



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE MASTER

EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CV-310
ENTRE LOS PPKK 9+185 Y 20+240 (TRAMO “BÉTERA – SERRA”),
UTILIZANDO LA METODOLOGÍA IRAP.

Presentado por

Gómez Allende Gary Rossano

Para la obtención del

Master Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo

Curso: 2019/2020

Fecha: Mayo del 2020

Tutor: Dr. Ferrer Pérez Vicente Melchor

Cotutor: Dr. García García Alfredo





DEDICATORIA

A lo más valioso que tengo, mis padres queridos, Rossano y Celia, por los valores inculcados, esfuerzo, apoyo y motivación constante de superación a lo largo de mi vida.



AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por cada día de vida, para darme la oportunidad de trazar objetivos y concluirlos.

Agradezco a mi familia, amigos y personas especiales para mí, por la preocupación y el apoyo brindado.

Agradezco a los docentes de la Universidad Politécnica de Valencia por las horas dedicadas y conocimientos impartidos desde el inicio del Master, de manera especial, mi más sincero agradecimiento a los docentes, Dr. Vicente Melchor Ferrer Pérez y Dr. Alfredo García García, por el seguimiento y dirección del presente trabajo.



INDICE

INDICE DE TABLAS	8
INDICE DE FIGURAS	11
RESUMEN	14
ABSTRACT	16
RESUM	18
1. INTRODUCCION	20
2. OBJETIVOS	21
2.1 OBJETIVO GENERAL	21
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	21
3. JUSTIFICACIÓN	22
4. ALCANCE	23
5. SITUACIÓN ACTUAL DEL TRAMO DE ESTUDIO	24
5.1 LOCALIZACION	24
5.2 CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA	27
5.3 PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS	27
5.4 ESTADO DE ALINEACIONES	29
5.4.1 Velocidad de Proyecto	29
5.4.2 Trazado en Planta	30
5.4.3 Trazado en Alzado	33
5.5 SECCIÓN TRANSVERSAL	35
5.6 MÁRGENES	38
5.7 SEÑALIZACIÓN	45
5.8 FIRME	47
5.9 INTERSECCIONES Y ACCESOS	48
5.9.1 Intersecciones	49
5.9.2 Accesos	58
6. ANÁLISIS DEL TRAMO DE ESTUDIO	68
6.1 ANÁLISIS DEL TRAZADO	68
6.1.1 Trazado en Planta	68
6.1.1.1 Rectas	68
6.1.1.2 Curvas Circulares	70
6.1.2 Trazado en Alzado	74
6.1.2.1 Rasantes	74



6.1.2.2	Acuerdos Verticales	74
6.1.3	Coordinación Planta Alzado	76
6.1.4	Análisis de la Sección Transversal	80
6.2	ANÁLISIS DE VISIBILIDAD	81
6.2.1	Distancia de Parada	81
6.2.2	Cumplimiento de la Visibilidad de Parada	82
6.3	ANÁLISIS DE LA CONSISTENCIA	84
6.3.1	Estimación de Velocidades de Operación	84
6.3.1.1	Estimación de Velocidades de Operación en Curvas	84
6.3.1.2	Estimación de Velocidades de Operación en Rectas	85
6.3.2	Criterio de Consistencia Local	86
6.4	ANÁLISIS DE TRÁFICO	88
6.4.1	Estimación de Tráfico	91
6.4.2	Nivel de Servicio	92
6.4.2.1	Estimación de la Velocidad en Flujo Libre	97
6.4.2.2	Intensidades de Demanda para % de Tiempo en Cola	98
6.4.2.3	Estimación del Porcentaje de Tiempo en Cola	100
6.4.2.4	Porcentaje de tiempo en cola para el año horizonte	102
6.5	ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL	103
6.5.1	Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN)	104
6.5.2	Plan Rector de Uso y Gestión	106
7.	PROGRAMA INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE CARRETERAS (iRAP)	107
7.1	METODOLOGIA iRAP	109
7.1.1	Atributos Viales	112
7.1.1.1	Datos Operativos	116
7.1.2	Tipos de Choque	117
7.1.3	Clasificación por Estrellas (SRS)	120
7.1.4	Planes de Inversión para Vías más Seguras (SRIP)	123
7.1.4.1	Estimación de Muertos y Lesionados Graves	124
7.1.4.2	Proceso de Selección de Contramedidas	127
7.1.4.3	Análisis Económico	131
7.2	APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA iRAP AL TRAMO DE ESTUDIO DE LA CARRETERA CV-310	134
7.2.1	Inspección, Codificación y Procesamiento de Datos	134
7.2.2	Clasificación por Estrellas	139
7.2.3	Estimación de Muertos y Lesionados Graves	145
8.	DIAGNOSTICO DE SEGURIDAD VIAL O PROBLEMÁTICA ASOCIADA	148
8.1	SITUACION ACTUAL	148



