de usuario vial resulta del promedio de los SRS de 100 metros dentro de la sección.

Suavización por longitud

Al seleccionar el tipo de suavización por “longitud” en ViDA, los SRS suavizados se obtienen como se menciona en las fichas técnicas del iRAP de la siguiente manera:

- La información se clasifica en base al nombre de la vía, sección/tramo, etiqueta de la calzada o distancia.
- Los segmentos adyacentes de 100 metros son unidos para formar secciones suavizadas.

- Una nueva sección suavizada se forma cuando: cambia el nombre de la vía, el nombre de las sección o tramo, la etiqueta de la calzada, el límite de velocidad o el tipo de área, también cuando las obras viales cambian a “obras mayores en progreso” o la longitud de la sección suavizada es mayor a 3 km en zonas rurales y 1 km en áreas urbanas.
- Una sección suavizada se une a la anterior si la longitud de la sección suavizada es menor que la longitud suavizada del tipo de área (1 km o 3 km) o cuando otro atributo es el mismo en cada sección suavizada.
- Los SRS suavizados se obtienen del promedio de los SRS de los 100 metros dentro de la sección suavizada.

2.7 Medidas de mejoramiento

Existen 94 medidas de mejoramiento dentro del modelo del iRAP y al menos un resultado para medida de mejora, como ejemplo tenemos el resultado de aplicar una barrera de seguridad metálica a donde originalmente existía un árbol como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Ejemplo de Resultado después de aplicar una medida de mejoramiento.

	Vía existente (antes de instalar la medida de mejoramiento)	Resultado (después de instalar la medida de mejoramiento)	Disminución del riesgo de muerte o lesión grave (manteniendo todo lo demás igual)
Atributo vial	Árbol (>=10cm de diámetro)	Barrera de seguridad: metálica	
Factor de riesgo del atributo vial (ocupante del vehículo salida del camino)	60	12	80%

Fuente: Ficha Técnica 11 Medidas de mejoramiento (iRAP, 2015a).

Como se puede observar al aplicar la medida de mejoramiento (sin cambiar nada más) a la vía existente del ejemplo, se produce una reducción del riesgo de muerte o lesión grave en un 80%. Las contramedidas o medidas de mejoramiento se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Contramedidas de la metodología iRAP

No.	Elemento	No.	Elemento
1	Alineación vertical (mayor)	48	Mejora en cruce ferroviario
2	Realineamiento (mejora de la distancia visual)	49	Mejora de cruce de mediana

3	Realineamiento horizontal	50	Carril para bicicletas (fuera de la vía)
4	Aplicación/Duplicación de calzada con una mediana o faja separadora mayor a 20m de ancho	51	Carril para bicicletas (dentro de la vía)
5	Ampliación/Duplicación de calzada con una mediana o faja separadora de 10 a 20m de ancho	52	Cruce peatonal - paso a desnivel
6	Ampliación/Duplicación de calzada con una mediana o faja separadora de 5 a 10m de ancho	53	Cruce peatonal con semáforo
7	Ampliación/Duplicación de calzada con una mediana o faja separadora de 1 a 5m de ancho	54	Zona escolar - guardia o supervisor de cruce peatonal
8	Ampliación/Duplicación de calzada con una mediana o faja separadora central de hasta 1m de ancho	55	Cruce peatonal elevado de la superficie de rodado (plataforma peatonal) sin semáforo
9	Ampliación/Duplicación de calzada con barrera central	56	Cruce peatonal sin semáforo
10	Vía lateral o auxiliar / Camino de servicio	57	Isla de refugio
11	Carril adicional (2 + 1 con barrera)	58	Mejorar la calidad de la infraestructura para peatones
12	Implementar red de un sentido	59	Infraestructura para peatones a desnivel en la carretera secundaria o lateral
13	Carril de adelantamiento	60	Cruce peatonal con semáforo en la carretera secundaria o lateral
14	Paso a desnivel en intersección	61	Cruce peatonal sin semáforo en la vía lateral
15	Barrera mediana central (sin duplicación de calzada)/Barrera central en vías de más de un carril por sentido	62	Acera peatonal del lado del copiloto (con barrera)
16	Carril de giro central a lo largo de toda la vía	63	Acera peatonal de lado del pasajero (separada del camino > 3m)
17	Barrera mediana central (1+1)	64	Acera peatonal de lado del pasajero (adyacente al camino)
18	Bandas de alerta centrales / postes flexibles centrales	65	Provisión de sendero peatonal informal >1m del lado del copiloto
19	Achurado central (Raya separadora de sentidos de circulación doble y rayas diagonales)	66	Provisión de acera costado del conductor (con barrera)
20	Línea central ancha	67	Provisión de acera costado del conductor (>3 m de la vía)

21	Carril para motocicletas (Segregado)	68	Provisión de acera costado del conductor (adyacente al camino)
22	Carril para motocicletas (construir en vía existente)	69	Provisión de acera costado del conductor (acera informal >1 m)
23	Carril para motocicletas (logotipos pintados solamente en la carretera)	70	Vallas peatonales
24	Ampliar/Ensanchar carril (>0.5 m)	71	Alumbrado público (intersección)
25	Ampliar/Ensanchar carril (hasta 0.5 m)	72	Alumbrado público (cruce peatonal)
26	Pavimentación de espaldón de lado del copiloto mayor a 1m.	73	Alumbrado público (en tramo carretero)
27	Pavimentación de espaldón de lado del copiloto hasta 1m.	74	Distancia visual (eliminación de obstrucciones)
28	Pavimentación de espaldón del lado del conductor mayor a 1m.	75	Advertencia de zona escolar – semáforo intermitente
29	Volumen de la intersección vial	76	Advertencia en zona escolar - señales y demarcaciones
30	Bandas alertadoras sobre berma/acotamiento	77	Señalamiento y delineación (intersección)
31	Barreras laterales – lado del conductor	78	Mejorar delineación de la curva
32	Barreras laterales – lado del copiloto	79	Mejorar delineación
33	Eliminar peligros laterales – lado conductor	80	Restringir/combinar puntos de acceso directo
34	Eliminar peligros laterales – lado del pasajero	81	Calmates del tráfico
35	Mejoramiento de taludes y terraplenes laterales – lado conductor	82	Mejoras de estacionamiento
36	Mejoramiento de taludes y terraplenes laterales – lado del pasajero	83	Mejora del talud y terraplenes laterales (carril para bicicletas)
37	Rotonda/Glorieta	84	Eliminar peligros laterales (carril para bicicleta)
38	Pavimentar superficie de la vía	85	Barreras laterales (carril para bicicletas)
39	Rehabilitación de la superficie de la vía	86	Barrera mediana central (carril de motocicletas)

40	Resistencia al deslizamiento (vía pavimentada)	87	Mejora del talud lateral y terraplene (carril de motocicletas) lado del copiloto
41	Resistencia al deslizamiento (vía sin pavimentar)	88	Eliminar peligros laterales evidentes (carril de motocicletas) lado del copiloto
42	Semaforizar intersección (4 ramas)	89	Barreras laterales (carril de motocicletas) lado del copiloto
43	Carril de giro izquierdo en intersección de 4 ramas con semáforo	90	Mejora del talud y terraplén lateral (carril de motocicletas) lado del conductor
44	Carril de giro a la izquierda en intersección de 4 ramas sin semáforo	91	Eliminar peligros laterales evidentes (carril de motocicletas) lado del conductor
45	Semaforizar intersección de 3 ramas	92	Barreras laterales (carril para motocicletas) lado del conductor
46	Carril de giro izquierdo en intersección de 3 ramas con semáforo	93	Revisiones de la gestión de velocidad
47	Carril de giro a la izquierda en intersección 3 ramas sin semáforo	94	Revisiones de la gestión de velocidad (carril de motocicletas)

Fuente: Ficha Técnica 11 Medidas de mejoramiento (iRAP, 2015a).

de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles de adecuados de seguridad y comodidad (Cárdenas Grisales, 2013).

De acuerdo con la Norma Ecuatoriana Vial NEVI 12 del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO, 2013), las carreteras del país se clasifican principalmente por:

- Capacidad (en función del TPDA)
- Jerarquía en la red vial.
- Condiciones orográficas.
- Numero de calzadas.
- La función de la superficie de rodamiento.

Las carreteras por su capacidad se clasifican en función del TPDA, de acuerdo con la Tabla 7, la carretera de estudio tiene TPDA entre 8000 y 26000 vehículos (como se muestra más adelante), es decir debería clasificarse como una Autovía o Carretera Multicarril, sin embargo, la vía cuenta solamente de un carril en cada dirección, es decir su capacidad es para una vía clasificada como carretera de 2 carriles.

Tabla 7. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA.

Clasificación funcional de las Vías en base al TPDA			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) al año de horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

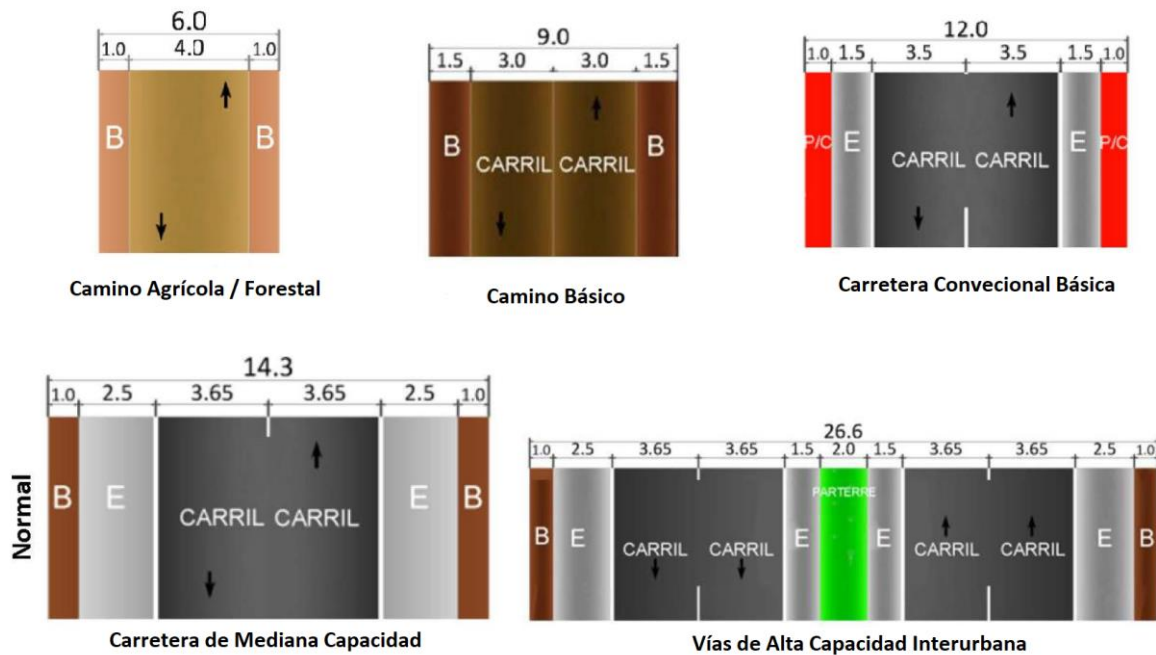
Fuente: NEVI-12 (MTO, 2013).

Como se observa en la Figura 7, si se toma en cuenta la jerarquía o desempeño la norma NEVI-12 clasifica a las carreteras como:

- Camino agrícola/forestal: ancho de 6 m, velocidad de proyecto de 40 km/h y pendiente máxima 16%.
- Camino básico: ancho de 9 m, velocidad de proyecto de 60 km/h y pendiente máxima 14%.

- Carretera convencional básica: ancho de 12 m, velocidad de proyecto de 80 km/h y pendiente máxima 10%.
- Carretera de mediana capacidad: ancho de 14.3 m, velocidad de proyecto de 100 km/h y pendiente máxima 8%.
- Vías de alta capacidad interurbana: ancho de 26.6 m, velocidad de proyecto de 120 km/h y pendiente máxima 6%.

Figura 7. Clasificación según desempeño.



Fuente: NEVI-12 (MTO, 2013).

Con base en el desempeño la carretera de estudio se clasifica como una carretera convencional básica, de acuerdo con las características dadas por su sección transversal como se puede observar en la Figura 8.

3.3 Sección Transversal

En base la necesidad de mejorar la infraestructura vial en el país, el gobierno ecuatoriano en el año 2002 desarrolla diferentes proyectos de consultoría a nivel nacional, que para el caso de la vía Cuenca-Girón, se planificaba la operación por medio del sistema de concesiones al sector privado para garantizar una prestación de servicios adecuada, en donde la Asociación C&M – A&V realizó los estudios para el proyecto denominado “Estudios de Rehabilitación, Ampliación, Mantenimiento, Impacto Ambiental y Evaluación para la Concesión de la Carretera Cuenca-Machala” (MOP, 2002b).

Como resultado de la consultoría se realiza la entrega de la “Memoria Descriptiva de Estudios Básicos”, en donde presentan las características más representativas de la vía y además se realiza levantamientos a lo largo de la vía para la elaboración de planos en archivos CAD, que serán la base para el presente estudio, tomando en cuenta que hasta la actualidad el tramo de vía Cuenca-Girón (Km 2+400 – 37+400) no ha sufrido variaciones.

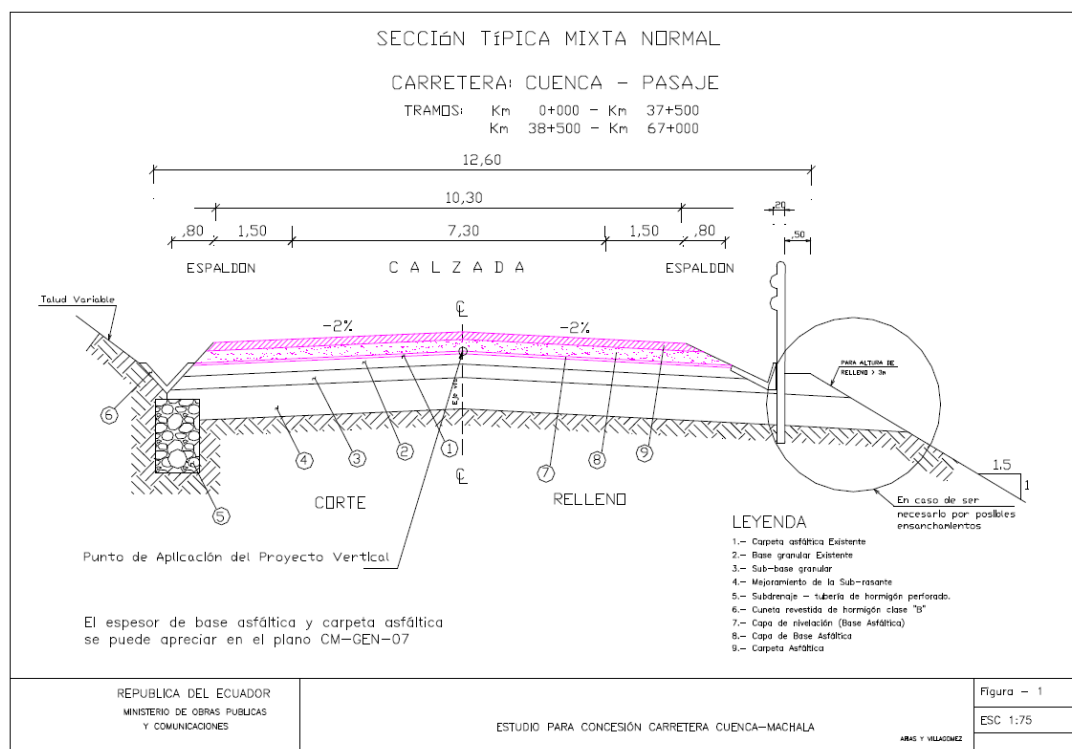
De acuerdo con la memoria descriptiva del estudio mencionado, la sección transversal típica de la carretera en el sector 1 (ver Tabla 8), cuenta con un ancho de calzada de 7.30 m, con un carril por sentido de 3.65 m, espaldones de 1.50 m y un peralte del 2%, además en la Figura 8, se puede observar su estructura completa.

Tabla 8. Parámetros principales de la sección transversal típica.

Parámetro	Sector 1 (Cuenca-Girón)	Sector 2 (Girón)	Sector 3 (Girón-Pasaje)
	km 00+000 - km 37+500 Y km 38+500 - km 67+000	km 37+500 - km 38+500	km 67+000 - km 140+394,75
Número de carriles	2	4	2
Ancho de carril (m)	3.65	3.5	3.35
Ancho de calzada (m)	7.3	14	6.7
Número de calzadas	1	2	1
Ancho de peralte central (m)	0	1.3	0
Pendiente Transversal (bombeo) (%)	2	2	2
Espaldones (m)	1.5	0	1.5
Anchos de aceras (m)	0	1.5	0
Inclinación de cunetas triangulares	2H:1V	2H:1V	2H:1V
Relleno adicional para terraplén (m)	0.5	0.5	0.5

Fuente: Memoria Descriptiva del Estudio para la Concesión de la Vía Cuenca Machala (MOP, 2002).

Figura 8. Sección Típica Mixta Normal, Carretera Cuenca-Girón.



Fuente: Memoria Descriptiva del Estudio para la Concesión de la Vía Cuenca Machala (MOP, 2002).

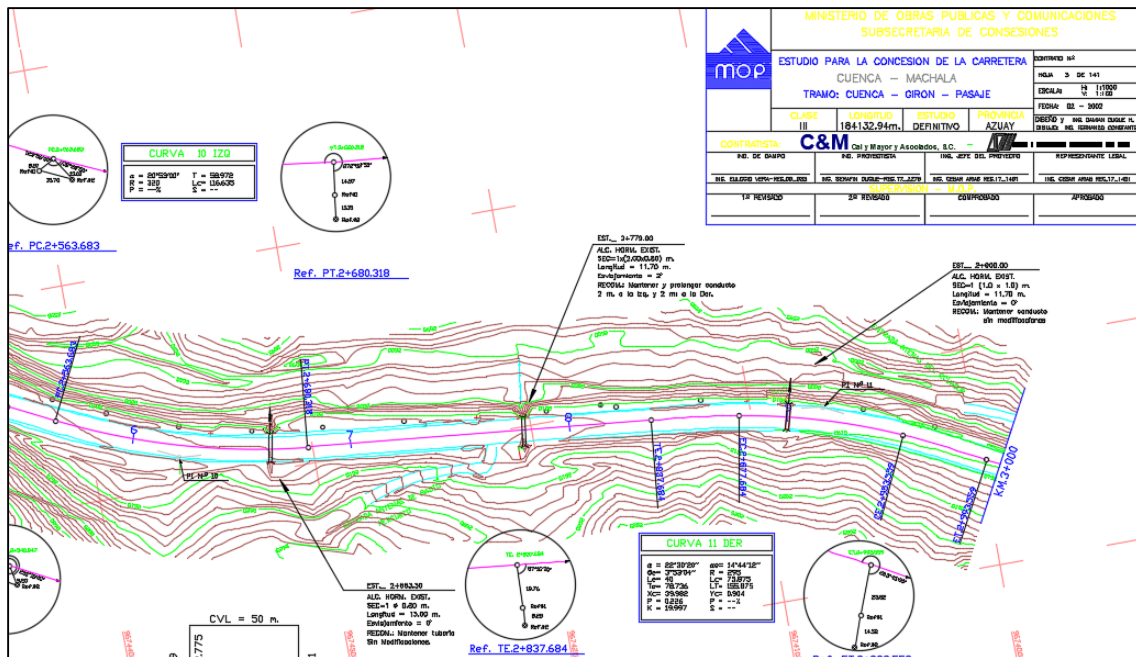
3.4 Alineación Horizontal

La alineación horizontal de la vía de estudio está conformada por tramos con rectas y curvas de diferentes longitudes de tangentes y radios, definidas en los planos CAD (ver ejemplo en Figura 9) de acuerdo con el estudio para la concesión de la carretera Cuenca-Machala del año 2002, de los que se obtienen las características geométricas principales para el análisis, que se muestran en el Apéndice A.

De la recopilación de datos, se obtienen que la vía de estudio cuenta con un total de 103 curvas y 103 tangentes, con tramos con longitudes de tangentes desde los 5 m hasta 1000 metros, así como longitudes de curvas desde los 40 m hasta los 480 m, radios de curvaturas desde los 62 m hasta los 812 m.

Se puede mencionar que se trata de una vía muy variable, que en su mayoría cuenta con tramos rectos de extensión limitada, que por lo contrario tiene tramos curvos de mayor extensión, disminuyendo el desarrollo de velocidades altas de circulación, por lo que en su trayecto está marcada por restricciones de velocidad y señaléticas de límites de velocidad que van desde los 30 km/h hasta los 60 km/h.

Figura 9. Plano CAD Alineamiento Horizontal.