8.1.1	Tipo de suelo:	148
8.1.2	Márgenes:	149
8.1.3	Señalización:	150
8.1.4	Firme:	150
8.1.5	Intersecciones:	151
8.1.6	Accesos:	152
8.2	ANÁLISIS DEL TRAMO DE ESTUDIO	152
8.2.1	Trazado:	152
8.2.2	Consistencia de Diseño:	155
8.2.3	Tráfico:	156
8.2.4	Análisis medioambiental:	157
8.3	PROGRAMA INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE CARRETERAS IRAP.	157
8.3.1	Puntos Conflictivos	159
9.	PLAN DE INVERSION PARA VIAS MAS SEGURAS	162
10.	CONCLUSIONES	177
11.	RECOMENDACIONES	179
12.	BIBLIOGRAFIA	182
ANEXOS		186
ANEXO 1.	Condiciones Detalladas de la Codificación del Tramo de Estudio	186
ANEXO 2.	Resultados de Clasificación por Estrellas	192
ANEXO 3.	Diagramas de SRS en Crudo, Suavizado y por Tipo de Choque para cada Tipo de Usuario	196
ANEXO 4.	Resultados de Estimación de Muertos y Lesionados Graves por Año por Tipo de Usuario	203
ANEXO 5.	Costos de Contramedidas por tipo de Zona	207



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Elementos Geométricos en Planta	32
Tabla 2. Elementos Geométricos en Alzado	34
Tabla 3. Características Principales de la Sección Transversal	35
Tabla 4. Detalles de la Sección Transversal	37
Tabla 5. Resumen detalle de Márgenes	38
Tabla 6. Elementos de riesgo en márgenes	42
Tabla 7. Detalle de Márgenes en Zona Urbana	42
Tabla 8. Detalle de Barreras de Protección	43
Tabla 9. Detalles de Señalización	46
Tabla 10. Detalle de Estado de Firme	47
Tabla 11. Intersecciones	49
Tabla 12. Detalle de Accesos	62
Tabla 13. Distancias Mínimas y Máximas en Rectas	69
Tabla 14. Cumplimiento en Rectas	69
Tabla 15. Cumplimiento de Radios de Curvas Horizontales	71
Tabla 16. Cumplimiento de Curvas de Transición	73
Tabla 17. Parámetros Mínimos de Acuerdos Verticales para Visibilidades de Parada y Adelantamiento	74
Tabla 18. Cumplimiento de Acuerdos Verticales	75
Tabla 19. Pérdida Dinámica y Combinada	77
Tabla 20. Pérdida de Orientación	77
Tabla 21. Pérdida Dinámica y Situación Combinada	78
Tabla 22. Pérdida de Trazado	78
Tabla 23. Pérdida Dinámica Desproporcional	79
Tabla 24. Pérdida de Orientación	79
Tabla 25. Cumplimiento de Coordinación de Planta Alzado	80
Tabla 26. Cumplimiento de la Sección Transversal	80
Tabla 27. Cumplimiento de Visibilidad en Curvas Horizontales	83
Tabla 28. Criterios de Consistencia de Lamm	86
Tabla 29. Calculo de la Consistencia de Diseño	87
Tabla 30. Subtramos para Análisis de Tráfico	89
Tabla 31. Datos Históricos	90
Tabla 32. Incrementos de Tráfico para Estimaciones	91
Tabla 33. Estimación de Tráfico - Estación 310040	92
Tabla 34. Estimación de Tráfico - Estación 310050	92
Tabla 35. Estimación de Tráfico - Estación 310060	92
Tabla 36. Niveles de Servicio Según el HCM 2010	93



Tabla 37. Tabla para Hallar el Nivel de Servicio Según el HCM	94
Tabla 38. Factor Densidad de Accesos (Fa)	95
Tabla 39. Factor Sección Transversal (Fls)	95
Tabla 40. Factor de Pendiente (Fg, PTSF)	96
Tabla 41. Factor de Pesados (Fhv, PTSF)	96
Tabla 42. Coeficientes "a" y "b"	96
Tabla 43. Factor de Prohibición de Adelantamiento (Fnp, PTSF)	97
Tabla 44. Nivel de Servicio Mínimo para la Hora de Proyecto del Año Horizonte según la Norma 3.1 IC - Trazado	103
Tabla 45. Atributos Viales	113
Tabla 46. Velocidades de Operación Basadas en el Límite de Velocidad Publicado	117
Tabla 47. Tipos de Accidentes	118
Tabla 48. Bandas de Colores para Puntaje de Clasificación por Estrellas	122
Tabla 49. Ejemplo al Aplicar una Contramedida	128
Tabla 50. Primer Ejemplo de Desencadenantes para Contramedida Intersección de 3 patas	129
Tabla 51. Segundo Ejemplo de Desencadenantes para Contramedida Intersección de 3 patas	129
Tabla 52. Aforo Ciclista GIIIC Año 2017	138
Tabla 53. Cuadro Resumen de la Clasificación por Estrellas por tipo de Usuario.	144
Tabla 54. Estimación de Muertos y Lesionados Graves	146
Tabla 55. Datos Reales de Accidentes y Víctimas en el Tramo de Estudio	147
Tabla 56. Progresivas con 1 Accidente	148
Tabla 57. Progresivas con más de un Accidente	148
Tabla 58. Rectas que no Cumplen la Normativa	153
Tabla 59. Incumplimiento de Curvas Horizontales	153
Tabla 60. Incumplimiento de Acuerdos Verticales	154
Tabla 61. Incumplimiento de Consistencia	155
Tabla 62. Puntos Conflictivos	159
Tabla 63. Plan de Inversión para Vías más Seguras - Moneda (Euros)	164
Tabla 64. Imágenes de Contramedidas Propuestas	170
Tabla 65. Número de Contramedidas por cada Segmento de 100m	172
Tabla 66. Valores Totales del Plan de Inversión para Vías más Seguras – Moneda Euros	174
Tabla 67. Clasificación de Estrellas Después de la Implementación de Contramedidas	175
Tabla 68. Condiciones de la Carretera - Borde del Camino	187
Tabla 69. Condiciones de la Carretera - Mitad del Bloque	188
Tabla 70. Condiciones de la Carretera – Intersecciones	189
Tabla 71. Condiciones de la Carretera - Flujos de Tráfico	189
Tabla 72. Condiciones de la Carretera - Instalaciones y Usos de Suelo	190
Tabla 73. Condiciones de la Carretera - Velocidades	191
Tabla 74. Resultados de Clasificación por Estrellas por tipo de Usuarios	193



<i>Tabla 75. Resultados de Estimación de Víctimas por Año</i>	<i>204</i>
<i>Tabla 76. Punto de Partida para Costos de Contramedidas Fuente: Elaboración propia en base a ViDA - iRAP</i>	<i>206</i>
<i>Tabla 77. Punto de Partida para Costos de Contramedidas</i>	<i>208</i>
<i>Tabla 78. Punto de Partida para Costos de Contramedidas</i>	<i>208</i>