Fuente: Planos CAD del Estudio para la Concesión de la Vía Cuenca Machala (MOP, 2002).

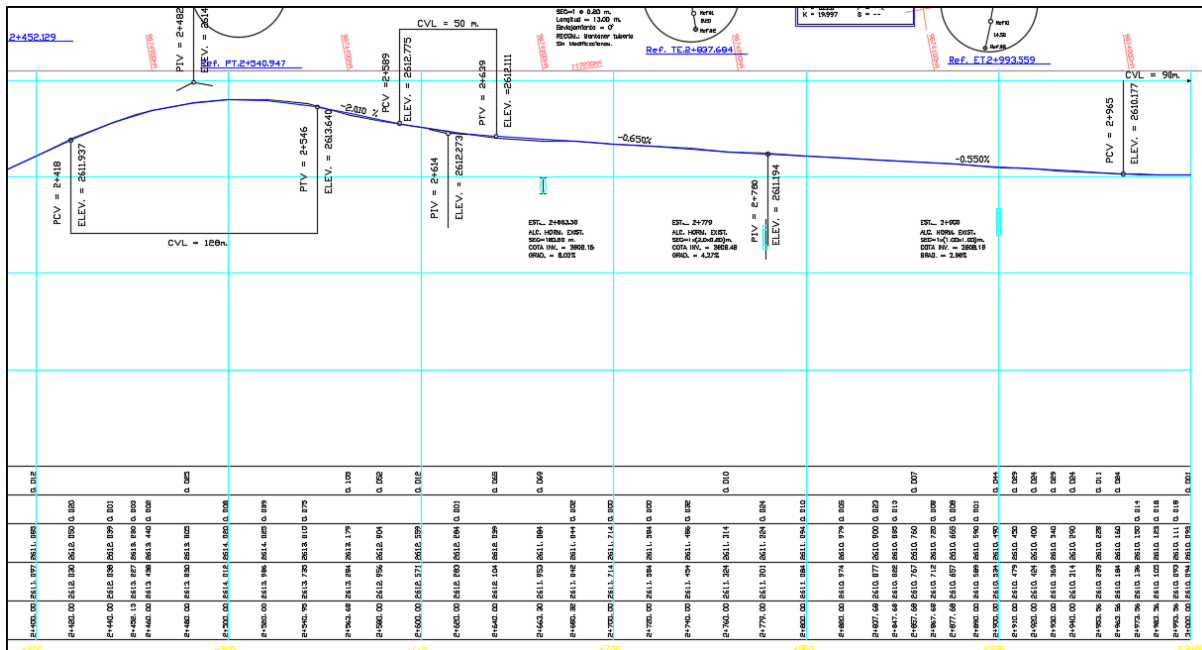
3.5 Alineación Vertical

De manera similar al alineamiento horizontal los datos del alineamiento vertical se tomaron de los planos CAD (ver ejemplo en

Figura 10) del estudio para la concesión de la carretera Cuenca-Machala del año 2002, de donde se obtienen los datos geométricos característicos, es decir pendientes ascendentes y descendentes, y concavidades como se muestra en el Apéndice B.

De la recopilación de datos se obtienen 130 curvas verticales, 73 cóncavas y 57 convexas, con pendientes longitudinales positivas (ascendentes) que van desde los 0.05% hasta el 6.83% y negativas (descendentes) que van desde los 0.02% hasta los 9.07%.

Figura 10. Planos CAD Alineamiento Vertical.



Fuente: Planos CAD del Estudio para la Concesión de la Vía Cuenca Machala (MOP, 2002).

3.6 Intersecciones

Las intersecciones son elementos muy importantes de la infraestructura vial, al tratarse de un área donde se cruzan dos o más carreteras, siendo fundamental su análisis y estudio para evaluar su seguridad vial, en estas interactúan todos los usuarios viales y el riesgo de accidentes es elevado, a causa de una disminución repentina de velocidad de circulación, una gran variedad de posibles giros del tráfico y una visibilidad no adecuada.

Las intersecciones pueden ser a nivel y a desnivel y su solución depende de una serie de factores asociados fundamentalmente a la topografía del sitio, a las características geométricas de las carreteras que se cruzan y a las condiciones de su flujo vehicular (INVIAS, 2008).

Las intersecciones dentro del tramo de estudio son a nivel, entre las cuales se presentan las del tipo "T" y tipo glorieta.

Para la vía Cuenca-Girón se tienen tres importantes intersecciones a nivel, en el Puente de Zhucay, en la Y de Tarqui y el Redondel de Cumbe. En la Tabla 9 se puede observar su tipo y ubicación.

Tabla 9. Intersecciones.

Abscisa	INTERSECCIONES	
	Tipo	Ubicación
4+400,000	Intersección Tipo "T"	Puente de Zhucay
10+700,000	Intersección Tipo "T"	"Y" de Tarqui
14+400,000	Intersección Tipo Glorieta	Redondel de Cumbe

Fuente: Elaboración propia.

Intersección Puente de Zhucay

Esta intersección se ubica en el Puente de Zhucay es del tipo "T" a nivel, que conecta la vía de estudio con la comunidad de Tutupali, como se puede observar en la Figura 11, no existe canalización de la intersección y se tiene una visibilidad ajustada al ubicarse en un tramo donde inicia una curva.

Figura 11. Intersección Puente de Zhucay.



Fuente: Google Earth (2023).

Intersección "T" de Tarqui

En el ingreso a la parroquia rural de Tarqui se tiene una intersección tipo "T" a nivel, donde se tiene un flujo importante de todos los usuarios viales. La visibilidad es la adecuada debido a encontrarse en un tramo relativamente recto.

Existe canalización de giros, pero no es la adecuada, en especial para los vehículos que realizan el giro de la vía E35 hacia el ingreso a la parroquia Tarqui, debido a que no existe una isleta que divida las dos posibilidades, la una de ingreso a la vía E35 desde la parroquia Tarqui y la de ingreso a la parroquia Tarqui desde la E35 (Ver Figura 12).

Figura 12. Intersección "T" de Tarqui.



Fuente: Google Earth (2023).

Intersección Redondel de Cumbe

Para la conexión con la vía estatal que conduce a la provincia de Loja y a la parroquia rural Victoria del Portete se tiene una intersección tipo glorieta a nivel, la visibilidad es la adecuada debido a encontrarse en un tramo recto.

La canalización de giros como se muestra en la Figura 13, es la adecuada organizando de manera adecuada el tráfico que llega y sale a los diferentes destinos que se pueden ofertar al llegar a esta intersección, contando con isletas de división de giros para cada opción.

Figura 13. Intersección Redondel de Cumbe.



Fuente: Google Earth (2023).

3.7 Puntos de accesos

Se observan varios accesos a lo largo del tramo de estudio, en donde se pudo observar ingresos a propiedades, establecimientos comerciales como estaciones de servicio de

combustibles, restaurantes y ferreterías. En la Figura 14 se muestran ejemplos de accesos en la carretera.

Figura 14. Accesos.



Fuente: Elaboración propia en base a videos de la vía (2023).

3.8 Análisis del Flujo Vehicular

En este apartado se realizará un análisis del tráfico vehicular en el tramo de estudio, basado en el informe del estudio de tráfico de los “Estudios de factibilidad, impactos ambientales e ingeniería: pre-preliminar, preliminar y definitivos para la construcción de la carretera cuenca-estación de cumbe (acceso sur a Cuenca) de 14 km de longitud aproximada, ubicada en la provincia del Azuay”, del ministerio de transporte y obras públicas (MTO, 2018) y adicionalmente con una consultoría contratada para un conteo automático vehicular con la empresa “H2E Ingeniería y Arquitectura” de donde se desprende el respectivo “Informe del levantamiento de tráfico en el sector de Tarqui, sobre la vía E35” (H2E, 2022).

Las mediciones de flujo vehicular son realizadas con el propósito de obtener información esencial para la inversión y gestión de la infraestructura vial. Una de las medidas más recurrente que se determinan en un estudio de tráfico lo constituye el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) en una sección de carretera, que se obtendría a partir de aforos o conteos diarios de volúmenes vehiculares a largo de un año.

Generalmente los conteos vehiculares por cuestiones logísticas y económicas no se pueden realizar a lo largo de un año, por ende, el cálculo del TPDA se efectúa a partir de mediciones muestrales que permitan obtener una estimación aproximada del mismo. En el caso de los estudios con los que se cuentan constan de conteos las 24 horas del día a lo largo de una semana completa (7 días).

El estudio del flujo vehicular para el acceso sur de Cuenca se realiza con conteos manuales y automáticos, dividido en tres tramos, los datos de conteo por estaciones se muestran en el Anexo A. Como resumen se muestra en la Tabla 10, el TPDA2018 para los tramos de análisis:

Tabla 10. Resumen TPDA2018 Tramos de Estudio.

Tramo de Estudio	TPDA 2018
Cuenca-Puente de Zhucay	18838
Puente de Zhucay-Entrada a Tarqui	15554
Entrada a Tarqui-Redondel de Cumbe	11695

Fuente: Elaboración propia en base a Informe Estudio de Tráfico para el Acceso Sur a Cuenca. (MTO, 2018)

El presente estudio es de aplicación para el año 2023 se requiere realizar una proyección para obtener el TPDA2023, a continuación se realiza el cálculo de las tasas de crecimiento de los vehículos motorizados.

Se utilizó los registros estadísticos de los vehículos matriculados en la provincia del Azuay durante los años 2012 al 2021 descargado de la página Web del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2022).

La serie histórica de vehículos motorizados matriculados en la provincia del Azuay se presenta en la Tabla 11.

Tabla 11. Serie Histórica Vehículos Matriculados en el Azuay

Año	Vehículos Matriculados (Azuay)
2012	95944
2013	99972
2014	105178
2015	124069
2016	120331
2017	141848
2018	154697
2019	145729
2020	152676
2021	163598

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2022).

Para el cálculo de las tasas de crecimiento de los vehículos motorizados se utilizó la ecuación de la recta: $y = a x + b$

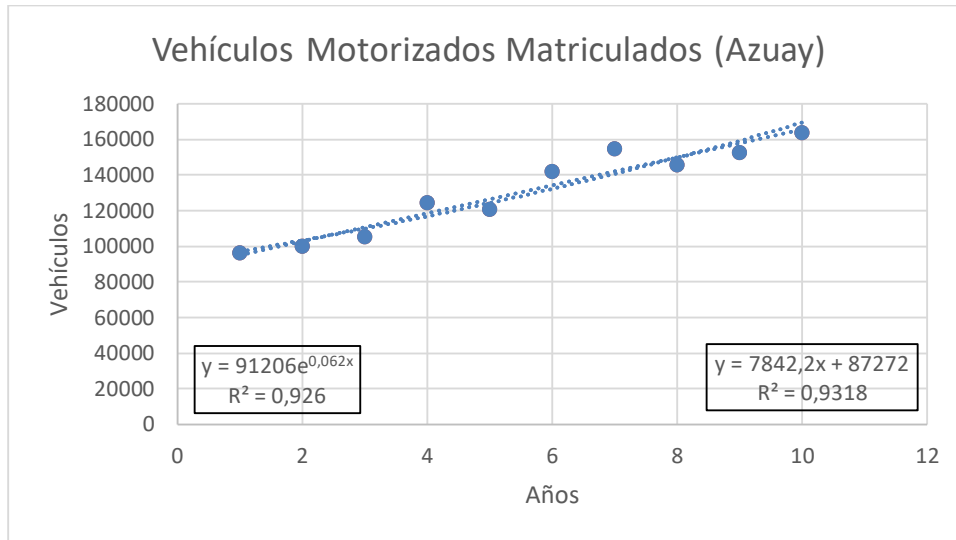
Donde:

x = variable independiente (años)

y = variable dependiente (vehículos)

La obtención de la ecuación de la recta y del índice de correlación R^2 utilizando los datos de vehículos motorizados matriculados en la provincia del Azuay se presenta en la Figura 15.

Figura 15. Regresión y correlación de vehículos motorizados



Fuente: Elaboración propia.

Es decir, se tiene una ecuación $Y = 7842.2x + 87272$, con un índice de correlación R^2 de 0.932, y se determina que para el año 2023 (año 12) se tendría 181378 vehículos matriculados, con una tasa de crecimiento del tráfico vehicular del 6.2%.

La proyección del TPDA se la realiza utilizando la expresión matemática siguiente:

$$TPDA_f = TPDA_a (1 + \alpha)^n$$

Donde:

TPDA_f: Tráfico promedio diario anual futuro.

TPDA_a: Tráfico promedio diario anual actual.

α : Tasa de crecimiento del tráfico.

n: Número de años.

Partiendo de los datos de la Tabla 10 donde se muestra el TPDA₂₀₁₈ para cada tramo, se obtiene el TPDA₂₀₂₃ que se muestra en la Tabla 12 donde se aplica la proyección para cinco años con la tasa de crecimiento vehicular del 6.2%.

Tabla 12. TPDA 2022 Proyectado

Tramo de Estudio	TPDAa 2018	TPDAf 2023
Cuenca-Puente de Zhucay	18838	23963
Puente de Zhucay-Entrada a Tarqui	15554	19785
Entrada a Tarqui-Redondel de Cumbe	11695	14876

Fuente: Elaboración propia.

En el estudio del acceso sur de Cuenca no se recopilaron datos de los porcentajes de motocicletas que circulan por la vía, por lo tanto, al requerirse datos de los porcentajes de vehículos y motocicletas para el análisis, se contrata un estudio de conteo automático y clasificación vehicular con la empresa “H2E Ingeniería y Arquitectura”, los datos de conteos y clasificación se pueden observar en el Anexo B.

La composición del tráfico determinada a través del conteo automático se encuentra conformada por un 90% de vehículos livianos, un 2% de buses, un 5% de camiones de 2 y 3 ejes, un 2% para camiones de 4 o más ejes y un 1% de motos. En la Tabla 13 se muestra las cantidades y porcentajes de la clasificación de los tipos de vehículos.

Tabla 13. Resumen clasificación y conteo automático.

Tipo de vehículo	Cantidad	Porcentaje
Moto	1175	1.27%
Liviano	82777	89.42%
Buses	1456	1.57%
Camiones Livianos de 2 y 3 ejes	5064	5.47%
Camiones de más de 4 ejes	2094	2.26%
Total	92566	100.00%

Fuente: Informe del Levantamiento de Tráfico en el sector de Tarqui, sobre la Vía E35 (H2E, 2022).

3.9 Conteo de peatones y ciclistas

Para la determinación de los aforos de peatones que cruzan y ciclistas que circulan en la vía en las horas pico se realizan levantamientos de información en campo con observadores en las intersecciones.

De acuerdo con el análisis del TPDA se tienen diferentes horas pico por intersección y por días de la semana. Por ende, el levantamiento del flujo peatonal cruzando la vía y el flujo de ciclistas en los dos sentidos se realiza en cada intersección, a lo largo de una semana.

En la Tabla 14 se muestra el conteo para la intersección del Puente de Zhucay, donde se obtienen que el flujo de peatones cruzando la vía en una semana completa de lunes a domingo y en las horas pico, obteniendo en promedio de 75 personas por hora, y un flujo de ciclistas de 9 por hora en los dos sentidos.

Tabla 14. Conteo de personas y ciclistas. Intersección Puente de Zhucay.

INTERSECCIÓN PUENTE DE ZHUCAY CONTEO DE PEATONES Y CICLISTAS					
Fecha	Día	Hora Pico		Flujo Peatonal Cruzando la vía	Flujo de ciclistas en los dos sentidos
		Inicio	Fin		
10/10/2022	Lunes (mañana)	7:00	8:00	78	7
10/10/2022	Lunes (tarde)	18:00	19:00	59	8
11/10/2022	Martes (mañana)	7:00	8:00	86	10
11/10/2022	Martes (tarde)	18:00	19:00	65	9
12/10/2022	Miércoles (mañana)	7:00	8:00	76	5
12/10/2022	Miércoles (tarde)	18:00	19:00	55	6
13/10/2022	Jueves (mañana)	7:00	8:00	67	4
13/10/2022	Jueves (tarde)	18:00	19:00	53	7
14/10/2022	Viernes (mañana)	11:00	12:00	81	8
14/10/2022	Viernes (tarde)	15:00	16:00	75	7
15/10/2022	Sábado (mañana)	11:00	12:00	93	17
15/10/2022	Sábado (tarde)	15:00	16:00	90	10
16/10/2022	Domingo (mañana)	11:00	12:00	89	16
16/10/2022	Domingo (tarde)	15:00	16:00	83	15
Total				1050	129
Promedio por hora				75	9

Fuente: Elaboración Propia.

Para la intersección de la "Y" de Tarqui, se tiene un promedio de 88 personas por hora cruzando la vía y un flujo de 10 ciclistas circulando en los dos sentidos por semana y en la hora pico, esta información se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15. Conteo de personas y ciclistas. Intersección "Y" de Tarqui.

INTERSECCIÓN "Y" DE TARQUI CONTEO DE PEATONES Y CICLISTAS					
Fecha	Día	Hora Pico		Flujo Peatonal Cruzando la vía	Flujo de ciclistas en los dos sentidos
		Inicio	Fin		
10/10/2022	Lunes (mañana)	7:00	8:00	84	7
10/10/2022	Lunes (tarde)	18:00	19:00	79	8
11/10/2022	Martes (mañana)	7:00	8:00	76	11
11/10/2022	Martes (tarde)	18:00	19:00	71	10
12/10/2022	Miércoles (mañana)	7:00	8:00	91	12

12/10/2022	Miércoles (tarde)	18:00	19:00	87	13
13/10/2022	Jueves (mañana)	7:00	8:00	85	8
13/10/2022	Jueves (tarde)	18:00	19:00	79	4
14/10/2022	Viernes (mañana)	11:00	12:00	96	10
14/10/2022	Viernes (tarde)	15:00	16:00	94	8
15/10/2022	Sábado (mañana)	11:00	12:00	101	15
15/10/2022	Sábado (tarde)	15:00	16:00	98	7
16/10/2022	Domingo (mañana)	11:00	12:00	101	14
16/10/2022	Domingo (tarde)	15:00	16:00	94	15
Total				1236	142
Promedio por hora				88	10

Fuente: Elaboración Propia.

La intersección del Redondel de Cumbe tiene un flujo de 34 personas por hora cruzando la vía y 8 ciclistas circulando en los dos sentidos por semana y en la hora pico, como se observa en la *Tabla 16*.

Tabla 16. Conteo de personas y ciclistas. Intersección Redondel de Cumbe.

INTERSECCIÓN PUENTE DE CUMBE CONTEO DE PEATONES Y CICLISTAS					
Fecha	Día	Hora Pico		Flujo Peatonal Cruzando la vía	Flujo de ciclistas en los dos sentidos
		Inicio	Fin		
10/10/2022	Lunes (mañana)	7:00	8:00	35	2
10/10/2022	Lunes (tarde)	18:00	19:00	26	7
11/10/2022	Martes (mañana)	7:00	8:00	26	6
11/10/2022	Martes (tarde)	18:00	19:00	23	9
12/10/2022	Miércoles (mañana)	7:00	8:00	32	6
12/10/2022	Miércoles (tarde)	18:00	19:00	28	7
13/10/2022	Jueves (mañana)	7:00	8:00	33	5
13/10/2022	Jueves (tarde)	18:00	19:00	31	8
14/10/2022	Viernes (mañana)	11:00	12:00	38	8
14/10/2022	Viernes (tarde)	15:00	16:00	41	10
15/10/2022	Sábado (mañana)	11:00	12:00	38	13
15/10/2022	Sábado (tarde)	15:00	16:00	44	11
16/10/2022	Domingo (mañana)	11:00	12:00	33	12
16/10/2022	Domingo (tarde)	15:00	16:00	42	8
Total				470	112
Promedio por hora				34	8

Fuente: Elaboración Propia.

3.10 Flujo de peatones observado a lo largo de la vía

Para la determinación de los aforos de peatones observados a lo largo de la vía se realizan levantamientos de información en campo en base a videos grabados en las horas pico y en todo el tramo de la vía de análisis. Se determina un promedio en cada abscisa y se toman los valores de los conteos mayores a 1. En el Apéndice C se muestran los datos de los conteos de los peatones presentes a lo largo de la vía.

3.11 Velocidad de operación

Se denomina velocidad de operación o percentil 85 a la velocidad con la que el 85% de usuarios viales (conductores) circularan a través de un tramo de la carretera sin restricciones y en condiciones normales.

La estimación de su valor se realiza en base al estudio de García y Alverca (2019), esta investigación tuvo por objetivo calibrar ecuaciones de velocidad de operación en carreteras rurales montañosas de dos carriles aplicadas a un contexto ecuatoriano, basados en la pendiente longitudinal, los radios de las curvas circulares horizontales (Tabla 17) y la longitud de la entre-tangencia horizontal (Tabla 18).

Tabla 17. Ecuaciones calibradas de predicción de la velocidad de operación en curvas circulares horizontales.