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del estudio	24
Figura 2. recorrido de la carretera CV-310	25
Figura 3. Recorrido del tramo de estudio	25
Figura 4. Actividad Deportiva Ciclista	26
Figura 5. Usuarios Ciclistas	26
Figura 6. Paso a desnivel superior Náquera	29
Figura 7. Restitución del Trazado en Planta	31
Figura 8. Restitución del Trazado en Alzado	34
Figura 9. Vulnerabilidad de Usuarios	36
Figura 10. Intersección 1	50
Figura 11. Detalle Intersección 1	50
Figura 12. Intersección 2	51
Figura 13. Detalle Intersección 2	51
Figura 14. Intersección 3	52
Figura 15. Detalle Intersección 3	53
Figura 16. Intersección 1	54
Figura 17. Detalle Intersección 1	54
Figura 18. Intersección 5	55
Figura 19. Detalle de Intersección 5	55
Figura 20. Intersección 6	56
Figura 21. Detalle de Intersección 6	56
Figura 22. Intersección 7	57
Figura 23. Detalle de Intersección 7	57
Figura 24. Intersección 8	58
Figura 25. Detalle de Intersección 8	58
Figura 26. Numeración de Accesos km 0+000 a 1+300	59
Figura 27. Numeración de Accesos km 1+300 a 3+200	60
Figura 28. Numeración de Accesos km 3+200 a 4+900	60
Figura 29. Numeración de Accesos km 4+900 a 7+000	60
Figura 30. Numeración de Accesos km 7+000 a 9+000	61
Figura 31. Numeración de Accesos km 9+000 a 10+700	61
Figura 32. Visibilidad Mediante Cuenca Visual de Google Earth	83
Figura 33. Datos y Ubicación de Estaciones de Aforo en nuestro Tramo de Estudio	89
Figura 34. Zonificación PORN - Sierra Calderona	104
Figura 35. Zonificación PRUG del CITMA	107
Figura 36. Actuación de iRAP en Países a Nivel Mundial	109
Figura 37. Metodología iRAP	111



Figura 38. Esquema Básico de la Metodología	111
Figura 39. Codificación en Curvas	115
Figura 40. Codificación Severidad y Distancia Lateral	115
Figura 41. Muertes por Tipo de Usuario en el Mundo	118
Figura 42. Desplazamiento a lo largo de la Vía	119
Figura 43. Maniobra de Giro	119
Figura 44. Pérdida de Control o Adelantamiento	119
Figura 45. Peatón o Ciclista Cruzando o Desplazándose a lo Largo de la Vía	120
Figura 46. Ejemplos de Clasificación por Estrellas para Ocupantes de Vehículo	122
Figura 47. Ejemplos de Clasificación por Estrellas para Peatones	123
Figura 48. Relación Umbrales de RBC con el Costo y Beneficio	133
Figura 49. Interfaz de Inspección Visual Mediante Garmin VIRB Edit	135
Figura 50. Segmentación del Tramo de Estudio en ViDA	136
Figura 51 Interfaz de Codificación del Software ViDA	136
Figura 52. Interfaz de Codificación de Flujos de Usuarios en ViDA	137
Figura 53. Diagrama de SRS para Ocupantes de Vehículo y Longitud en Crudo	140
Figura 54. Diagrama de SRS para Ocupantes de Vehículo y Longitud Suavizada	141
Figura 55. Calificación por Estrellas para Ocupantes de Vehículo	142
Figura 56. Calificación por Estrellas para Motociclistas	142
Figura 57. Calificación de Estrellas para Peatones	143
Figura 58. Calificación de Estrellas para Ciclistas	143
Figura 59. Mapa de Estimación de Víctimas para Todos los Usuarios	146
Figura 60. Porcentaje de Clasificación por Estrellas del Tramo de Estudio	158
Figura 61. Carril Bici - Fuera de la Carretera	166
Figura 62. Carril Adicional (carretera 2+1) y Ensanchamiento de Carril	167
Figura 63. Provisión de Sendero Peatonal y Cercas Peatonales	168
Figura 64. Eliminación de la Obstrucción de la Distancia Visual	169
Figura 65. Barreras de Protección	169
Figura 66. Mejorar la Delineación	170
Figura 67. Mapa de Reducción de Muertos y Lesionados Graves por Kilómetro por Año	174
Figura 68. Diagrama en Crudo para Ocupantes de Vehículo	197
Figura 69. Diagrama Suavizado para Ocupantes de Vehículos	197
Figura 70. Diagrama en Crudo para Motociclistas	198
Figura 71. Diagrama Suavizado para Motociclistas	198
Figura 72. Diagrama en Crudo para Peatones	199
Figura 73. Diagrama Suavizado para Peatones	199
Figura 74. Diagrama en Crudo para Ciclistas	200
Figura 75. Diagrama Suavizado para Ciclistas	200
Figura 76. Diagrama de SRS por Tipo de Choque para Ocupantes de Vehículo	201