G (%)	Ecuación de predicción	R ²	Rango de radios (m)	N°
6 a 10 %	$V_{c85} = 74,95 - 794,59/R$	0,40	45 a 400	(2)
4 a 5,99%	$V_{c85} = 78,33 - 740,66/R$	0,48	50 a 300	(3)
0 a 3,99%	$V_{c85} = 91,42 - 2039,59/R$	0,67	80 a 400	(4)
-3,99 a 0%	$V_{c85} = 94,59 - 2366,42/R$	0,85	80 a 400	(5)
-5,99 a -4%	$V_{c85} = 86,44 - 1433,64/R$	0,78	50 a 300	(6)
-10 a -6%	$V_{c85} = 81,10 - 1304,97/R$	0,45	45 a 430	(7)

V_{c85} = Velocidad de operación en curvas circulares horizontales en km/h, G = pendiente longitudinal de la carretera, R = radio de la curva circular horizontal, R² = coeficiente de determinación, N° = número de ecuación.

Fuente: Calibración de Ecuaciones de Velocidades de Operación en Carreteras Rurales Montañosas de Dos Carriles: Caso de Estudio Ecuatoriano (García & Alverca, 2019).

Tabla 18. Ecuaciones calibradas de predicción de la velocidad de operación en entre-tangencias horizontales.

G (%)	Ecuación de predicción	R ²	Rango de radios (m)	N°
6 a 10 %	Vt85 = 69,69	*	22 a 260	(8)
4 a 5,99%	Vt85 = 0,03L+69,52	0,29	22 a 392	(9)
0 a 3,99%	Vt85 = 0,04L+73,69	0,37	22 a 435	(10)
-3,99 a 0%	Vt85 = 0,04L+72,68	0,50	23 a 435	(11)
-5,99 a -4%	Vt85 = 0,04L+72,68	0,47	22 a 392	(12)
-10 a -6%	Vt85 = 0,07L+66,09	0,41	22 a 433	(13)

Vt85 = velocidad de operación en la entre-tangencia horizontal en km/h, G = pendiente longitudinal de la carretera, L = longitud de la entre-tangencia horizontal, * = no es posible de calcular dado que es una ecuación constante, R² = coeficiente de determinación, N° = número de ecuación.

Fuente: Calibración de Ecuaciones de Velocidades de Operación en Carreteras Rurales Montañas de Dos Carriles: Caso de Estudio Ecuatoriano (García & Alverca, 2019).

En el Apéndice D se muestra los valores calculados de la velocidad de operación de acuerdo al abscisado de la vía.

Capítulo 4. Resultados

En este apartado se realiza la aplicación al tramo de estudio de la metodología iRAP mencionada en capítulos anteriores, de donde en base a inspecciones visuales, videos de recorridos y fotografías se recolecta toda la información necesaria (características de la infraestructura vial, datos geométricos, de tráfico, velocidades, señalética, intersecciones y accesos, etc.), para el ingreso o codificación en el programa ViDA de los atributos viales.

Para posteriormente procesar los datos ingresados de donde se obtiene la clasificación por estrellas, y un estimado de la accidentabilidad en la vía, para finalizar proponiendo contramedidas para prevenir o disminuir dicha accidentabilidad.

4.1 Calificación de estrellas Vía Cuenca-Girón

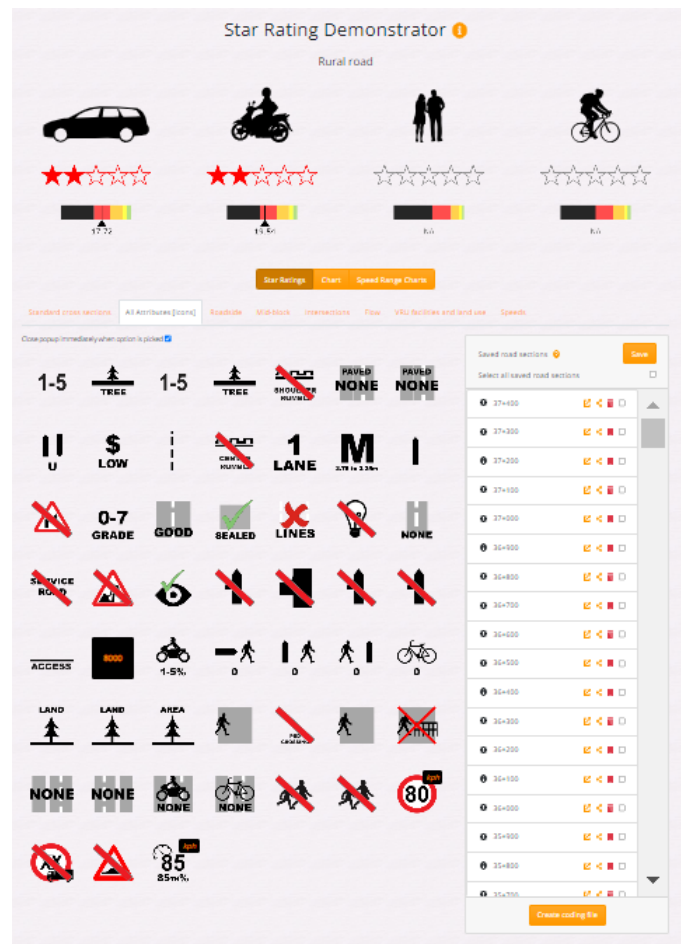
A largo de la carretera de análisis los ocupantes de vehículos son los que marcan la tendencia de la calificación de estrellas, seguidos por los motociclistas que representan el 1% de estos, para peatones y ciclistas se muestran más bien una tendencia dispersa encontrándose en zonas específicas.

Uno de los factores más importantes en la probabilidad de que se genere un accidente se relaciona con los radios de curvatura de las curvas circulares, la metodología iRAP establece para radios de giros inferiores a 200 metros como curvas muy cerradas, para radios entre 200 y 500 metros como curvas cerradas, para radios entre 500 y 900 metros curvas moderas y para radios mayores a 900 se consideran rectas o ligeramente curvas.

Para la vía Cuenca-Girón se identifican tres tramos, iniciando con una topografía relativamente plana marcada con radios de curvaturas moderados, un segundo tramo de topografía montañosa en este se cuenta con algunas curvas cerradas, para finalmente terminar con un tramo con curvas moderadas, el trazado horizontal de la carretera muestra curvas de radios mayores a 200 m complementado con curvas espirales de radios menores a 200 pero con una tendencia del trazado moderado en el giro vehicular.

En la plataforma del simulador del programa Vida (Figura 16) se ingresaron todos los atributos viales que presenta la carretera como lo son tipo de carretera, borde de la carretera, mediana, intersecciones, flujo, usos de suelo y velocidades.

Figura 16. Plataforma del Demostrador de Calificación de Estrellas

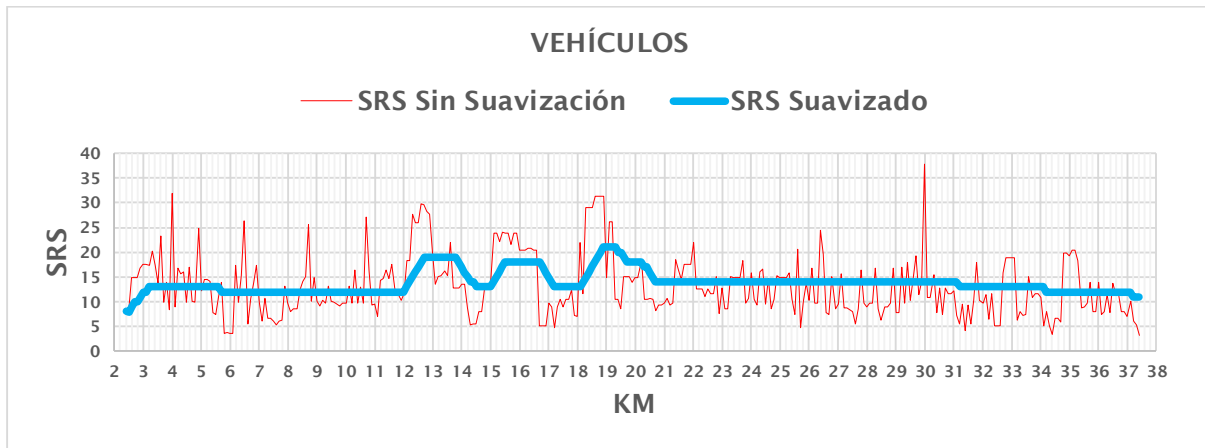


Fuente: Tomado de la plataforma del simulador del programa ViDA de iRAP, 2023.

Una vez culminado el ingreso de datos se determina que existen tramos con una calificación SRS con valores superiores a 22.5 obteniéndose clasificaciones de 1 estrella. Los resultados iniciales muestran variaciones en cada tramo de 100 m, por lo que es necesario obtener tramos homogéneos mediante un suavizado.

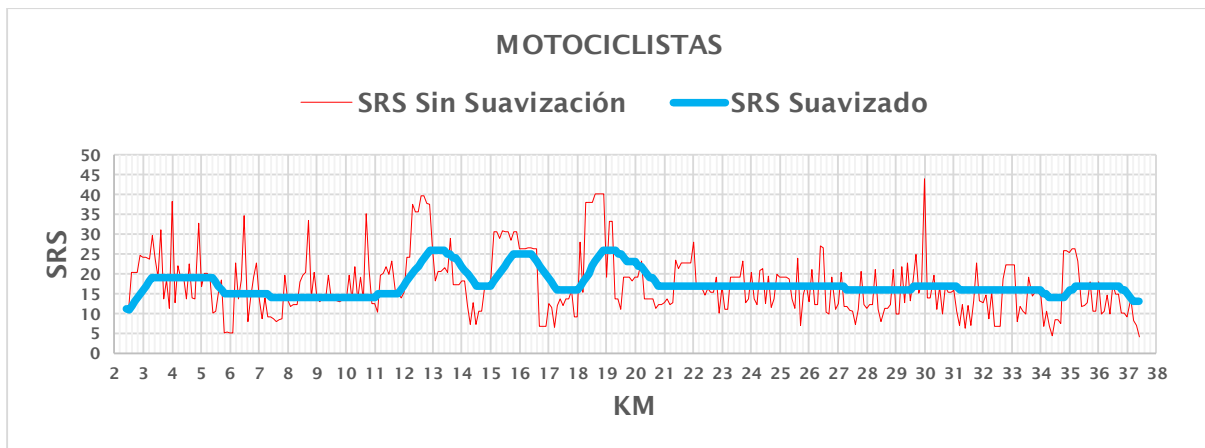
La metodología iRAP propone una suavización por secciones homogéneas y por longitud, no obstante, dado que ninguna de las dos se ajusta al tipo de resultado gráfico que se quiere mostrar, se utiliza la suavización doble (media móvil de 9 como ancho de ventana + exponencial $\alpha=0.1$) (Y. García-Ramírez et al., 2021), como se muestra en la Figura 17, Figura 18, Figura 19 y Figura 20.

Figura 17. Calificación SRS suavizado para ocupantes de vehículos



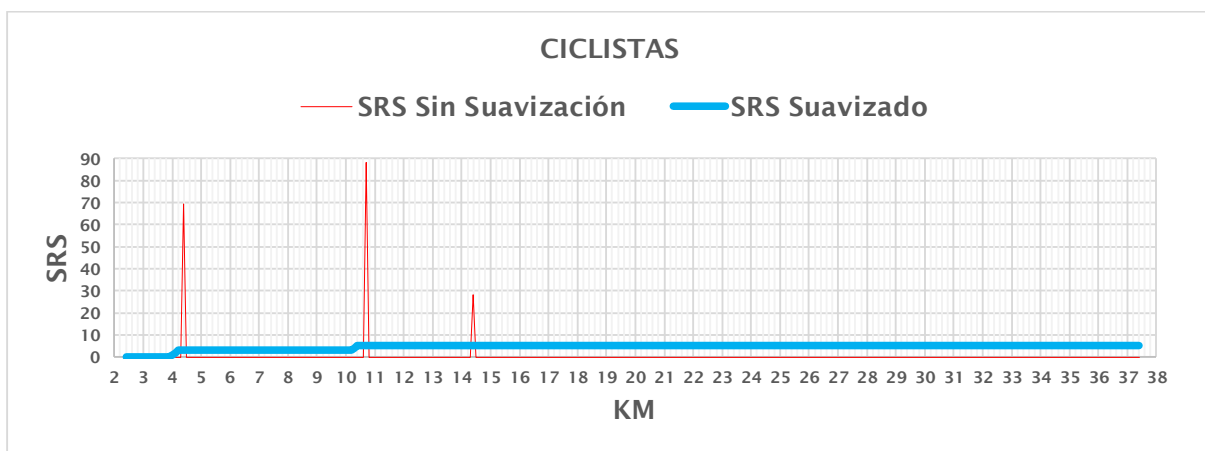
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 18. Calificación SRS suavizado para motociclistas



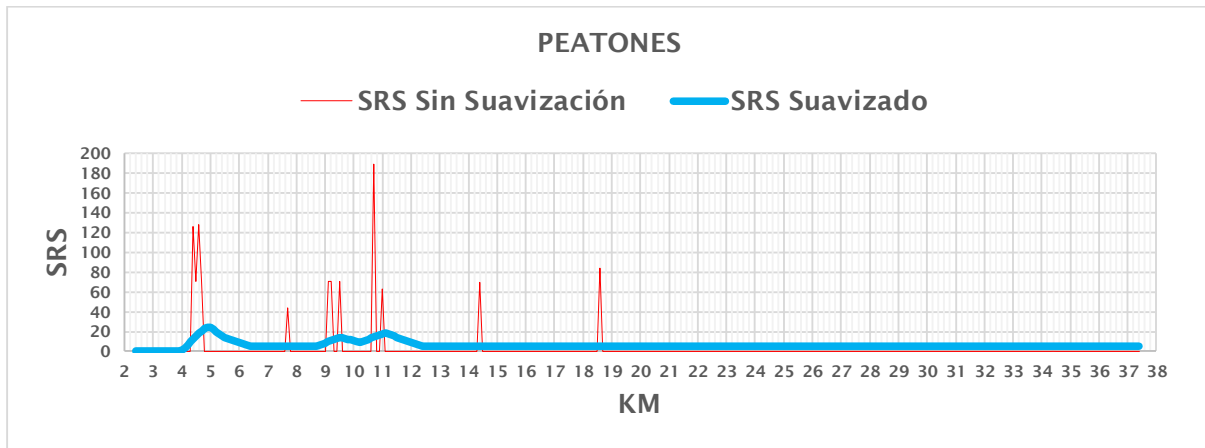
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 19. Calificación SRS suavizado para ciclistas



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 20. Calificación SRS para peatones



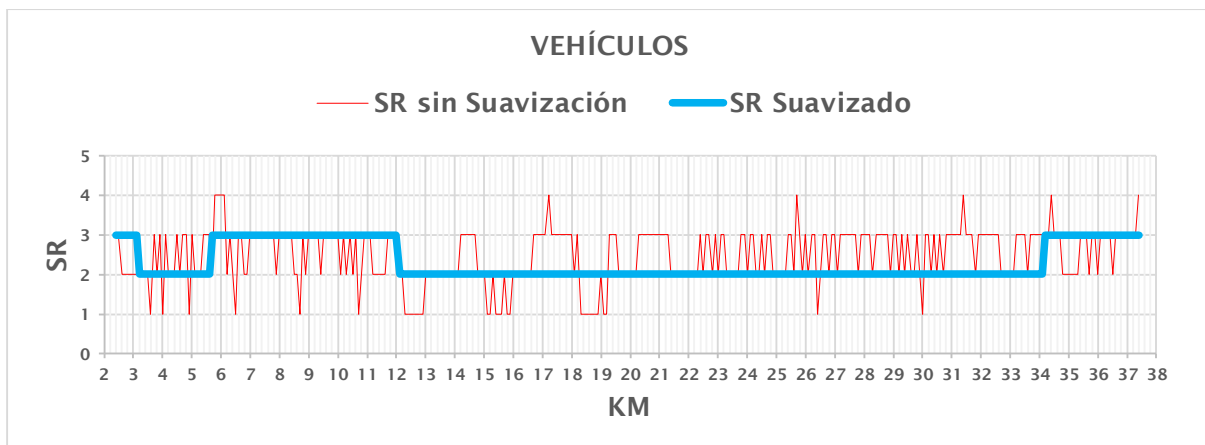
Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a la evaluación del estado actual de la carreta Cuenca-Girón se obtienen clasificaciones de estrellas de entre 1 a 3 estrellas en la mayoría de tramos, posterior al suavizado se obtienen 5 tramos homogéneos que determinan clasificaciones entre 2 y 3 estrellas.

Para los tramos T2 (abscisas 3+200 a la 5+600) y T4 (abscisas 12+100 a la 34+100) se obtienen clasificaciones de 2 estrellas luego de la suavización, precisamente en estos tramos se deberán aplicar medidas que mejoren esta clasificación y brinden mayor seguridad para los usuarios viales. La implantación general de los tramos de estudio se muestra en la Figura 25.

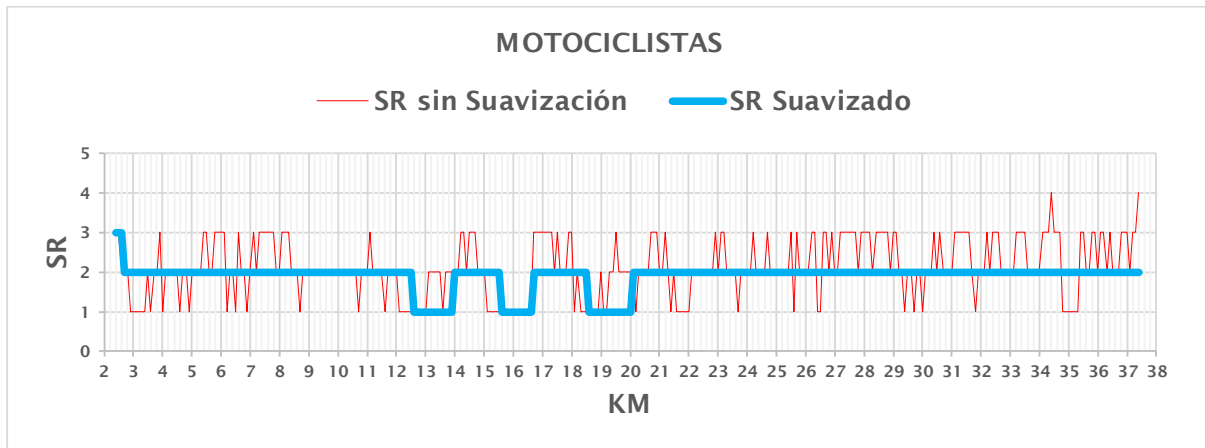
La clasificación de estrellas SR sin suavización y SR suavizado para los usuarios viales de la vía Cuenca-Girón, se muestran en la Figura 21, Figura 22, Figura 23 y Figura 24.