<i>Figura 77. Diagrama de SRS por Tipo de Choque para Motociclistas</i>	201
<i>Figura 78. Diagrama de SRS por Tipo de Choque para Peatones</i>	202
<i>Figura 79. Diagrama de SRS por Tipo de Choque para Ciclistas</i>	202



RESUMEN

A nivel mundial los accidentes en carreteras generan un gran número de fallecidos y heridos, así como también grandes pérdidas económicas, esto debido a diferentes factores como el humano, vehicular y la infraestructura. Siendo las carreteras convencionales de elevada vulnerabilidad a causa de las características de seguridad vial que presentan a lo largo de su recorrido y más aún si existe una interacción con otros usuarios que también circulan o son parte de la infraestructura viaria, como son peatones y ciclistas. Por lo que el presente estudio realizado en la provincia de Valencia, tuvo como objetivo evaluar la seguridad vial basada en la metodología proporcionada por el programa iRAP (International Road Assessment Programme), de un tramo de la carretera convencional CV-310 entre los municipios de Bétera y Serra. Dicho tramo atraviesa diferentes urbanizaciones y es considerado como una ruta ciclista.

Para alcanzar el objetivo es necesario conocer datos operativos y técnicos de la carretera, es así que primeramente se realizó el análisis del diseño geométrico para obtener las características del trazado en planta, alzado y sección transversal de la vía, así también, se consideró importante para lograr el objetivo de este proyecto, haber realizado un análisis de tráfico vehicular en el tramo de carretera, teniendo en cuenta que a mayor volumen de tráfico de usuarios mayor será el riesgo de accidentes, de la misma manera se realizó el análisis de consistencia para obtener más a detalle la seguridad vial del tramo de estudio y verificar deficiencias en su trazado.

Una vez obtenido los datos operativos y técnicos mencionados en el párrafo anterior se procedió a establecer el modelo del programa iRAP asentado en una inspección visual de campo grabada en video de la infraestructura viaria, se utilizó también el Street View de Google Earth integrado al software de ViDA - iRAP como herramienta de apoyo y así, de esta manera caracterizar y codificar los elementos de la vía que podrían intervenir en un accidente para determinar un cierto nivel de seguridad vial hacia ocupantes de vehículo, motociclistas, ciclistas y peatones.



Como resultado de esta codificación, mediante el software VIDA – IRAP se obtuvo la **clasificación por estrellas** de los tramos identificados en la vía (1 a 5 estrellas, siendo 1 estrella significado de “carretera menos segura”; y 5 estrellas significado de “carretera más segura”), es así como se tuvo una herramienta para identificar posibles tramos con riesgos de accidentes y deficiencias en calidad de seguridad vial, así como también estimar un número de muertos y lesionados graves en el tramo de estudio. Posteriormente, interpretado todos los resultados de cada procedimiento mencionado anteriormente se realizó el diagnóstico de seguridad vial para conocer la problemática y de esta manera generar un **plan de inversión para vías más seguras** el cual consiste en proponer contramedidas con motivo de reducir la cantidad de accidentes y/o disminuir la gravedad de lesiones a consecuencia de dicho accidente.

Palabras Clave: IRAP, VIDA – IRAP, Seguridad Vial, Clasificación por Estrellas, Contramedidas, Usuarios Viales.



ABSTRACT

Globally, road accidents generate a large number of deaths and injuries, as well as large economic losses, this due to different factors such as humans, vehicles and infrastructure. Being the conventional roads of high vulnerability due to the road safety characteristics that they present along their route and even more so if there is an interaction with other users who also circulate or are part of the road infrastructure such as pedestrians and cyclists. Therefore, the present study carried out in the province of Valencia, aimed to evaluate road safety based on the methodology provided by the iRAP (International Road Assessment Programme), of a section of the conventional CV-310 road between the municipalities of Bétera and Serra. This section crosses different developments and is considered as a cycling route.