Figura 21. Clasificación SR para ocupantes de vehículos



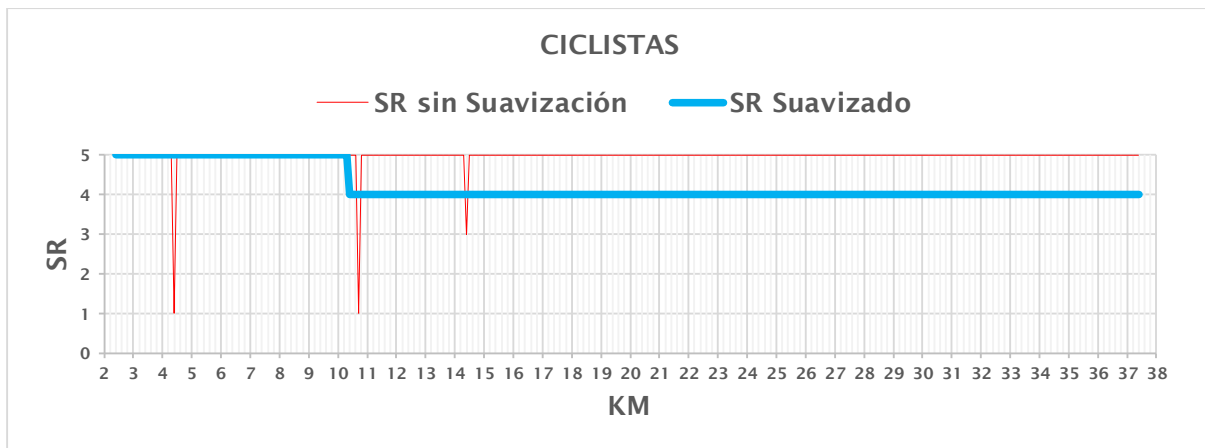
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 22. Clasificación SR para motociclistas



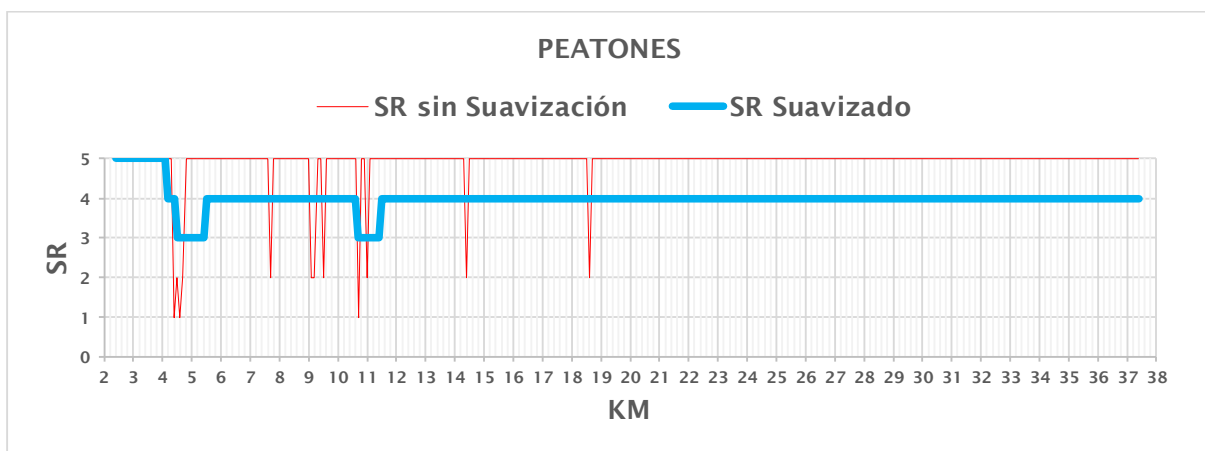
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 23. Clasificación SR para ciclistas



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 24. Clasificación SR para peatones



Fuente: Elaboración Propia

4.2 Aplicación de contramedidas

La metodología iRAP establece un total de 94 contramedidas, la aplicación de cada una de ellas supone una disminución en el riesgo de muerte o lesión grave, sin embargo, en el contexto nacional no se cuenta con los recursos necesarios para su implementación.

Contramedidas como cambiar la alineación vertical, horizontal, la ampliación o duplicación de carriles, carriles de adelantamiento o de giro, o carriles exclusivos para motocicletas suponen grandes inversiones, en el presente estudio de evaluación de la carretera se pretende aplicar contramedidas de bajo costo y altos beneficios, aumentando la calificación de estrellas que conllevan a una mayor seguridad vial y reducción de posibles accidentes.

La carretera Cuenca-Girón es una de las arterias viales más importantes del austro ecuatoriano, contando con una adecuada señalización vertical regulatoria y preventiva, así como señalética de delineación (chevrone) y guardavías o barreras metálicas en las curvas, por lo que en el presente estudio no se realizarán contramedidas referentes a este tipo de señaléticas.

Para el tramo T2 desde la abscisa 3+200 a la 5+600, se tienen como severidades laterales del lado del conductor un 56% de postes, seguidos por un 28% de cunetas profundas (formadas por la topografía generada por el Río Tarqui), para el lado del copiloto se tienen como severidades laterales un 76% entre taludes de corte vertical rocoso y pendientes empinadas, con un 8% de postes, por lo que se ve la necesidad de colocar guardavías o barreras metálicas en el lado del conductor y copiloto para evitar accidentes con salidas de camino y volcamientos, con un total de 21 tramos intervenidos.

El tramo T3 tiene una calificación después de la suavización de 3 estrellas, sin embargo; se realiza una intervención en las abscisas 6+500 y la 8+700, donde se tiene una calificación de 1 estrella sin suavización, estos tramos al ser curvas cerradas con postes y árboles tienen un alto grado de peligro, se colocaran entonces guardavías en el lado del conductor y en lado del copiloto, con un total de 2 tramos intervenidos.

El tramo T4 es el segundo tramo con una calificación de dos estrellas luego de la suavización, en este se identifican dos sub tramos con características distintas, uno (ST1) comprendido desde las abscisa 12+100 justo después de una estación de servicio comercial de gasolina (Estación de Servicio Tarqui) hasta la abscisa 25+200 ubicada en el Templete de la Batalla de Portete de Tarqui, caracterizado por una topografía con terreno relativamente llano con pendientes suaves, en donde sus curvas y entre tangencias son moderadas las primeras y de gran longitud las segundas, desarrollándose altas velocidades de operación, que en

promedio llegan a los 85 km/h, constituyéndose la velocidad un factor de peligro de accidentes por invasión de carril que puede producir colisiones frontales o fronto laterales, se determina para este tramo la implementación de bandas sonoras o alertadoras centrales, con un total de 132 tramos intervenidos.

El segundo sub tramo (ST2) del tramo homogéneo T4 comprende las abscisas 25+300 a la 34+100, este se caracteriza por una topografía montañosa escarpada con curvas cerradas y entre tangencias más cortas, con severidades laterales del lado de conductor de 58% de taludes de corte con pendientes empinadas (15° a 75° y > 75°), seguidas por un 19% de postes, resaltado un 11% de guardavías o barreras de seguridad metálicas ya instaladas; como severidades laterales del lado del copiloto se tiene un 49% de taludes de corte con pendientes empinadas y rocosas (15° a 75°, > 75° y corte vertical rocoso), seguidas de un 35% de postes, y un 7% de precipicios y cunetas profundas; y con un 6% de guardavías ya instaladas. En estos tramos se instalaran guardavías donde aún no existen del lado del conductor y del copiloto con un total de 69 tramos y 81 tramos respectivamente.

En cuanto a peatones se propone la construcción de aceras de 1 m en las abscisas 4+400 a la 4+700 en la intersección de Zhucay, en la abscisa 7+700, en la zona del ingreso al Ecoparque Chaucayacu, en la abscisa 11+000 zona urbana del pueblo de Tarqui y en la intersección de Cumbe en la abscisa 14+400, estas zona cuentan con una importante movilidad de peatones y se busca mejorar su calificación que previo a la suavización esta entre 1 y 2 estrellas, en total suman 7 tramos intervenidos.

En la Tabla 19, se muestra las medidas de mejoramiento o contramedidas a ser implementadas en los tramos correspondientes a lo largo de la vía Cuenca-Girón.

Tabla 19. Contramedidas por tramos

Tramo Homogéneo	Abscisa	Medida de mejoramiento	No. Tramos	No. Tramos Intervenidos	% de Intervención Total de vía
T2	3+200 a la 5+600	Guardavía: lado del conductor	25	21	6%
		Guardavía: lado del copiloto	25	21	6%
T3	6+500; 8+700	Guardavía: lado del conductor	2	1	0%
		Guardavía: lado del copiloto	2	2	1%
T4 (ST1)			132	132	38%

		Banda Sonora			
	12+100 a la 25+200	central (Centerline Rumble Strips)			
T4 (ST2)	25+300 a la 34+100	Guardavía: lado del conductor	89	69	20%
		Guardavía: lado del copiloto	89	81	23%
	4+400 a la	Aceras: lado del conductor	7	7	2%
PEATONES	4+700; 7+700; 11+000; 14+400	Aceras: lado del copiloto	7	7	2%

Fuente: Elaboración Propia

Se aplican las medidas de mejoramiento en el simulador de Vida para mostrar la clasificación de estrellas SRS suavizado y SRS suavizado con contramedidas para los usuarios viales de los 35 km de análisis de la vía Cuenca-Girón.

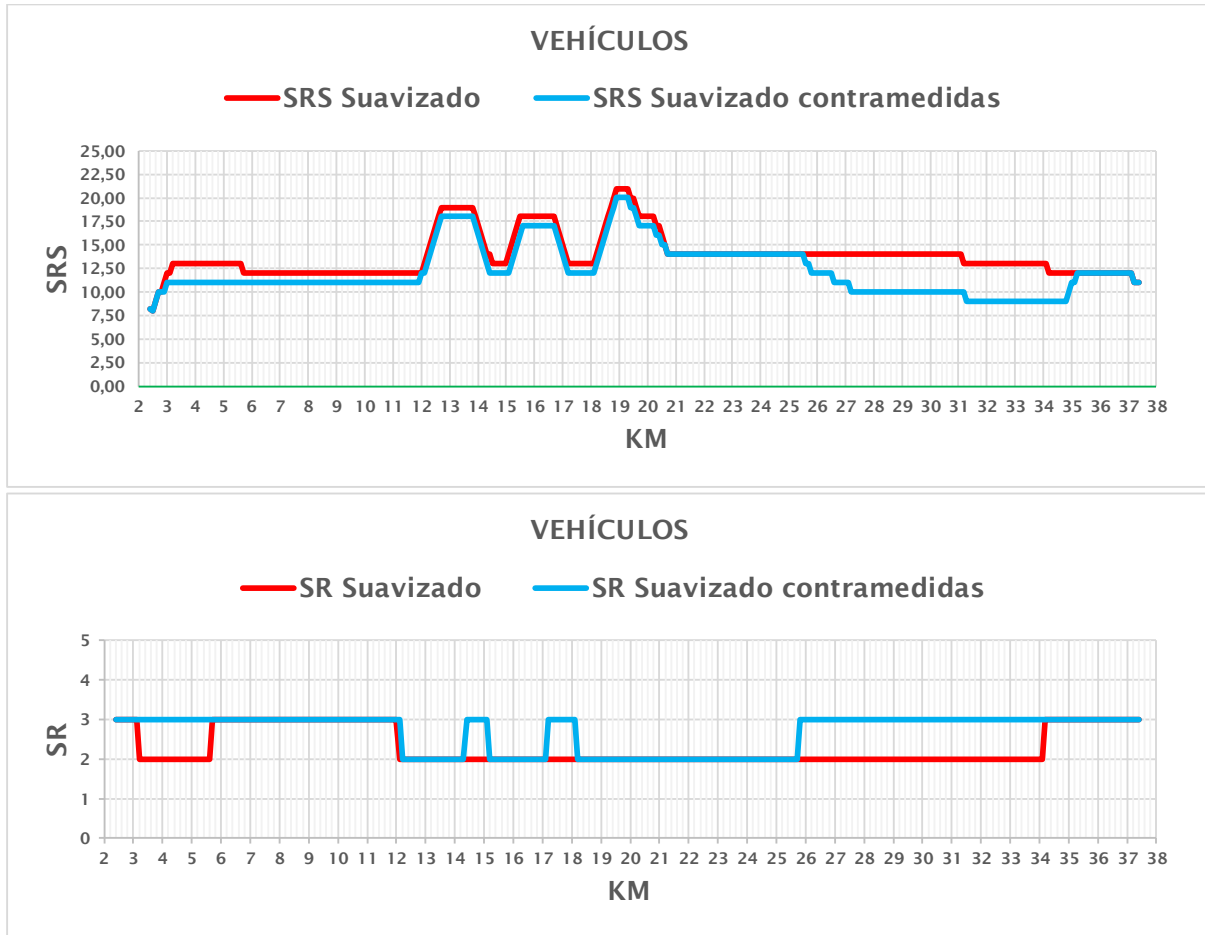
En la Figura 26 se muestra que posterior a las contramedidas para los ocupantes de vehículos la calificación SRS disminuyó y la clasificación SR aumenta a 3 estrellas en el tramo homogéneo T2 (3+200 a 5+600) y en el T4 (ST2), sin embargo para el tramo T4 (ST1) no fue suficiente la aplicación de contramedidas propuesta mejorando solo 2 km de los 13.2 km del tramo, de tal manera que será necesario utilizar más de una medida de mejoramiento en el tramo.

Las calificaciones SRS suavizadas y las clasificaciones SR suavizadas para los motociclistas y ciclistas se muestran en la Figura 27 y Figura 28 respectivamente. Para los motociclistas se produce una reducción en los SRS, pero el número de estrellas SR no aumenta a 3 estrellas como se esperaba, a pesar de aplicar contramedidas que deberían reducir accidentes en estos usuarios viales. Los ciclistas mantienen sus SRS y SR, dado que se aplican medidas que no están relacionadas con mejoras en su seguridad. Para estos dos usuarios viales seguramente se deberán aplicar medidas de construcción de carriles exclusivos y ciclo vías, pero su costo sería sumamente elevado en relación a los beneficios, al presentarse en cantidades mínimas los unos y en lugares específicos los otros.

Para los peatones si se aplican contramedidas directamente relacionadas con las aceras, produciéndose una mejora sustancial en los mismos, partiendo de clasificaciones de 1 estrella sin suavización hasta 4 estrellas luego de la aplicación de contramedidas, donde estos

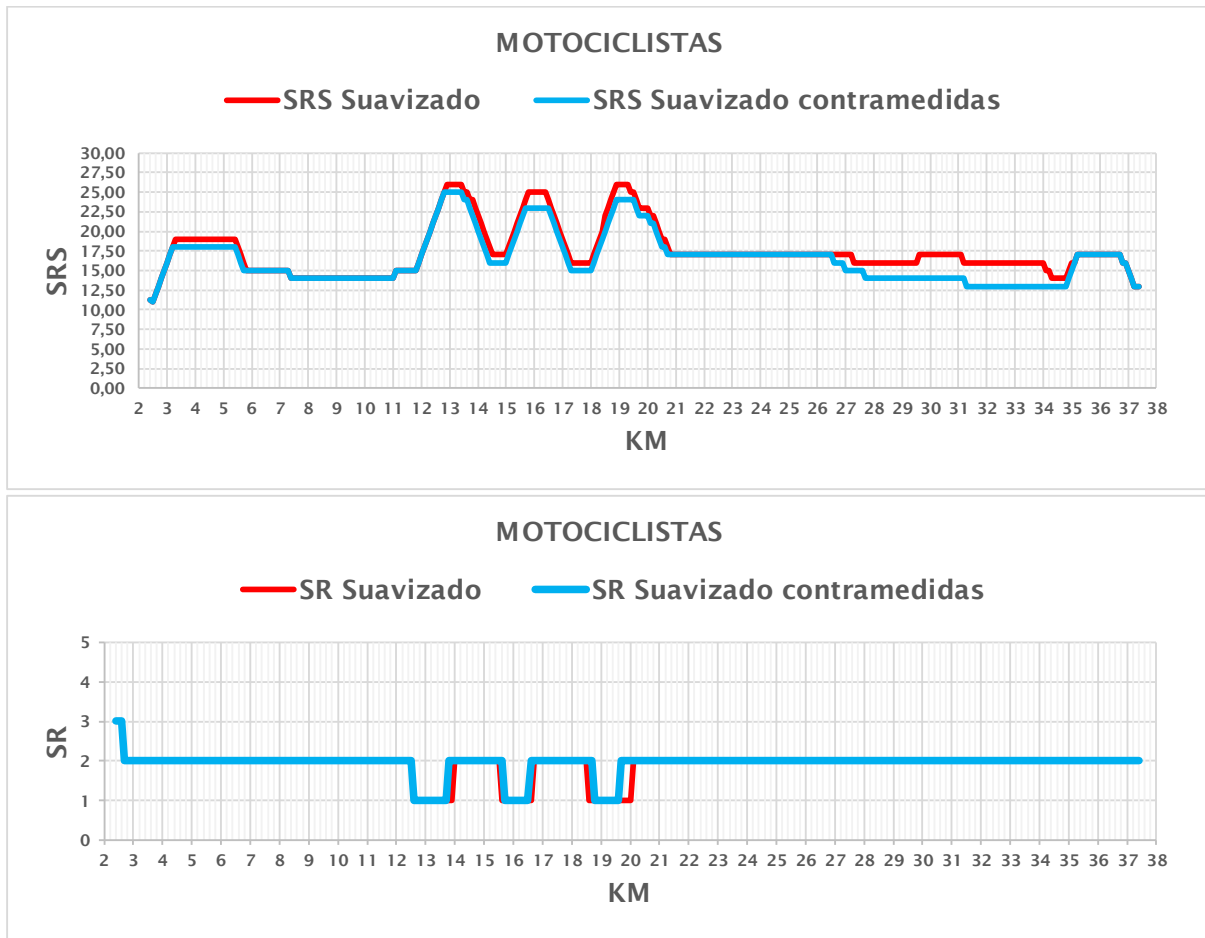
usuarios viales están presentes. Las calificaciones SRS suavizadas y las clasificaciones SR suavizadas para peatones se muestran en la Figura 29.

Figura 26. Clasificaciones suavizadas SRS y calificación suavizadas SR con contramedidas para ocupantes de vehículos



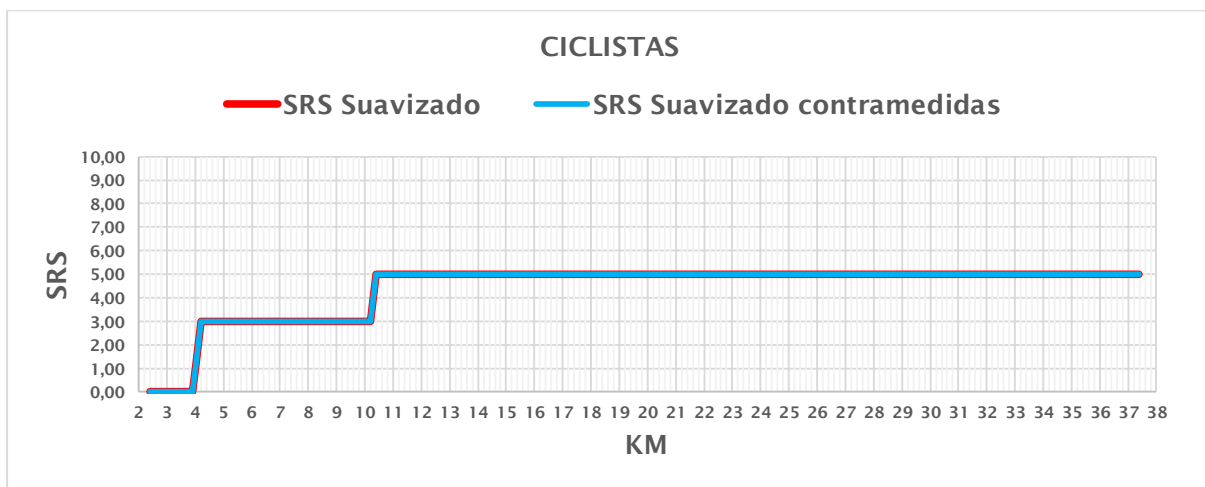
Fuente: Elaboración Propia

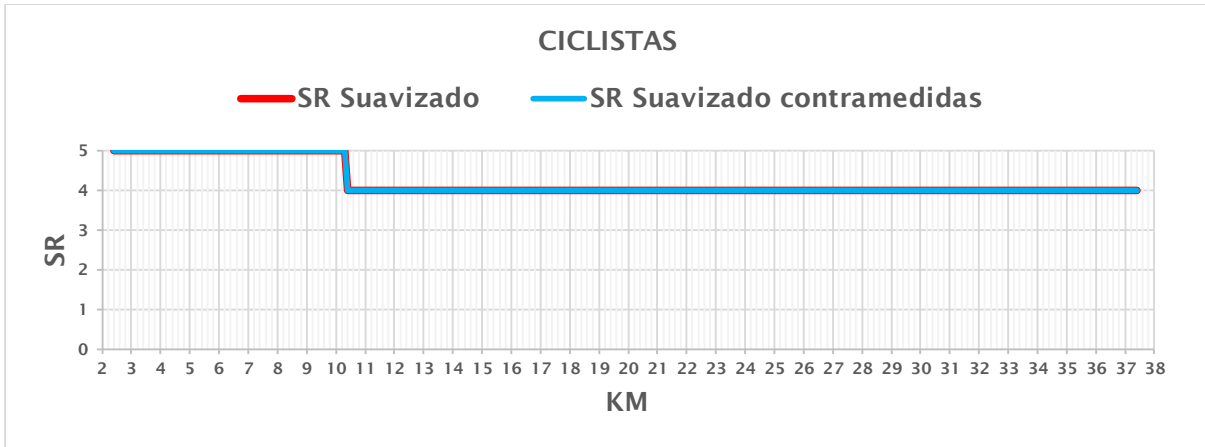
Figura 27. Clasificaciones suavizadas SRS y calificación suavizadas SR con contramedidas para motociclistas