To achieve the objective it is necessary to know operational and technical data of the road, so first the analysis of the geometric design was carried out to obtain the characteristics of the layout in plan, elevation and cross section of the track, so it was also considered important to achieve the objective of this project to have carried out a traffic analysis of road users circulating along the section of road road, so it was also considered important to achieve the objective of this project to have carried out a traffic analysis of road users circulating along the section of road road, so it was also considered important to achieve the objective of this project to have carried out a traffic analysis of road users circulating along the section of road road , taking into account that the higher the volume of user traffic the greater the risk of accidents, in the same way the consistency analysis was performed to obtain more detail the road safety of the section of study and verify deficiencies in its layout.

Once the operational and technical data referred to in the previous paragraph had been obtained, the iRAP program model was established in a video-recorded visual inspection of the road infrastructure, Google Earth's Street View integrated into the ViDA -iRAP software was also used as a support tool and thus characterize and encode the elements of the road that could intervene in an accident to determine a



certain level of road safety towards vehicle occupants, motorcyclists, cyclists and pedestrians.

As a result of this coding, the VIDA – IRAP software obtained the **star rating** of the sections identified on the track (1 to 5 stars, being 1 star meaning "less safe road"; and 5 stars meaning "safer road"), is how a tool was made to identify possible sections with risks of accidents and deficiencies in road safety, as well as estimate a number of fatal and seriously injured in the section of study. Subsequently, interpreted all the results of each procedure mentioned above was carried out the diagnosis of road safety to know the problem and in this way generate an **investment plan for safer routes** which consists in proposing countermeasures in order to reduce the number of accidents and / or reduce the severity of injuries as a result of said accident.

Keywords: IRAP, VIDA – IRAP, Road Safety, Star Rating, Countermeasures, Road Users.



RESUM

A nivell mundial els accidents en carreteres generen un gran nombre de morts i ferits, així com també grans pèrdues econòmiques, això a causa de diferents factors com l'humà, vehicular i la infraestructura. Sent les carreteres convencionals d'elevada vulnerabilitat a causa de les característiques de seguretat viària que presenten al llarg del seu recorregut i més encara si existeix una interacció amb altres usuaris que també circulen o són part de la infraestructura viària com són vianants i ciclistes. Pel que el present estudi realitzat a la província de València, va tindre com a objectiu avaluar la seguretat viària basada en la metodologia proporcionada pel programa iRAP (International Road Assessment Programme), d'un tram de la carretera convencional CV-310 entre els municipis de Bétera i Serra. Aquest tram travessa diferents urbanitzacions i és considerat com una ruta ciclista.

Per a aconseguir l'objectiu és necessari conèixer dades operatives i tècnics de la carretera, és així que primerament es va realitzar l'anàlisi del disseny geomètric per a obtindre les característiques del traçat en planta, alçat i secció transversal de la via, així també es va considerar important per a aconseguir l'objectiu d'aquest projecte haver realitzat una anàlisi de trafique d'usuaris viaris que circulen pel tram de carretera, tenint en compte que a major volum de trànsit d'usuaris major serà el risc d'accidents, de la mateixa manera es va realitzar l'anàlisi de consistència per a obtindre més a detall la seguretat viària del tram d'estudi i verificar deficiències en el seu traçat.

Una vegada obtingut les dades operatives i tècnics esmentats en el paràgraf anterior es va procedir a establir el model del programa iRAP assentat en una inspecció visual de camp gravada en vídeo de la infraestructura viària, es va utilitzar també el Street View de Google Earth integrat al programari de Vida - iRAP com a eina de suport i així, d'aquesta manera caracteritzar i codificar els elements de la via que podrien intervindre en un accident per a determinar un cert nivell de seguretat viària cap a ocupants de vehicle, motociclistes, ciclistes i vianants.



Com a resultat d'aquesta codificació, mitjançant el programari VIDA – *IRAP es va obtenir la **classificació per estrelles** dels trams identificats en la via (1 a 5 estrelles, sent 1 estrella significat de “carretera menys segura”; i 5 estrelles significat de “carretera més segura”), és així com es va tindre una eina per a identificar possibles trams amb riscos d'accidents i deficiències en qualitat de seguretat viària, així com també estimar un nombre de morts i lesionats greus en el tram d'estudi. Posteriorment, interpretat tots els resultats de cada procediment esmentat anteriorment es va realitzar el diagnòstic de seguretat viària per a conèixer la problemàtica i d'aquesta manera generar un **pla d'inversió per a vies més segures** el qual consisteix a proposar contramesures amb motiu de reduir la quantitat d'accidents i/o disminuir la gravetat de lesions a conseqüència d'aquest accident.