Fuente: Elaboración Propia

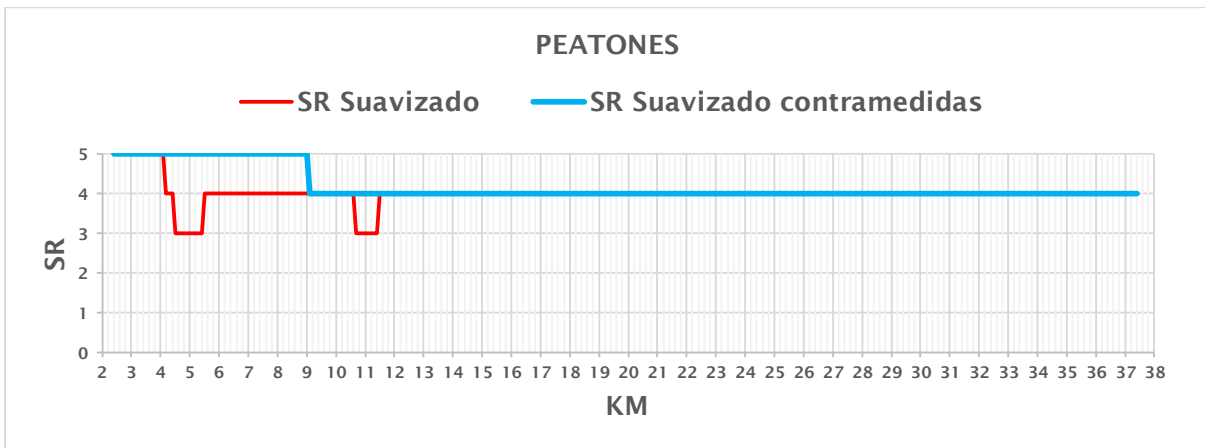
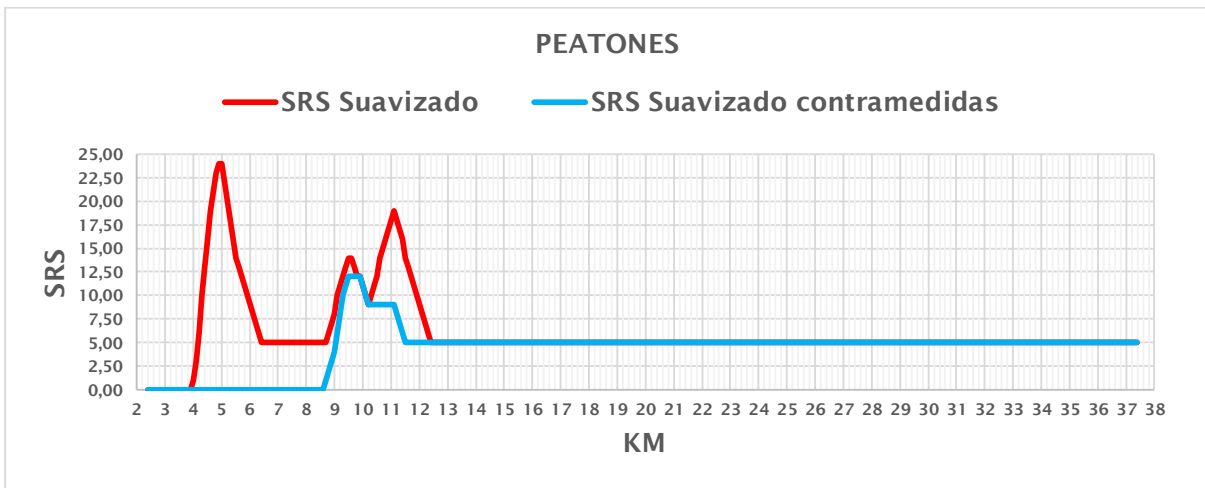
Figura 28. Clasificaciones suavizadas SRS y calificación suavizadas SR con contramedidas para ciclistas





Fuente: Elaboración Propia

Figura 29. Clasificaciones suavizadas SRS y calificación suavizadas SR con contramedidas para peatones



Fuente: Elaboración Propia

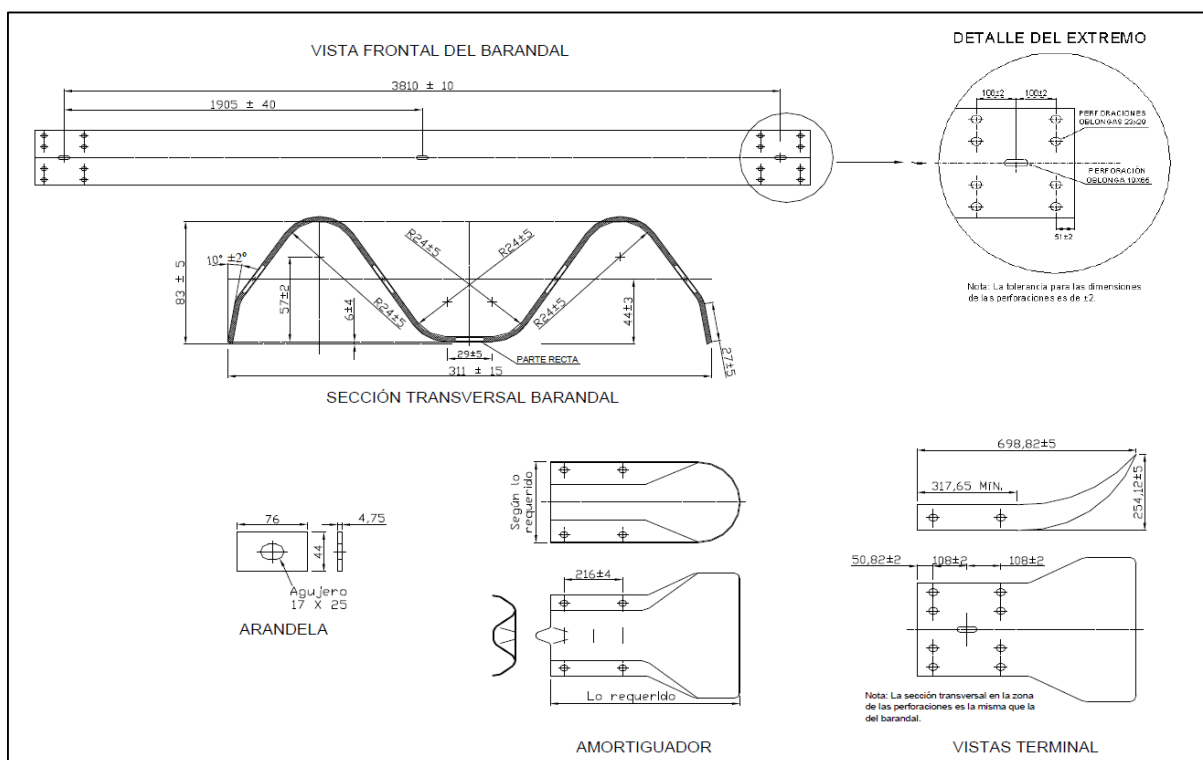
4.3 Plan de inversión y costo de implementación de mejoras

Posterior a la evaluación de la clasificación por estrellas con la implementación de las contramedidas, se realizara un presupuesto referencial del cálculo del costo de la construcción en campo de estas mejoras a lo largo de los tramos de intervención.

La obras de mejora vial se deben realizar con las normativas y buenas técnicas de construcción, con los equipos, materiales adecuados y mano de obra calificada, por lo tanto se realizara un análisis de precios unitarios que determine por metro lineal efectivamente instalado su costo por cada tramo según sea el caso, guardavía metálico, bandas alertadoras centrales y aceras.

De acuerdo con las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F2002 los elementos de un guardacamino o guardavía metálico como los barandales, secciones terminales, pernos, tuercas y otros accesorios deberán satisfacer los requerimientos especificados en la Norma AASHTO M-180 (MOP, 2002a). Las dimensiones generales se presentan en la Figura 30 de acuerdo a la Norma NTE INEN 2473 del 2012:

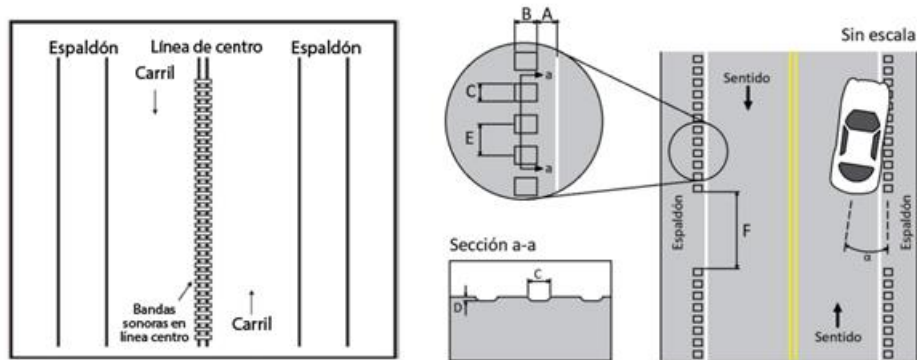
Figura 30. Perfiles corrugados y postes de acero para guardavías.



Fuente: Tomado de Norma INEN 2473 (INEN, 2012).

Las bandas sonoras en el centro de la vía (Centerline Rumble Strips), se colocan sobre o cerca de la línea central de la calzada. Diseñados principalmente para mitigar los choques frontales entre vehículos (Guerrero & Oviedo, 2020), como se muestra en la Figura 31.

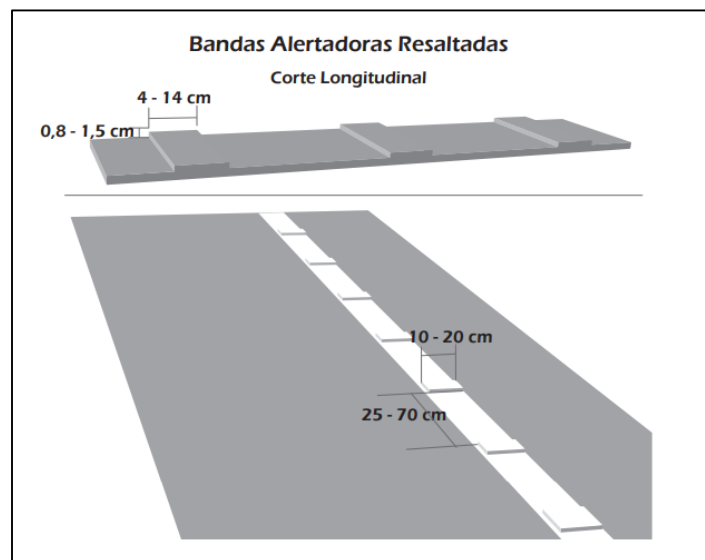
Figura 31. Instalación típica de bandas sonoras en el centro de la vía.



Fuente: Tomado de *Bandas Sonoras (Rumble Strips)* (Guerrero & Oviedo, 2020).

Las bandas alertadoras longitudinales pueden ser generadas de dos formas, resaltadas con pintura termoplástica o similar y bajo relieve, las resaltadas consisten en una línea dentada que produce un efecto sonoro y vibratorio dentro del vehículo cuando éste la traspasa esta línea, alertando así al conductor (Mintransporte, 2015). Ver Figura 32.

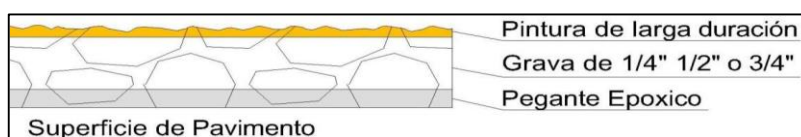
Figura 32. Dimensiones típicas bandas alertadoras.



Fuente: Tomado del *Manual de señalización vial del Mintransporte (Colombia, 2015)*.

Las bandas alertadoras se fabrican con gravilla (de $\frac{1}{4}$ " $\frac{1}{2}$ " o $\frac{3}{4}$ " dependiendo de la altura que se desea alcanzar), adherida al pavimento con pegante epóxico y cubierta con pintura termoplástica blanca o amarilla (Ver Figura 33).

Figura 33. Distribución de las capas en las bandas alertadoras



Fuente: Secretaría de Movilidad de Bogotá

El objetivo principal de las aceras es reducir el riesgo de conflictos entre los peatones y los vehículos motorizados (ANT, 2021). El ancho de las aceras varían dependiendo de la zona, en áreas rurales pueden ir desde un metro de ancho hasta los 3 metros de ancho, están constituidas por relleno compactado, mallas electro soldadas y hormigón estructural, confinadas por un bordillo perimetral (en carretas se configuran detrás del bordillo de la vía existente).

Una vez analizados cada uno de los rubros del presupuesto referencial para la implementación de contramedidas en la carretera Cuenca-Girón, se define que se realizaran con guardavías dobles, bandas alertadoras de dimensiones de 0.15x0.25x0.02 m distanciadas cada 25 cm (se requerirán 2 bandas por cada metro lineal), y aceras de 1 m de ancho, cuyo análisis de precio se muestran en el Apéndice E, y se aplican en los tramos analizados obteniéndose un presupuesto referencial de 3811225.57 dólares incluido el IVA (Ver Tabla 20), con una inversión por km de 108892.16 dólares, mejorando de manera sustancial más del 70% de la vía, aplicando medidas de bajo costo.

Tabla 20. Presupuesto referencial implementación de contramedidas

PRESUPUESTO					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	GUARDAVÍA DOBLE INCLUYE EXCAVACIÓN Y DESBROCE	ML	19500	133.20	2597325.82
2	BANDAS ALERTADORAS (0.15X0.25X0.02M) INCLUYE PEGANTE EPOXICO	ML	13200	38.85	512776.28
3	ACERAS , Incluye: excavación y desalojo, sub- base clase 3 e=0,12m, hormigón f'c=240 kg/cm2 e=10cm, malla electro soldada 5mm a 15cm.	M2	1400	47.09	65919.21
SUB TOTAL					3,176,021.31
IVA				12%	635,204.26
VALOR OFERTADO					3,811,225.57

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones

La evaluación de la carretera Cuenca-Girón mediante el simulador del programa Vida de IRAP, determino una clasificación por estrellas de entre 1 y 3 para la mayoría de los tramos de análisis en su estado actual, debido a que se presentan en gran medida severidades laterales como postes, taludes de corte con altas pendientes y rocosos, y cunetas profundas, además en ciertos tramos se tienen velocidades de operación que en promedio superan los 85 km/h, generándose altas velocidades de circulación.

Con la suavización de las calificaciones SRS, se obtienen tramos homogéneos donde en los tramos T2 (3+200 a la 5+600) y T4 (ST1:2+100 a la 25+100 y ST2: 25+200 a la 34+100) se obtienen una clasificación de 2 estrellas, donde se enfocaron las contramedidas a implementar, para los diferentes usuarios viales, con el fin se mejorar su clasificación a 3 estrellas.

En la metodología iRAP se tienen un total de 94 contramedidas, cada una de ellas supone una disminución en el riesgo de muerte o lesión grave, pero medidas como cambiar la alineación vertical, horizontal, la ampliación o duplicación de carriles, carriles de adelantamiento o de giro, o carriles exclusivos suponen grandes inversiones, por esto se decide aplicar contramedidas de bajo costo y altos beneficios, se escogen entonces como plan de inversión la implementación de guardavías en 111 tramos (T2 y T4 (ST2)), bandas alertadoras en la línea central en 132 tramos T4 (ST1) y aceras peatonales en 7 tramos.

Con la aplicación de las contramedidas para los ocupantes de vehículos, se pudo mejorar todos los tramos, ascendiendo en la clasificación a 3 estrellas, sin embargo para el tramo T4 (ST1) donde solamente se aplicó bandas alertadoras en la línea central se pudo mejorar aproximadamente en 2 km, siendo necesario utilizar más de una contramedida o medida de mejoramiento en estos tramos.

Para los motociclistas en el estado actual tienen una clasificación de 1 y 2 estrellas, si bien las contramedidas son de relación directa con este tipo de usuarios, y a pesar que su calificación SRS disminuyo, no fue lo suficiente para alcanzar las 3 estrellas. Los ciclistas no variaron en su clasificación por ser contramedidas no relacionadas con estos. Para motociclistas y ciclistas contramedidas como carriles exclusivos y ciclo vías, mejorarían su clasificación pero su costo sería sumamente elevado en relación a los beneficios, pues se presentan en un pequeño porcentaje.

La clasificación de peatones con la implementación de mejoras como la construcción de aceras, donde su circulación es importante que en este caso fueron 7 tramos, hizo que

partiendo de una clasificación de 1 a 3 estrellas sin suavización, se llegue hasta las 4 estrellas donde estos están presentes.

La implementación de las contramedidas propuestas por la metodología iRAP ayudó a mejorar de manera sustancial la seguridad de la vía en más del 70% de los tramos intervenidos, con un plan de inversión de 108,892.16 dólares por km, aplicando medidas de bajo costo.

En el presente estudio no se implementaron medidas de señaléticas ya que la misma cuenta con una adecuada señalización tanto vertical como horizontal, sin embargo; se recomienda planes de mantenimiento preventivo de manera que se eviten deterioros a largo plazo.

Se debe pensar en políticas públicas que generen mayores inversiones en seguridad vial, se demuestran que con pequeñas medidas de mejoramiento e inversiones mínimas se logran reducir accidentes de tránsito con heridos graves y fatalidades, fomentando la preparación de profesionales en estudios de seguridad que en base de recopilación de datos de campo se generen planes y proyectos de transformación vial. Ahorrando recursos por el costo causado por accidentes en países en vías de desarrollo como el caso ecuatoriano, sabiendo que una vía con 3 estrellas causa 61% menos costos que una vía con una calificación de 2 estrellas.

La metodología propuesta por el iRAP para evaluación de seguridad vial en las carreteras mediante el software ViDA, es de aplicación general y sus variables pueden ser recopiladas con relativa facilidad. Con la presente investigación se pretende fomentar las bases para su aplicación a las diferentes vías del Ecuador, de manera que se pueda contar con mapa de riesgos y clasificación de vías más seguras, e implementar medidas de mejoramiento mediante presupuestos basados en la seguridad vial.

Referencias

- ANT. (2020). *Anuario de estadísticas de transporte*.
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
- ANT. (2021). *MANUAL DE SEGURIDAD VIAL URBANA DE ECUADOR*.
<https://www.ant.gob.ec/wp-content/uploads/2021/12/Manual-de-Seguridad-Vial-Urbana-Ecuador.pdf>
- Cárdenas Grisales, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras, 2da Edición* (Ecoe Ediciones (ed.)).
- García-Ramírez, Y., Camacho, J., & Montoya, J. (2021). Uso del modelo iRAP para evaluar la seguridad vial en carreteras de dos carriles en Ecuador. *Ciencia, Ingenierías y Aplicaciones.*, 4(1), 7–23. <https://doi.org/10.22206/cyap.2021.v4i1.pp7-23>
- García, Y. R., & Alverca, F. (2019). Calibración de Ecuaciones de Velocidades de Operación en Carreteras Rurales Montañas de Dos Carriles: Caso de Estudio Ecuatoriano. *Revista Politécnica*, 43(2).
https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/1012/pdf
- Guerrero, S., & Oviedo, B. (2020). Bandas Sonoras(Rumble Strips). *ResearchGate*, April, 21.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22115.91681>
- H2E. (2022). *LEVANTAMIENTO DE TRÁFICO EN EL SECTOR DE TARQUI , SOBRE LA VÍA E35*.
- INEC. (2022). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*.
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>
- INEN. (2012). Instituto Ecuatoriano de Normalizacion NTE 2473 (Patent No. NTE INEN 2473:2012). In *Instituto Ecuatoriano de Normalización* (NTE INEN 2473:2012).
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1338-3.pdf>
- INVIAS. (2008). Manual de Diseno Geometrico de Carreteras. *Ciencia*, 84, 1–6.
- iRAP. (2013a). *Ficha técnica # 4 Tipos de accidente*. <https://irap.org/methodology/>
- iRAP. (2013b). *Ficha técnica # 8 Clasificación por estrellas suavizadas*.
<https://irap.org/methodology/>
- iRAP. (2014). *Ficha técnica # 6 Ecuaciones para la clasificación por estrellas*.
<https://irap.org/methodology/>
- iRAP. (2015a). *Ficha técnica # 11 Medidas de mejoramiento*. <https://irap.org/methodology/>
- iRAP. (2015b). *Ficha técnica # 3 Atributos viales*. <https://irap.org/methodology/>
- iRAP. (2015c). *Ficha técnica # 7 Bandas de Clasificación por Estrellas*. 1–6.
<https://irap.org/methodology/>
- Mcinerney, R., & Fletcher, M. (2013). *Relationship between Star Ratings and crash cost per*

kilometre travelled : the Bruce Highway , Australia. May 2013, 1–6.