Paraules Clau: *IRAP, VIDA – *IRAP, Seguretat Viària, Classificació per Estrelles, Contramesures, Usuaris Viaris.



1. INTRODUCCION

Conforme van transcurriendo los años el crecimiento de la movilidad va siendo cada vez mayor, esto debido al crecimiento del parque automotor, a la cantidad de desplazamientos con recorridos largos y a la cantidad de conductores. A consecuencia de esto han surgido diferentes problemas como son: la congestión vehicular derivando de ella mayores tiempos de desplazamientos, desfavorables impactos ambientales, sociales y económicos, y accidentes de tránsito que son el principal aspecto a tratar en seguridad vial.

Es importante mencionar que, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), a nivel mundial se registran alrededor de 1.2 millones de muertes y más de 50 millones de víctimas resultan con lesiones graves o leves a causa de accidentes de tránsito. Ahora bien, según la DGT (Dirección General de Tráfico), en España este último año pasado 2019, se han producido 1,007 accidentes mortales en carreteras interurbanas, dejando 4,395 personas que requirieron ingreso hospitalario, asimismo, en relación a la Comunidad Valenciana durante el año 2019 se tuvieron 92 accidentes mortales dejando 99 fallecidos, de los cuales 40 se produjeron en la provincia de Valencia, a diferencia del año 2018 que se tuvo un total de 132 fallecidos en la Comunidad Valenciana. Estas cifras representan una disminución de accidentes en relación a años pasados por tanto las más bajas en los últimos cuatro años, en consecuencia, queda aún mucho por trabajar en seguridad vial.

Aproximadamente el 75% de los accidentes en vías interurbanas se generan en carreteras convencionales, ya sean por diferentes tipos de accidentes como son: por alcance, vuelco, atropello a peatón, choques frontolaterales, y uno de los más comunes por salida de la vía, en los cuales se ven afectados ciclistas, peatones, motoristas y ocupantes de vehículo, de los cuales los motoristas representan el mayor número de fallecidos. Si bien es cierto, los países desarrollados tienden a reducir sus cifras de accidentalidad, sin embargo, pasa lo contrario en los países en vías de desarrollo o no desarrollados en los que aumenta la tasa de mortalidad, lo que hace de este problema mundial una preocupación constante.



Bajo este contexto el hecho de que ocurra un accidente no depende de un solo factor sino de varios factores entre ellos tenemos al diseño geométrico de la vía, la señalización vial, intersecciones y enlaces, estado del pavimento, entorno de la vía y el factor humano. Por lo que es un reto para la ingeniería de seguridad vial mejorar las características de la vía y mitigar riesgos mediante estrategias o programas de seguridad vial, como el que se usa para el desarrollo del presente proyecto que es el “International Road Assessment Programme (iRAP)”, el cual se ha ido desarrollando en todos los continentes y a la fecha ya tiene más de un millón de kilómetros de carreteras evaluadas, centrándose en la reducción del número de accidentes y la disminución de la gravedad de lesión a causa del accidente. Para lo cual presenta una metodología que consiste en la inspección visual de campo como medida simple y objetiva del nivel de seguridad incorporado a la carretera para los usuarios de esta, con el fin de codificar atributos o características de la infraestructura viaria, asimismo recopilar datos operativos como son: velocidades límite, media y de operación, flujos vehiculares en la carretera de estudio y en vías que intersectan a esta, flujos de motoristas y ciclistas a lo largo de la carretera y flujos peatonales a los costados de la vía así como también cruzando esta, dichos datos serán importados al software online ViDA con el objetivo de obtener la “Clasificación por Estrellas”, teniendo como premisa que carreteras de cinco estrellas son las más seguras mientras que carreteras de una estrella son las menos seguras. Consecuentemente a estos resultados se suma una estimación de muertos y lesionados graves en el tramo de estudio generado por el mismo software y así, posteriormente se realiza un “Plan de Inversión para Vías más Seguras” basadas en contramedidas propuestas.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la gestión de la seguridad vial de la carretera CV-310 entre los PP.KK. 9+185 a 20+240, Tramo “Bétera – Serra” utilizando la metodología iRAP

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Verificar el cumplimiento del diseño geométrico en cuanto a normativa vigente.