- Mintransporte. (2015). Manual De Señalización Vial Dispositivos Uniformes Para La Regulación De Tránsito En Calles, Carreteras Y Ciclorrutas De Colombia. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 44(8), 085201. <http://arxiv.org/abs/1011.1669><http://dx.doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201><http://stacks.iop.org/1751-8121/44/i=8/a=085201?key=crossref.abc74c979a75846b3de48a5587bf708f>
- MOP. (2002a). Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes. *Republica Del Ecuador Ministerio De Obras Publicas Y Comunicaciones Mop - 001-F 2002*, 3(9), 1689–1699. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/01-07-2013_ConcursoPublico_StoDomingo-Esmeraldas-Especificaciones-Tecnicas.pdf
- MOP. (2002b). *ESTUDIOS DE REHABILITACIÓN, AMPLIACIÓN, MANTENIMIENTO, IMPACTO AMBIENTAL Y EVALUACIÓN PARA LA CONCESIÓN DE LA CARRETERA CUENCA - MACHALA.*
- MTOP. (2013). *NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES NEVI-12.*
- MTOP. (2018). *ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD, IMPACTOS AMBIENTALES E INGENIERÍA: PRE-PRELIMINAR, PRELIMINAR Y DEFINITIVOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA CUENCA-ESTACIÓN DE CUMBE (ACCESO SUR A CUENCA) DE 14 Km DE LONGITUD APROXIMADA, UBICADA EN LA PROVINCIA DEL AZUAY.*
- OMS. (2013). La Seguridad Vial 2013. *Informe Sobre La Situación Mundial De La Seguridad Vial 2013*, 12. http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/report/en/
- OPS. (2019). *Estado de la seguridad vial en la Región de las Américas.* <https://www.paho.org>

Apéndice

Apéndice A. Alineación Horizontal: características geométricas principales.

No. CURVA Y DIRECCIÓN	ELEMENTO	PK INICIAL	PK FINAL	LONGITUD TOTAL	RADIO	PARAMETRO CLOTOIDE	LONG. CURVA CIRCULAR	LIMITE DE VELOCIDAD
9-I	RECTA	2+400.000	2+452.129	52.129	2000			90
	CURVA	2+452.129	2+540.947	88.818				60
10-D	RECTA	2+540.947	2+563.683	22.736	320			90
	CURVA	2+563.683	2+680.318	116.635				60
11-D ESPIRAL	RECTA	2+680.318	2+837.684	157.366	295	20	75.875	90
	CURVA	2+837.684	2+993.559	155.875				60
12-D	RECTA	2+993.559	3+118.778	125.219	1500			90
	CURVA	3+118.778	3+186.264	67.486				60
13-I	RECTA	3+186.264	3+281.903	95.639	490			90
	CURVA	3+281.903	3+358.516	76.613				60
14-I	RECTA	3+358.516	3+465.695	107.179	375			90
	CURVA	3+465.695	3+518.164	52.469				60
15-I	RECTA	3+518.164	3+578.127	59.963	250			60
	CURVA	3+578.127	3+687.295	109.168				60
16-D	RECTA	3+687.295	3+774.357	87.062	2500			60
	CURVA	3+774.357	3+897.900	123.543				60
17-I ESPIRAL	RECTA	3+897.900	3+931.260	33.360	97	25	23.543	50
	CURVA	3+931.260	4+087.711	156.451				50
18-D	RECTA	4+087.711	4+120.728	33.017	127.5			50
	CURVA	4+120.728	4+212.167	91.439				50
19-D ESPIRAL	RECTA	4+212.167	4+286.211	74.044	80	15	31.439	50
	CURVA	4+286.211	4+341.957	55.746				50
20-I	RECTA	4+341.957	4+405.105	63.148	74			30
	CURVA	4+405.105	4+502.788	97.683				50
21-I ESPIRAL	RECTA	4+502.788	4+553.143	50.355	83	20	17.683	50
	CURVA	4+553.143	4+699.797	146.654				50
22-I	RECTA	4+699.797	4+848.395	148.598	320			50
	CURVA	4+848.395	5+012.197	163.802				60
23-I ESPIRAL	RECTA	5+012.197	5+061.567	49.370	380	20	83.802	60
	CURVA	5+061.567	5+254.181	192.614				60
24-D ESPIRAL	RECTA	5+254.181	5+299.852	45.671	413.3	20	112.614	60
	CURVA	5+299.852	5+387.920	88.068				60
25-D	RECTA	5+387.920	5+412.495	24.575	241			60
	CURVA	5+412.495	5+504.990	92.495				60
26-I ESPIRAL	RECTA	5+504.990	5+619.454	114.464	110	20	12.495	60
	CURVA	5+619.454	5+780.490	161.036				50
27-D ESPIRAL	RECTA	5+780.490	6+181.969	401.479	3000			30
	CURVA	6+181.969	6+337.974	156.005				50
29-I ESPIRAL	RECTA	6+337.974	6+409.259	71.285	144	20	76.005	50
	CURVA	6+409.259	6+568.247	158.988				60
30-D ESPIRAL	RECTA	6+568.247	6+606.857	38.610	79	15	98.988	60
	CURVA	6+606.857	6+773.950	167.093				60
31-I ESPIRAL	CURVA	6+606.857	6+773.950	167.093	86	25	67.093	60

	RECTA	6+773.950	6+908.756	134.806				60
32-D ESPIRAL	CURVA	6+908.756	7+051.777	143.021	154	25	43.021	60
	RECTA	7+051.777	7+163.268	111.491				60
33-I ESPIRAL	CURVA	7+163.268	7+294.355	131.087	90	20	51.087	60
	RECTA	7+294.355	7+724.793	430.438				40
34-I	CURVA	7+724.793	7+765.837	41.044	600			40
	RECTA	7+765.837	7+869.882	104.045				40
35-I ESPIRAL	CURVA	7+869.882	8+008.859	138.977	103.5	20	58.977	60
	RECTA	8+008.859	8+169.518	160.659				60
36-D ESPIRAL	CURVA	8+169.518	8+338.396	168.878	365	20	88.878	60
	RECTA	8+338.396	8+364.420	26.024				60
37-I ESPIRAL	CURVA	8+364.420	8+529.852	165.432	300	25	65.432	60
	RECTA	8+529.852	8+664.512	134.660				60
38-I ESPIRAL	CURVA	8+664.512	8+865.698	201.186	150	30	81.186	60
	RECTA	8+865.698	9+168.949	303.251				60
39-I	CURVA	9+168.949	9+318.640	149.691	400			50
	RECTA	9+318.640	9+373.592	54.952				60
40-D	CURVA	9+373.592	9+510.621	137.029	222.5			60
	RECTA	9+510.621	9+619.461	108.840				60
41-D	CURVA	9+619.461	9+705.583	86.122	330			60
	RECTA	9+705.583	9+759.967	54.384				60
42-I	CURVA	9+759.967	9+881.668	121.701	410			60
	RECTA	9+881.668	10+020.726	139.058				60
43-D ESPIRAL	CURVA	10+020.726	10+230.976	210.250	148.5	30	90.25	60
	RECTA	10+230.976	10+247.778	16.802				60
44-I ESPIRAL	CURVA	10+247.778	10+400.176	152.398	106	25	52.398	60
	RECTA	10+400.176	10+405.416	5.240				60
45-D ESPIRAL	CURVA	10+405.416	10+544.545	139.129	135	30	19.129	60
	RECTA	10+544.545	10+599.035	54.490				50
46-I ESPIRAL	CURVA	10+599.035	10+732.846	133.811	220	15	73.811	50
	RECTA	10+732.846	10+810.946	78.100				50
47-D ESPIRAL	CURVA	10+810.946	11+002.491	191.545	205	20	111.545	50
	RECTA	11+002.491	11+496.622	494.131				90
48-I	CURVA	11+496.622	11+679.483	182.861	204.3			60
	RECTA	11+679.483	12+009.270	329.787				60
49-D ESPIRAL	CURVA	12+009.270	12+270.496	261.226	250	15	201.226	60
50-I	RECTA	12+270.496	12+983.784	713.288				90
51-I	CURVA	12+983.784	13+115.690	131.906	420			60
52-I	RECTA	13+115.690	13+552.288	436.598				90
53-I	CURVA	13+552.288	13+823.073	270.785	812			60
54-I	RECTA	13+823.073	14+000.000	176.927				90
55-D	RECTA	14+000.000	15+000.000	1000.000				60
56-I	RECTA	15+000.000	16+000.000	1000.000				90
	RECTA	16+000.000	16+833.164	833.164				90
57-D	CURVA	16+833.164	17+298.091	464.927	603			40
	RECTA	17+298.091	17+761.679	463.588				60
58-I ESPIRAL	CURVA	17+761.679	17+922.750	161.071	148	20	81.071	60

	RECTA	17+922.750	17+984.365	61.615					60
59-D	CURVA	17+984.365	18+278.061	293.696	401				60
	RECTA	18+278.061	19+073.913	795.852					90
60-I	CURVA	19+073.913	19+333.204	259.291	255.5				60
	RECTA	19+333.204	19+386.728	53.524					60
61-D	CURVA	19+386.728	19+448.542	61.814	680				60
	RECTA	19+448.542	19+618.761	170.219					60
62-D ESPIRAL	CURVA	19+618.761	19+830.028	211.267	149	20	131.267		60
	RECTA	19+830.028	20+140.930	310.902					90
63-I ESPIRAL	CURVA	20+140.930	20+308.093	167.163	201.5	20	87.163		60
	RECTA	20+308.093	21+372.431	1064.338					60
64-D ESPIRAL	CURVA	21+372.431	21+515.216	142.785	310	20	62.785		60
	RECTA	21+515.216	21+911.364	396.148					90
65-D ESPIRAL	CURVA	21+911.364	22+081.908	170.544	530	20	90.544		60
	RECTA	22+081.908	22+384.911	303.003					90
66-I	CURVA	22+384.911	22+487.482	102.571	560				60
	RECTA	22+487.482	22+686.979	199.497					90
67-D ESPIRAL	CURVA	22+686.979	22+843.723	156.744	195	25	56.744		60
	RECTA	22+843.723	22+929.596	85.873					60
68-I	CURVA	22+929.596	23+022.945	93.349	285				60
	RECTA	23+022.945	23+175.088	152.143					60
69-I ESPIRAL	CURVA	23+175.088	23+351.027	175.939	176	25	75.939		60
	RECTA	23+351.027	23+700.760	349.733					90
70-D	CURVA	23+700.760	23+812.353	111.593	312				60
	RECTA	23+812.353	23+982.119	169.766					90
71-I ESPIRAL	CURVA	23+982.119	24+157.067	174.948	250	20	94.948		60
	RECTA	24+157.067	24+259.810	102.743					60
72-D ESPIRAL	CURVA	24+259.810	24+448.727	188.917	193	25	88.917		60
	RECTA	24+448.727	24+532.746	84.019					60
73-D ESPIRAL	CURVA	24+532.746	24+717.457	184.711	250	20	104.711		60
	RECTA	24+717.457	24+858.639	141.182					90
74-I	CURVA	24+858.639	24+977.221	118.582	540				60
	RECTA	24+977.221	25+232.316	255.095					90
75-I ESPIRAL	CURVA	25+232.316	25+397.533	165.217	79.8	20	85.217		60
	RECTA	25+397.533	25+565.404	167.871					60
76-I ESPIRAL	CURVA	25+565.404	25+721.499	156.095	90	20	76.095		60
	RECTA	25+721.499	25+782.361	60.862					60
77-D ESPIRAL	CURVA	25+782.361	25+968.025	185.664	100.5	20	105.664		60
	RECTA	25+968.025	26+000.000	31.975					60
78-D ESPIRAL	CURVA	26+000.000	26+151.684	151.684	210	15	91.684		60
	RECTA	26+151.684	26+269.087	117.403					60
79-I	CURVA	26+269.087	26+527.518	258.431	402				60
	RECTA	26+527.518	26+585.652	58.134					60
80-I ESPIRAL	CURVA	26+585.652	26+677.305	91.653	62	15	31.653		60
	RECTA	26+677.305	26+772.469	95.164					60
81-D	CURVA	26+772.469	26+900.103	127.634	124				60
	RECTA	26+900.103	27+040.755	140.652					60

82-I ESPIRAL	CURVA	27+040.755	27+261.670	220.915	200	15	160.915	60
	RECTA	27+261.670	27+376.305	114.635				60
83-D ESPIRAL	CURVA	27+376.305	27+612.836	236.531	95	20	156.531	60
	RECTA	27+612.836	27+825.150	212.314				60
84-D ESPIRAL	CURVA	27+825.150	27+980.269	155.119	300	20	75.119	60
	RECTA	27+980.269	28+037.408	57.139				60
85-I	CURVA	28+037.408	28+100.304	62.896	196			60
	RECTA	28+100.304	28+125.430	25.126				60
86-I ESPIRAL	CURVA	28+125.430	28+384.017	258.587	218.2	15	198.587	60
	RECTA	28+384.017	28+447.759	63.742				60
87-D ESPIRAL	CURVA	28+447.759	28+549.531	101.772	115	20	21.772	60
	RECTA	28+549.531	28+639.752	90.221				60
88-I ESPIRAL	CURVA	28+639.752	28+765.485	125.733	290	20	45.733	60
	RECTA	28+765.485	28+926.530	161.045				60
89-I	CURVA	28+926.530	28+986.611	60.081	215			60
	RECTA	28+986.611	29+068.099	81.488				60
90-D ESPIRAL	CURVA	29+068.099	29+186.274	118.175	155	20	38.175	60
	RECTA	29+186.274	29+320.542	134.268				60
91-I	CURVA	29+320.542	29+447.175	126.633	203			60
	RECTA	29+447.175	29+592.428	145.253				60
92-I	CURVA	29+592.428	29+753.626	161.198	510			60
	RECTA	29+753.626	29+873.652	120.026				60
93-D ESPIRAL	CURVA	29+873.652	30+022.110	148.458	101.5	20	68.458	60
	RECTA	30+022.110	30+210.132	188.022				60
94-D	CURVA	30+210.132	30+337.222	127.090	359			60
	RECTA	30+337.222	30+399.287	62.065				60
95-I ESPIRAL	CURVA	30+399.287	30+552.552	153.265	148	20	73.265	60
	RECTA	30+552.552	30+641.871	89.319				60
96-D	CURVA	30+641.871	30+756.205	114.334	205.5			60
	RECTA	30+756.205	31+074.404	318.199				60
97-D ESPIRAL	CURVA	31+074.404	31+203.434	129.030	101	20	49.03	60
	RECTA	31+203.434	31+270.475	67.041				60
98-D ESPIRAL	CURVA	31+270.475	31+391.148	120.673	99	20	40.673	60
	RECTA	31+391.148	31+468.124	76.976				60
99-D ESPIRAL	CURVA	31+468.124	31+626.089	157.965	100.5	20	77.965	60
	RECTA	31+626.089	31+767.530	141.441				60
100-D ESPIRAL	CURVA	31+767.530	31+882.235	114.705	148	20	34.705	60
	RECTA	31+882.235	32+068.416	186.181				60
101-I	CURVA	32+068.416	32+217.777	149.361	208			60
	RECTA	32+217.777	32+627.944	410.167				60
102-I	CURVA	32+627.944	33+110.752	482.808	220			40
	RECTA	33+110.752	33+255.232	144.480				40
103-D ESPIRAL	CURVA	33+255.232	33+397.599	142.367	119	20	62.367	40
	RECTA	33+397.599	33+471.778	74.179				40
104-I ESPIRAL	CURVA	33+471.778	33+602.186	130.408	119	20	50.408	40
	RECTA	33+602.186	34+123.919	521.733				60
105-I ESPIRAL	CURVA	34+123.919	34+326.230	202.311	148	20	122.311	50

	RECTA	34+326.230	34+460.591	134.361					50
106-D ESPIRAL	CURVA	34+460.591	34+708.194	247.603	298	20	167.603		30
	RECTA	34+708.194	35+237.620	529.426					60
107-I	CURVA	35+237.620	35+456.143	218.523	304.5				60
	RECTA	35+456.143	35+669.210	213.067					60
108-D ESPIRAL	CURVA	35+669.210	35+853.876	184.666	147	20	104.666		60
	RECTA	35+853.876	35+927.211	73.335					60
109-I ESPIRAL	CURVA	35+927.211	36+071.550	144.339	109	20	64.339		60
	RECTA	36+071.550	36+086.046	14.496					60
101-I	CURVA	36+086.046	36+136.914	50.868	260				60
	RECTA	36+136.914	36+178.347	41.433					60
111-D	CURVA	36+178.347	36+217.754	39.407	380				60
	RECTA	36+217.754	36+226.292	8.538					60
112-D ESPIRAL	CURVA	36+226.292	36+421.407	195.115	179	15	135.115		60
	RECTA	36+421.407	36+461.351	39.944					60
113-I ESPIRAL	CURVA	36+461.351	36+603.058	141.707	140	20	61.707		60
	RECTA	36+603.058	36+748.794	145.736					60
114-I	CURVA	36+748.794	36+928.431	179.637	120	25	79.637		60
	RECTA	36+928.431	37+038.398	109.967					60
115-D ESPIRAL	CURVA	37+038.398	37+195.952	157.554	101	25	57.554		60
	RECTA	37+195.952	37+212.597	16.645					60
116-D	CURVA	37+212.597	37+272.284	59.687	340				50
	CURVA	37+272.284	37+400.000	127.716					50

Fuente: Elaboración Propia en base a Planos CAD del Estudio para la Concesión de la Vía Cuenca Machala (MOP, 2002).

Apéndice B. Alineación Vertical: características geométricas principales.

VÉRTICE	ESTACIÓN	COTA (m)	PENDIENTE (%)	LIMITE DE VELOCIDAD	VÉRTICE	ESTACIÓN	COTA (m)	PENDIENTE (%)	LIMITE DE VELOCIDAD
1	2+400.000	2611.100		60	67	17+346.000	2642.261	-3.99	60
2	2+482.000	2614.926	4.67	60	68	17+590.000	2654.607	5.06	60
3	2+614.000	2612.273	-2.01	60	69	17+824.000	2666.307	5.00	60
4	2+780.000	2611.194	-0.65	90	70	18+038.000	2670.930	2.16	60
5	3+010.000	2609.929	-0.55	90	71	18+490.000	2638.928	-7.08	90
6	3+192.000	2611.876	1.07	90	72	19+000.000	2659.248	3.98	90
7	3+390.000	2608.807	-1.55	90	73	19+218.000	2668.317	4.16	60
8	3+616.000	2607.202	-0.71	60	74	19+400.000	2661.201	-3.91	60
9	3+850.000	2610.549	1.43	60	75	19+542.000	2656.486	-3.32	60
10	4+066.000	2609.404	-0.53	50	76	19+946.000	2652.486	-0.99	90
11	4+206.000	2607.850	-1.11	50	77	20+200.000	2657.592	2.01	60
12	4+312.000	2605.899	-1.84	50	78	20+434.000	2662.459	2.08	90
13	4+390.000	2604.971	-1.19	30	79	20+828.000	2665.690	0.82	60
14	4+544.000	2603.647	-0.86	50	80	21+100.000	2676.951	4.14	60
15	4+684.000	2606.811	2.26	50	81	21+480.000	2692.037	3.97	60
16	4+788.000	2605.563	-1.20	60	82	21+886.000	2686.596	-1.34	90
17	4+972.000	2608.047	1.35	60	83	22+346.000	2683.790	-0.61	90
18	5+060.000	2607.695	-0.40	60	84	22+648.000	2686.538	0.91	90
19	5+292.000	2610.572	1.24	60	85	22+826.000	2694.708	4.59	60
20	5+436.000	2613.092	1.75	60	86	23+110.000	2709.732	5.29	60
21	5+958.000	2610.378	-0.52	50	87	23+300.000	2707.699	-1.07	60
22	6+142.000	2611.555	0.64	50	88	23+591.000	2704.841	-0.98	90
23	6+322.000	2614.957	1.89	50	89	24+056.000	2716.466	2.50	60
24	6+510.000	2613.340	-0.86	60	90	24+340.000	2724.361	2.78	60
25	6+700.000	2612.846	-0.26	60	91	24+530.000	2729.814	2.87	60
26	6+830.000	2612.794	-0.04	60	92	24+760.000	2737.542	3.36	90
27	7+026.000	2615.342	1.30	60	93	24+928.000	2743.069	3.29	60
28	7+184.000	2615.753	0.26	60	94	25+322.000	2757.095	3.56	60
29	7+400.000	2614.327	-0.66	40	95	25+823.000	2721.975	-7.01	60
30	7+796.000	2614.803	0.12	40	96	26+014.000	2715.749	-3.26	60
31	7+972.000	2617.865	1.74	60	97	26+434.000	2686.265	-7.02	60
32	8+142.000	2619.361	0.88	60	98	26+652.000	2674.994	-5.17	60
33	8+258.000	2621.820	2.12	60	99	26+934.000	2677.137	0.76	60
34	8+406.000	2623.685	1.26	60	100	27+128.000	2682.919	2.98	60
35	8+650.000	2623.099	-0.24	60	101	27+698.000	2670.835	-2.12	60
36	8+787.000	2625.373	1.66	60	102	28+020.000	2645.011	-8.02	60
37	9+054.000	2621.448	-1.47	50	103	28+200.000	2628.793	-9.01	60
38	9+166.000	2621.392	-0.05	50	104	28+380.000	2612.611	-8.99	60
39	9+314.000	2621.081	-0.21	60	105	28+520.000	2599.913	-9.07	60
40	9+466.000	2621.507	0.28	60	106	29+125.000	2545.463	-9.00	60
41	9+706.000	2620.451	-0.44	60	107	29+506.000	2532.775	-3.33	60
42	9+818.000	2619.017	-1.28	60	108	29+804.000	2528.424	-1.46	60
43	10+004.000	2620.896	1.01	60	109	30+060.000	2510.069	-7.17	60

44	10+122.000	2622.784	1.60	60	110	30+442.000	2483.300	-7.01	60
45	10+304.000	2628.062	2.90	60	111	30+660.000	2472.478	-4.96	60
46	10+582.000	2621.417	-2.39	50	112	30+908.000	2460.004	-5.03	60
47	10+780.000	2620.249	-0.59	50	113	31+704.000	2412.228	-6.00	60
48	11+040.000	2621.003	0.29	50	114	31+904.000	2398.408	-6.91	60
49	11+160.000	2621.285	0.23	90	115	32+292.000	2374.778	-6.09	60
50	11+536.000	2622.445	0.31	60	116	32+540.000	2361.150	-5.50	40
51	11+897.000	2620.965	-0.41	60	117	32+728.000	2351.494	-5.14	40
52	12+438.000	2639.453	3.94	90	118	32+980.000	2328.890	-8.97	40
53	12+794.000	2635.857	-1.01	90	119	33+464.000	2285.088	-9.05	40
54	13+000.000	2638.020	1.05	60	120	33+750.000	2304.621	6.83	60
55	13+394.000	2641.842	0.97	90	121	34+088.000	2307.866	0.96	60
56	13+770.000	2634.435	-1.97	90	122	34+336.000	2324.656	6.77	50
57	14+000.000	2629.651	-2.08	90	123	35+040.000	2261.296	-9.00	60
58	14+150.000	2626.831	-1.88	90	124	35+360.000	2245.168	-5.04	50
59	14+504.000	2630.406	1.01	40	125	35+740.000	2226.168	-5.00	60
60	14+800.000	2628.660	-0.59	60	126	36+000.000	2210.672	-5.96	60
61	15+496.000	2628.660	0.00	90	127	36+342.000	2190.084	-6.02	60
62	15+848.000	2642.564	3.95	90	128	36+700.000	2161.111	-8.09	60
63	16+080.000	2642.680	0.05	90	129	36+976.000	2139.621	-7.79	60
64	16+450.000	2642.606	-0.02	90	130	37+314.000	2127.419	-3.61	50
65	16+700.000	2648.956	2.54	90					
66	16+994.000	2656.306	2.50	40					

Fuente: Elaboración Propia en base a Planos CAD del Estudio para la Concesión de la Vía Cuenca Machala (MOP, 2002).

Apéndice C. Conteo de peatones a lo largo de la vía.

Flujo de peatones a lo largo de la vía.

Abscisado	Flujo de peatones observado a lo largo de la vía															
	Lado del conductor							Lado del copiloto								
	L	M	Mi	J	V	S	D	Prom.	L	M	Mi	J	V	S	D	Prom.
2+400.000								-								-
2+500.000								-								-
2+600.000								-								-
2+700.000								-								-
2+800.000								-								-
2+900.000								-								-
3+000.000								-								-
3+100.000				1				-								-
3+200.000								-								-
3+300.000								-								-
3+400.000								-								-
3+500.000								-								-
3+600.000								-								-
3+700.000								-								-
3+800.000	1						1	-								-
3+900.000			1	2				-						1		-
4+000.000								-								-
4+100.000								-								-
4+200.000	2						1	-								-
4+300.000	3	2	2	3	1	10	1	3	1				1			-
4+400.000								-	4	8	4	3	2	2	1	3
4+500.000								-		1	1	1		1		1
4+600.000	1			1		2		1								-
4+700.000						1		-			3			3		1
4+800.000								-								-
4+900.000								-								-
5+000.000								-								-
5+100.000								-								-
5+200.000								-								-
5+300.000								-								-
5+400.000	1							-		1			1			-
5+500.000								-								-
5+600.000								-								-
5+700.000								-								-
5+800.000				1	1	1		-				1				-
5+900.000		1					1	-	1			1				-
6+000.000								-								-
6+100.000							1	-								-

15+600.000				-				-
15+700.000				-				-
15+800.000				-				-
15+900.000			2	-				-
16+000.000				-				-
16+100.000				-				-
16+200.000	1	1	1	-			1	-
16+300.000				-				-
16+400.000				-				-
16+500.000				-				-
16+600.000				-				-
16+700.000				-				-
16+800.000				-			1	-
16+900.000			1	-				-
17+000.000				-				-
17+100.000				-	1			-
17+200.000				-				-
17+300.000				-			1	-
17+400.000				-				-
17+500.000				-				-
17+600.000				-				-
17+700.000			1	-				-
17+800.000				-				-
17+900.000				-		2		-
18+000.000				-				-
18+100.000	1		1	-				-
18+200.000			2	-			1	-
18+300.000				-				-
18+400.000				-				-
18+500.000			2	1				-
18+600.000				-	2	1	1	1
18+700.000				-				-
18+800.000				-				-
18+900.000				-				-
19+000.000				-				-
19+100.000				-				-
19+200.000				-				-
19+300.000				-				-
19+400.000				-				-
19+500.000				-				-
19+600.000				-				-
19+700.000				-				-
19+800.000				-				-
19+900.000				-				-
20+000.000				-				-
20+100.000				-				-
20+200.000				-				-

20+300.000					-					-
20+400.000					-					-
20+500.000					-					-
20+600.000					-					-
20+700.000					-					-
20+800.000					-					-
20+900.000	2	4		1	1				4	1
21+000.000					-					-
21+100.000					-					-
21+200.000					-					-
21+300.000					-					-
21+400.000					-					-
21+500.000					-					-
21+600.000					-					-
21+700.000					-					-
21+800.000					-					-
21+900.000					-					-
22+000.000					-					-
22+100.000					-					-
22+200.000					-					-
22+300.000					-					-
22+400.000					-					-
22+500.000					-					-
22+600.000					-					-
22+700.000					-	1				-
22+800.000					-					-
22+900.000					-					-
23+000.000					-					-
23+100.000					-	1				-
23+200.000					-					-
23+300.000					-					-
23+400.000					-		1	1		-
23+500.000					-	1		4	1	1
23+600.000	1				-					-
23+700.000					-					-
23+800.000					-					-
23+900.000					-					-
24+000.000					-				1	-
24+100.000					-					-
24+200.000					-					-
24+300.000					-					-
24+400.000					-					-
24+500.000					-				1	-
24+600.000					-					-
24+700.000					-					-
24+800.000				2	-					-
24+900.000					-					-

25+000.000	1	1	-			-
25+100.000			-			-
25+200.000			-		1	-
25+300.000			-			-
25+400.000			-			-
25+500.000			-			-
25+600.000			-			-
25+700.000			-			-
25+800.000			-			-
25+900.000			-			-
26+000.000			-			-
26+100.000			-			-
26+200.000			-			-
26+300.000			-			-
26+400.000			-			-
26+500.000			-			-
26+600.000			-			-
26+700.000	1		-	3	1	1
26+800.000			-			-
26+900.000			-			-
27+000.000			-			-
27+100.000			-			-
27+200.000			-			-
27+300.000	1		-			-
27+400.000			-		1	-
27+500.000			-			-
27+600.000			-			-
27+700.000			-			-
27+800.000			-			-
27+900.000			-			-
28+000.000			-			-
28+100.000			-			-
28+200.000			-			-
28+300.000			-			-
28+400.000			-			-
28+500.000			-			-
28+600.000			-			-
28+700.000			-			-
28+800.000			-			-
28+900.000			-			-
29+000.000			-			-
29+100.000			-			-
29+200.000			-			-
29+300.000			-			-
29+400.000			-			-
29+500.000			-			-
29+600.000			-		1	-

29+700.000	1	-	1	1	-
29+800.000		-			-
29+900.000		-			-
30+000.000		-			-
30+100.000		-			-
30+200.000		-			-
30+300.000		-			-
30+400.000		-			-
30+500.000		-			-
30+600.000		-			-
30+700.000		-			-
30+800.000		-			-
30+900.000		-			-
31+000.000		-			-
31+100.000		-			-
31+200.000		-			-
31+300.000		-			-
31+400.000		-			-
31+500.000		-			-
31+600.000		-			-
31+700.000		-			-
31+800.000		-			-
31+900.000		-			-
32+000.000		-			-
32+100.000		-			-
32+200.000		-			-
32+300.000		-			-
32+400.000		-			-
32+500.000		-			-
32+600.000		-			-
32+700.000		-			-
32+800.000		-			-
32+900.000		-			-
33+000.000		-			-
33+100.000		-			-
33+200.000		-			-
33+300.000		-			-
33+400.000		-			-
33+500.000		-			-
33+600.000		-			-
33+700.000		-			-
33+800.000		-			-
33+900.000		-			-
34+000.000		1			-
34+100.000		-			-
34+200.000		-			-
34+300.000		-			-

34+400.000	2	1	1	1	3	2	1	2	1	1	3	2
34+500.000				-								-
34+600.000				-								-
34+700.000		1		-						1		-
34+800.000				-								-
34+900.000				-								-
35+000.000				-						5		1
35+100.000			1	-								-
35+200.000				-								-
35+300.000				-								-
35+400.000				-								-
35+500.000				-								-
35+600.000	1			-			1					-
35+700.000				-								-
35+800.000				-								-
35+900.000				-								-
36+000.000				-								-
36+100.000				-							3	-
36+200.000				-								-
36+300.000				-								-
36+400.000				-								-
36+500.000				-								-
36+600.000				-								-
36+700.000				-								-
36+800.000				-							3	-
36+900.000				-							3	-
37+000.000		1		-						1	2	-
37+100.000				-								-
37+200.000			1	-								-

Fuente: Elaboración Propia.

Apéndice D. Resultados de los cálculos de la velocidad de operación.

Velocidad de operación.

ABSCISA	Vc85	LIMITE DE VELOCIDAD	ABSCISA	Vc85	LIMITE DE VELOCIDAD	ABSCISA	Vc85	LIMITE DE VELOCIDAD
2400	70	60	9000	75	50	15600	105	90
2500	70	60	9100	75	50	15700	105	90
2600	85	60	9200	75	50	15800	105	90
2700	85	60	9300	75	50	15900	105	90
2800	75	60	9400	75	60	16000	100	90
2900	80	60	9500	75	60	16100	100	90
3000	80	90	9600	75	60	16200	100	90
3100	75	90	9700	75	60	16300	100	90
3200	75	90	9800	75	60	16400	100	90
3300	85	60	9900	75	60	16500	100	90
3400	75	90	10000	75	60	16600	100	90
3500	85	60	10100	75	60	16700	65	40
3600	85	60	10200	75	60	16800	65	40
3700	75	60	10300	75	60	16900	65	40
3800	70	60	10400	75	60	17000	65	40
3900	70	50	10500	75	60	17100	65	40
4000	75	50	10600	75	50	17200	65	40
4100	75	50	10700	75	50	17300	80	60
4200	65	50	10800	75	50	17400	80	60
4300	60	50	10900	75	50	17500	80	60
4400	65	30	11000	75	50	17600	80	60
4500	75	50	11100	90	90	17700	80	60
4600	75	50	11200	90	90	17800	70	60
4700	75	50	11300	90	90	17900	70	60
4800	75	50	11400	90	90	18000	70	60
4900	85	60	11500	80	60	18100	85	60
5000	80	60	11600	80	60	18200	85	60
5100	85	60	11700	80	60	18300	115	90
5200	85	60	11800	80	60	18400	115	90
5300	70	60	11900	80	60	18500	115	90
5400	70	60	12000	80	60	18600	115	90
5500	70	60	12100	80	60	18700	115	90
5600	80	60	12200	80	60	18800	115	90
5700	70	50	12300	110	90	18900	115	90
5800	55	30	12400	110	90	19000	80	60
5900	55	30	12500	110	90	19100	80	60
6000	55	30	12600	110	90	19200	80	60
6100	55	30	12700	110	90	19300	80	60
6200	75	50	12800	110	90	19400	80	60
6300	75	50	12900	110	90	19500	75	60
6400	60	50	13000	85	60	19600	75	60
6500	75	60	13100	85	60	19700	75	60

6600	65	60	13200	85	90	19800	75	60
6700	65	60	13300	85	90	19900	85	90
6800	85	60	13400	85	90	20000	85	90
6900	75	60	13500	85	90	20100	85	90
7000	75	60	13600	85	60	20200	80	60
7100	80	60	13700	85	60	20300	80	60
7200	65	60	13800	85	60	20400	80	60
7300	65	40	13900	85	60	20500	80	60
7400	65	40	14000	85	60	20600	80	60
7500	65	40	14100	85	60	20700	80	60
7600	65	40	14200	65	50	20800	80	60
7700	65	40	14300	55	40	20900	80	60
7800	75	60	14400	65	30	21000	80	60
7900	70	60	14500	75	40	21100	80	60
8000	75	60	14600	75	50	21200	80	60
8100	75	60	14700	75	50	21300	80	60
8200	85	60	14800	85	60	21400	80	60
8300	70	60	14900	85	60	21500	95	90
8400	85	60	15000	105	60	21600	95	90
8500	85	60	15100	105	90	21700	95	90
8600	85	60	15200	105	90	21800	95	90
8700	75	60	15300	105	90	21900	95	90
8800	75	60	15400	105	90	22000	90	60
8900	85	60	15500	105	90	22100	90	60
22200	85	60	28800	75	60	35400	80	60
22300	85	60	28900	75	60	35500	80	60
22400	75	60	29000	70	60	35600	80	60
22500	75	60	29100	70	60	35700	75	60
22600	75	60	29200	80	60	35800	75	60
22700	75	60	29300	80	60	35900	75	60
22800	75	60	29400	80	60	36000	75	60
22900	75	60	29500	80	60	36100	75	60
23000	75	60	29600	85	60	36200	75	60
23100	75	60	29700	85	60	36300	70	60
23200	75	60	29800	85	60	36400	70	60
23300	75	60	29900	85	60	36500	70	60
23400	75	90	30000	80	60	36600	80	60
23500	90	90	30100	80	60	36700	80	60
23600	90	90	30200	80	60	36800	70	60
23700	80	60	30300	75	60	36900	70	60
23800	80	60	30400	75	60	37000	70	60
23900	80	60	30500	75	60	37100	70	60
24000	80	60	30600	75	60	37200	75	60
24100	80	60	30700	75	60	37300	65	50
24200	80	60	30800	85	60	37400	55	30
24300	80	60	30900	85	60			
24400	80	60	31000	85	60			

24500	80	60	31100	65	60
24600	80	60	31200	65	60
24700	80	60	31300	65	60
24800	80	60	31400	65	60
24900	80	60	31500	65	60
25000	80	90	31600	65	60
25100	80	90	31700	80	60
25200	80	90	31800	80	60
25300	65	60	31900	80	60
25400	80	60	32000	80	60
25500	80	60	32100	70	60
25600	65	60	32200	70	60
25700	65	60	32300	65	60
25800	70	60	32400	65	40
25900	70	60	32500	65	40
26000	75	60	32600	65	40
26100	75	60	32700	65	40
26200	75	60	32800	65	40
26300	75	60	32900	65	40
26400	75	60	33000	65	40
26500	75	60	33100	65	40
26600	75	60	33200	65	40
26700	75	60	33300	65	40
26800	75	60	33400	75	60
26900	75	60	33500	75	60
27000	80	60	33600	75	60
27100	80	60	33700	85	60
27200	80	60	33800	85	60
27300	80	60	33900	85	60
27400	65	60	34000	85	60
27500	65	60	34100	65	60
27600	65	60	34200	65	50
27700	65	60	34300	65	50
27800	75	60	34400	55	50
27900	75	60	34500	65	30
28000	75	60	34600	65	50
28100	75	60	34700	65	50
28200	75	60	34800	100	90
28300	75	60	34900	100	90
28400	75	60	35000	100	90
28500	65	60	35100	100	90
28600	75	60	35200	100	90
28700	75	60	35300	80	60

Fuente: Elaboración Propia.

Apéndice E. Análisis de precios unitarios de rubros de contramedidas.

APUS Rubros de contramedidas

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DETALLE:	GUARDAVÍA DOBLE INCLUYE EXCAVACIÓN Y DESBROCE				UNIDAD: ML
RUBRO:	1				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIEN TO	COST O
	A	B	C=A*B	R	D=C* R
H. menores (5% M.O.)					0.75
CAMION MEDIANO	1	8.34	8.34	0.790	6.59
SUBTOTAL M					7.34
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/H R	COSTO HORA	RENDIMIEN TO	COST O
	A	B	C=A*B	R	D=C* R
EO_E2	2	3.73	7.46	0.790	5.89
EO_D2	1	3.78	3.78	0.790	2.99
EO_B3	1	3.42	3.42	0.790	2.70
CHOFERES PROFECIONALES	1	4.36	4.36	0.790	3.44
SUBTOTAL N					15.03
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COST O	
		A	B	C=A* B	
PERFIL DE GUARDAVIA TIPO "W" 12 1/2 PIES (3.81) M; e = 2,5 MM	M	2.00	28.00	56.00	
TERMINAL DE GUARDAVIA, e = 2,5 MM	UNIDAD	0.13	15.22	1.98	
POSTE DE GUARDAVIA, H = 1,50 M; E = 4,75 MM	UNIDAD	0.30	33.70	10.11	
CEMENTO	KG	2.00	0.16	0.32	
ARENA PARA HORMIGON	M3	0.04	8.40	0.34	
RIPIO PARA HORMIGON	M3	0.060	12.75	0.77	
SET DE (PERNO + TUERCA) DE GUARDAVIA	UNIDAD	4.72	0.90	4.25	
GEMA REFLECTIVA	UNIDAD	2.00	2.98	5.96	
EXCAVACIÓN Y DESALOJO	M3	0.69	11.39	7.81	
DESBROCE	M2	1.00	1.10	1.10	
SUBTOTAL O					88.63
TRANSPORTE					

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	$C=A*B$
SUBTOTAL P				0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			111.00
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%			22.20
	OTROS INDIRECTOS %			
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			133.20
	VALOR OFERTADO			133.20

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DETALLE: BANDAS ALERTADORAS (0.15X0.25X0.02M) UNIDAD: ML
 RUBRO: 2
 INCLUYE PEGANTE EPOXICO

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
H. menores (5% M.O.)					0.79
CAMION MEDIANO	1	8.34	8.34	0.790	6.59
SUBTOTAL M					7.38
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
EO_E2	2	3.73	7.46	0.790	5.89
EO_D2	1	3.78	3.78	0.790	2.99
EO_C1	1	4.32	4.32	0.790	3.41
CHOFERES PROFECIONALES	1	4.36	4.36	0.790	3.44
SUBTOTAL N					15.74
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	

Bandas alertadoras 0.15x0.25x0.02 m	M2	A	0.075	B	60.00	C=A*B	4.50
Pegamento Epóxico Bicomponente	M3		0.01		952.00		4.76
SUBTOTAL O							9.26
TRANSPORTE							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD		TARIFA		COSTO	
		A		B		C=A*B	
SUBTOTAL P							0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)							32.37
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20%	6.47	
OTROS INDIRECTOS					%		
COSTO TOTAL DEL RUBRO							38.85
VALOR OFERTADO							38.85

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DETALLE:

ACERAS , Incluye: excavación y desalojo,
sub- base clase 3 e=0,12m, hormigón
f'c=240 kg/cm2 e=10cm, malla electro
soldada 5mm a 15cm.

UNIDAD: M2

RUBRO:

3

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
H. menores (5% M.O.)					0.24
Retroexcavadora	0.5	19.72	9.86	0.150	1.48
Volqueta12m3	0.5	19.72	9.86	0.150	1.48
Compactador manual (sapo)	0.5	5.42	2.71	0.150	0.41
Concretera de 1 saco	0.5	2.96	1.48	0.150	0.22
Vibrador	0.5	2.96	1.48	0.150	0.22
SUBTOTAL M					4.04
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
EO_E2	4	3.73	14.92	0.150	2.24
EO_D2	2	3.78	7.56	0.150	1.13
CHOFERES PROFECIONALES	0.5	4.36	2.18	0.150	0.33

EO_C1	1	4.32	4.32	0.150	0.65
OPERADORES EO_C1	0.5	5.06	2.53	0.150	0.38
SUBTOTAL N					4.73
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Agua	m3	0.01	4.36	0.04	
Subbase clase III	m3	0.10	11.99	1.20	
Tablero contrachapado para encofrado	u	0.15	39.29	5.89	
Hormigón fc= 240 kg/cm2	m3	0.16	115.40	18.46	
Aditivo plastificante, 10kg	u	0.01	29.97	0.30	
Malla electro soldada 5.5mm 15x15	u	0.07	60.95	4.27	
SUBTOTAL O					30.17
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Transporte Material pétreo	m3/km	3.00	0.10	0.30	
SUBTOTAL P					0.30
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					39.24
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%					7.85
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					47.09
VALOR OFERTADO					47.09
 NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					

Fuente: Elaboración propia.

Anexos

Anexo A. “Estudios de factibilidad, impactos ambientales e ingeniería: pre-preliminar, preliminar y definitivos para la construcción de la carretera cuenca-estación de cumbe (acceso sur a cuenca) de 14 km de longitud aproximada, ubicada en la provincia del Azuay”

Para realizar este estudio se realizaron conteos manuales y automáticos en tres estaciones que corresponden a tres tramos, Cuenca-Puente de Zhucay, Puente de Zhucay-Entrada a Tarqui y Entrada a Tarqui-Redondel de Cumbe, como se muestra en la siguiente tabla.

ESTACION	TRAMO	UBICACION	COORDENADAS		UTM PSAD
			LATITUD	LONGITUD	
1	Cuenca - Puente Zhucay	Abscisa 1+900	717.177	9'674.701	17
2	Puente Zhucay - Entrada Tarqui	Abscisa 6+800	716.9	9'670.305	17
3	Entrada Tarqui – Redondel de Cumbe	Abscisa 12+700	717.749	9'664.931	17

Fuente: Informe Estudio de Tráfico para el Acceso Sur a Cuenca. (MTO, 2018)

En cada estación se colocaron los equipos de conteo automático con fin de determinar el TPDA, las horas pico y los porcentajes de circulación por sentido, para el año 2018 que se realiza este estudio.

El conteo se realiza de lunes a domingo, en donde se marcan rangos de acuerdo con los días de mayor circulación vehicular, es decir entre semana de lunes a jueves y los viernes, sábado y domingo, debido a los viajes que realiza la población cuencana a los sitios de descanso los fines de semana aumentando el flujo.

Estación 1

Para el tramo 1 Cuenca-Puente de Zhucay, los volúmenes de tráfico del conteo automático: horario (VH), diario (TD), semanal (TPDS), mensual (TPDM) y anual TPDA existente en el año 2018, se muestran en la siguiente tabla.

TPDA Tramo 1 Cuenca-Puente de Zhucay

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOL	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
00-01	134	131	125	135	167	229	302
1-feb	72	67	87	93	99	179	249
2-mar	68	62	77	101	131	189	219

3-abr	85	89	89	105	129	176	213
4-may	159	153	177	202	185	244	201
5-jun	371	330	412	371	336	475	304
6-jul	947	899	929	937	865	764	509
7-ago	1.312	1.365	1.361	1.349	1.284	1.175	738
8-sep	1.23	1.195	1.262	1.222	1.271	1.267	988
9-oct	1.162	1.122	1.237	1.188	1.193	1.238	1.223
10-nov	1.009	1.121	1.085	1.1	1.116	1.263	1.299
11-dic	1.051	1.024	1.104	1.083	1.137	1.314	1.416
dic-13	1.024	1.064	1.043	1.043	1.101	1.435	1.346
13-14	1.04	1.022	1.047	1.08	1.235	1.421	1.276
14-15	1.099	956	1.04	1.081	1.254	1.459	1.235
15-16	1.161	1.165	1.03	1.137	1.367	1.518	1.348
16-17	1.131	1.189	1.192	1.187	1.383	1.468	1.308
17-18	1.263	1.213	1.303	1.314	1.528	1.38	1.271
18-19	1.286	1.275	1.323	1.371	1.43	1.39	1.368
19-20	1.074	1.042	1.146	1.054	1.386	1.306	1.314
20-21	688	709	738	662	1.122	1.01	1.179
21-22	517	520	540	586	749	710	963
22-23	346	327	361	403	566	475	609
23-24	196	214	225	212	370	347	233
TD	18.425	18.254	18.933	19.016	21.404	22.432	21.111

TRAFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL - TPDS (pares ejes)	19.939
Factor de ejes	0,9861
TRAFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL - TPDS (vehículos)	19.662
Factor de ajuste semanal	1,000
TRAFICO PROMEDIO DIARIO MENSUAL (TPDM)	19.662
Factor de ajuste mensual (Fm)	0,9581
TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)2018	18.838

Fuente: Informe Estudio de Tráfico para el Acceso Sur a Cuenca. (MTOPI, 2018)

De acuerdo con los flujos las horas pico entre semana son en la mañana de 7:00 a 8:00 horas y en la tarde de 18:00 a 19:00 horas y los fines de semana son sábado en la mañana de 11:00 a 12:00 horas y en la tarde de 15:00 a 16:00 horas y el domingo en la mañana de 11:00 a 12:00 horas y en la tarde de 18:00 a 19:00 horas, y la distribución del TPDA por sentido de circulación expresado en porcentaje es del 52.61% en el sentido Cuenca hacia puente de Zhucay y 47.39% en el sentido contrario.

Estación 2

Para el tramo 2 Puente de Zhucay-Entrada a Tarqui, los volúmenes de tráfico del conteo automático: horario (VH), diario (TD), semanal (TPDS), mensual (TPDM) y anual TPDA existente en el año 2018, se muestran en la siguiente tabla.

TPDA Tramo 2 Puente de Zhucay-Entrada Tarqui

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOL	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
00-01	119	111	112	127	147	172	251
1-feb	69	64	78	81	84	147	191
2-mar	55	62	72	88	121	148	181
3-abr	83	82	83	98	117	147	158
4-may	151	143	152	183	159	203	169
5-jun	338	281	334	311	298	412	249
6-jul	804	709	746	758	707	628	418
7-ago	1.108	1.12	1.153	1.126	1.06	939	614
8-sep	959	983	999	985	1.054	1.06	899
9-oct	970	933	1.026	987	980	1.012	1.055
10-nov	854	967	944	903	967	1.01	1.149
11-dic	905	802	912	887	938	1.108	1.224
dic-13	802	890	798	818	883	1.174	1.1
13-14	856	837	862	872	1.019	1.159	1.13
14-15	897	804	880	887	1.059	1.176	1.11
15-16	926	940	852	939	1.035	1.291	1.242
16-17	935	970	947	1.001	1.177	1.227	1.171
17-18	1.004	1.005	1.082	1.02	1.261	1.163	1.332
18-19	1.018	989	1.069	1.124	1.194	1.111	1.192
19-20	807	839	862	859	1.135	1.068	1.104
20-21	545	531	601	554	856	840	1.072
21-22	405	413	414	476	580	573	750
22-23	276	276	312	312	466	401	518
23-24	170	193	193	183	247	308	204
TD	15.056	14.944	15.483	15.579	17.544	18.477	18.483

TRAFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL - TPDS (Pares ejes)	16.509
Factor de ejes	0,9832
TRAFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL - TPDS (Vehículos)	16.233
Factor de ajuste semanal	1,000
TRAFICO PROMEDIO DIARIO MENSUAL (TPDM)	16.233
Factor de ajuste mensual (Fm)	0,9581
TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)2018	15.553

Fuente: Informe Estudio de Tráfico para el Acceso Sur a Cuenca. (MTOPI, 2018)

De acuerdo con los flujos las horas pico entre semana son en la mañana de 7:00 a 8:00 horas y en la tarde de 18:00 a 19:00 horas y los fines de semana para el sábado son en la mañana de 11:00 a 12:00 horas y en la tarde de 15:00 a 16:00 horas, y para el domingo son en la mañana de 11:00 a 12:00 horas y en la tarde de 17:00 a 18:00 horas, y la distribución del TPDA por sentido de circulación expresado en porcentaje es del 53.58% en el sentido Puente de Zhucay hacia Entrada a Tarqui y 46.42% en el sentido contrario.

Estación 3

Para el tramo 3 Entrada a Tarqui-Redondel de Cumbe, los volúmenes de tráfico del conteo automático: horario (VH), diario (TD), semanal (TPDS), mensual (TPDM) y anual TPDA existente en el año 2018, se muestran en la siguiente tabla.

Tramo 3 Entrada a Tarqui-Redondel de Cumbe.

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOL	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
00-01	97	78	88	98	93	158	124
1-feb	62	60	49	73	83	95	113
2-mar	55	63	65	90	114	116	118
3-abr	92	79	108	89	97	120	135
4-may	135	121	152	156	154	187	101
5-jun	302	262	284	295	277	362	206
6-jul	621	540	548	610	562	514	355
7-ago	789	771	802	832	843	706	474
8-sep	718	739	744	749	733	806	680
9-oct	682	717	719	721	757	758	710
10-nov	726	601	640	679	718	771	844
11-dic	628	629	654	678	694	833	792
dic-13	604	591	630	669	716	903	885
13-14	641	625	665	704	754	835	831
14-15	690	605	669	733	890	735	886
15-16	721	679	768	722	913	913	905
16-17	662	722	783	792	918	943	1.027
17-18	767	749	825	789	984	934	1.155
18-19	745	724	755	796	919	875	1.24
19-20	636	619	579	615	865	726	1.056
20-21	424	393	474	469	555	578	804
21-22	284	320	338	314	433	417	573
22-23	248	225	238	272	293	289	310
23-24	134	110	145	146	215	174	175
TD	11.463	11.022	11.721	12.091	13.58	13.748	14.499
TRAFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL - TPDS (Pares ejes)						12.589	
Factor de ejes						0,9696	
TRAFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL - TPDS (vehículos)						12.207	
Factor de ajuste semanal						1,000	
TRAFICO PROMEDIO DIARIO MENSUAL (TPDM)						12.207	
Factor de ajuste mensual (Fm)						0,9581	
TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)2018						11.695	

Fuente: Informe Estudio de Tráfico para el Acceso Sur a Cuenca. (MTOPI, 2018)

De acuerdo con los flujos las horas pico entre semana son en la mañana de 7:00 a 8:00 horas y en la tarde de 17:00 a 18:00 horas y los fines de semana para el sábado son en la mañana

de 11:00 a 12:00 horas y en la tarde de 16:00 a 17:00 horas, y para el domingo son en la mañana de 10:00 a 11:00 horas y en la tarde de 18:00 a 19:00 horas, y la distribución del TPDA por sentido de circulación expresado en porcentaje es del 54.45% en el sentido Entrada a Tarqui hacia Redondel de Cumbe y 45.55% en el sentido contrario.

Anexo B. Informe del Levantamiento de Tráfico en el sector de Tarqui, sobre la Vía E35

Al requerirse datos de los porcentajes de vehículos y motocicletas para el análisis, se contrata un estudio de conteo automático y clasificación vehicular con la empresa “H2E Ingeniería y Arquitectura”.

Sujeción de mangueras neumáticas a la calzada.



Fuente: Informe Levantamiento de Tráfico en el sector de Tarqui (H2E, 2022).

Se coloca una estación de conteo en la intersección denominada Y de Tarqui donde el estudio determinó los aforos de tráfico en los dos sentidos de circulación de acuerdo con los conteos automáticos realizados durante 7 días de conteo de lunes a domingo, en la siguiente tabla se muestra el resumen de los aforos.

Resumen del aforo de tráfico dos sentidos

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
00:00-00:59	100	80	90	63	101	88	83
01:00-01:59	62	61	48	26	53	60	75
02:00-02:59	56	63	65	57	60	76	46
03:00-03:59	95	80	110	67	82	89	61
04:00-04:59	138	123	156	146	139	183	86
05:00-05:59	310	269	292	261	313	341	178

06:00-06:59	640	556	565	529	512	526	356
07:00-07:59	813	794	825	736	608	601	456
08:00-08:59	737	760	762	672	775	706	476
09:00-09:59	702	738	740	695	899	832	839
10:00-10:59	747	618	658	637	1052	997	835
11:00-11:59	643	645	672	624	1073	1082	1026
12:00-12:59	619	606	647	658	1002	974	960
13:00-13:59	658	643	682	677	875	859	902
14:00-14:59	707	619	684	732	909	934	907
15:00-15:59	740	697	788	759	931	1056	1197
16:00-16:59	678	740	802	812	970	923	1342
17:00-17:59	787	767	845	929	1064	1011	1375
18:00-18:59	764	741	774	909	1012	1014	1395
19:00-19:59	652	635	593	821	900	891	1225
20:00-20:59	433	402	484	575	567	635	979
21:00-21:59	291	328	346	309	348	437	704
22:00-22:59	253	230	245	220	252	262	375
23:00-23:59	135	113	149	171	166	149	124
Total	11760	11308	12022	12085	14663	14726	16002

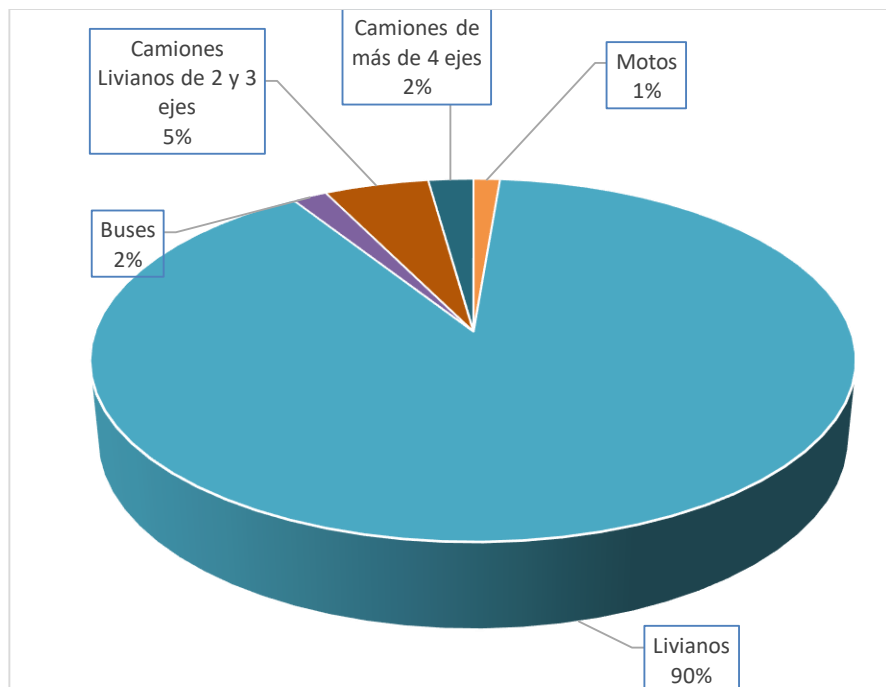
Fuente: Informe Levantamiento de Tráfico en el sector de Tarqui (H2E, 2022).

De acuerdo con los datos del conteo automático se puede observar que, el domingo posee el mayor flujo con 16,002 vehículos, seguido por el sábado y viernes con 14,726 y 14,663 respectivamente. Se observa como el tráfico del fin de semana aumenta en comparación con el tráfico entre semana, esto se produce principalmente a que las familias de Cuenca viajan el fin de semana a diferentes quintas y hosterías ubicadas al sur, especialmente en el valle de Yunguilla.

La composición del tráfico determinada a través del conteo automático muestra que la clasificación se encuentra conformada por un 90% de vehículos livianos, un 2% de buses, un

5% de camiones de 2 y 3 ejes, un 2% para camiones de 4 o más ejes y un 1% de motos, en la siguiente figura se presenta la composición del tráfico para la estación de conteo.

Composición del Tráfico.



Fuente: Informe Levantamiento de Tráfico en el sector de Tarqui (H2E, 2022).

En la siguiente tabla se muestra las cantidades y porcentajes de la clasificación de los tipos de vehículos, así como los porcentajes de circulación por sentido, donde se deduce que, el 48% del tráfico total se mueve en la dirección Tarqui-Redondel de Cumbe (hacia el sur) y el 52% se traslada en dirección Redondel de Cumbe-Tarqui (hacia el norte).

Resumen clasificación y conteo automático.

Dos sentidos		
Tipo de Vehículo	Cantidad	Porcentaje
Motos	1175	1.27%
Livianos	82777	89.42%
Buses	1456	1.57%
Camiones Livianos de 2 y 3 ejes	5064	5.47%
Camiones de más de 4 ejes	2094	2.26%
TOTAL	92566	100.00%
Sentido Cuenca - Redondel de Cumbe		48.46%
Sentido Redondel de Cumbe - Cuenca		51.54%

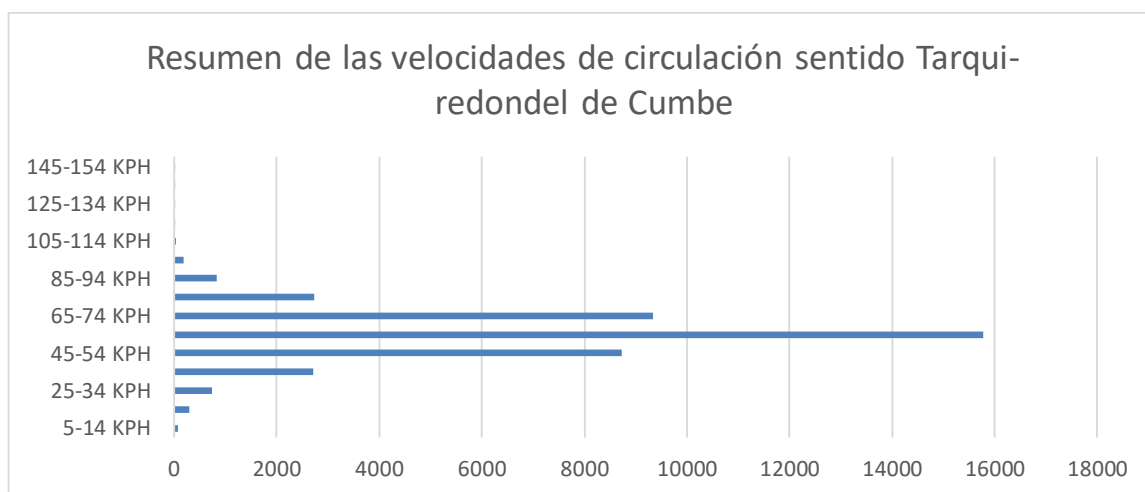
Fuente: Informe del Levantamiento de Tráfico en el sector de Tarqui, sobre la Vía E35. (H2E, 2022)

En este estudio además se determina que la hora pico para los días de lunes a jueves en las mañanas esta entre las 07:00 horas y las 8:00 horas, y para las tardes el aumento de flujo se ve marcado entre las 17:00 y 18:00 horas. Para los viernes y fines de semana se observa que el tráfico aumenta significativamente donde las horas pico se dan en la mañana entre las 10:00 horas a 11:00 y por las tardes están en el periodo comprendido entre las 18:00 horas a 19:00 horas.

Velocidades de Circulación

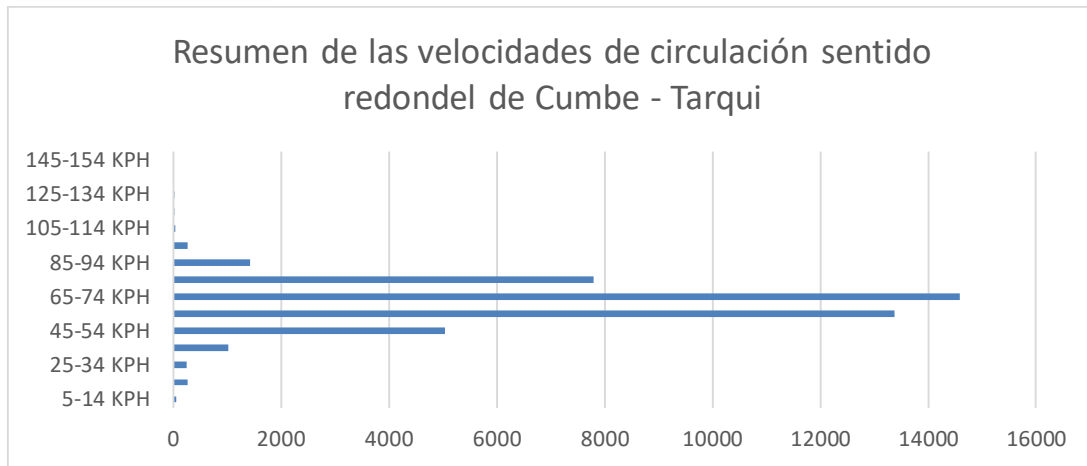
El equipo con el que se realiza el levantamiento de la información del tráfico además del conteo automático es capaz de medir la velocidad puntual de circulación de los vehículos, información necesaria para tener una idea clara del comportamiento de los usuarios al circular por la vía, los histogramas de velocidades por sentido de circulación se muestran en las siguientes figuras.

Velocidad de circulación sentido Tarqui-redondel de Cumbe



Fuente: Informe Levantamiento de Tráfico en el sector de Tarqui (H2E, 2022).

Velocidad de circulación sentido redondel de Cumbe-Tarqui



Fuente: Informe Levantamiento de Tráfico en el sector de Tarqui (H2E, 2022).