- Determinar posibles tramos de carretera que presenten inconsistencia en su trazado.
- Obtener la clasificación por estrellas entre segmentos de la carretera en estudio por tipo de usuario.
- Estimar la cantidad de víctimas de posibles accidentes en la carretera de estudio.
- Identificar elementos de la carretera que resulte posible mejorar sus condiciones de seguridad para prevenir accidentes.
- Proponer soluciones de mejora de la seguridad vial de acuerdo al estudio realizado.

3. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto pertenece a la evaluación del tramo de carretera convencional de la CV-310 que conecta los municipios como son Bétera, Náquera, Serra, además de pasar por las urbanizaciones San Ramón, Bonsol, Mont Ros, Corral Nou y Monte Amor. Por tanto, a diario se movilizan personas que residen, estudian o trabajan a través de vehículos motorizados y no motorizados, se tiene en cuenta que el tramo de estudio es considerado como ruta ciclista, por lo que presenta gran cantidad de estos usuarios, y más aún que en los últimos años se ha ido incrementando considerablemente el tránsito ciclista en carreteras convencionales, lo que a su vez genera mayor siniestralidad de este grupo de usuarios. Debido a las características mencionadas anteriormente existe una interacción entre los usuarios de la carretera, siendo unos más vulnerables que otros, a esto, sumándole deficiencias en el trazado, en la propia infraestructura y en el entorno de la carretera, se generará mayor riesgo de accidentes. En consecuencia, realizar una evaluación de la seguridad vial de la carretera CV-310, utilizando la metodología garantizada del programa iRAP, en el que se involucran a ocupantes de vehículo, motoristas, ciclistas y peatones que transitan la vía, será trascendental para asegurar la buena funcionalidad de la vía que permitirá una segura circulación de los usuarios evitando o previniendo accidentes.



De la misma manera, el presente proyecto servirá para realizar posteriores evaluaciones de toda clase de carreteras interurbanas, así también, infraestructuras urbanas en materia de seguridad vial.

4. ALCANCE

El presente estudio tiene un alcance descriptivo debido a que se va a identificar y analizar las características viales del tramo comprendido entre BETERA – SERRA de la carretera CV-310 en materia de diseño geométrico, consistencia del diseño geométrico, análisis de tráfico y las pautas proporcionadas por la metodología iRAP (International Road Assessment Programme), conjuntamente con la reducción de datos en el software ViDA – iRAP, que será una herramienta de mejora de la seguridad vial, más aún si no se conoce a detalle datos de accidentes en una carretera convencional. De esta manera se interpretará la problemática para proponer soluciones o contramedidas.

Teniendo en cuenta los objetivos propuestos el alcance del presente Trabajo Final de Master queda definido por las siguientes limitaciones:

- No se realizarán análisis o estudios geotécnicos para carreteras.
- No se realizarán análisis o estudios hidráulicos para carreteras.
- No se realizarán análisis o estudios estructurales de firmes
- No se realizará el análisis de nivel de servicio para la demanda ciclista.
- La obtención de flujos peatonales a lo largo de la carretera o cruzando la misma se realizarán de acuerdo a una estimación visual en relación a los usos de suelo adyacentes
- El análisis de accidentalidad se realizará mediante la metodología iRAP, estimando la cantidad de muertos y lesionados graves, si bien estos datos se pueden calibrar con datos reales de accidentalidad en el tramo de estudio, no se dispuso de información a detalle y pormenorizada para efectos de la metodología iRAP, sin embargo, se accedió a datos de accidentalidad de manera general.
- La evaluación estará limitada a los once kilómetros de carretera comprendidos entre los municipios de Bétera y Serra, así como también estará sujeta a las limitaciones que deriven del análisis medioambiental,

debido a que se tiene parte del tramo de estudio que atraviesa por el Parque Natural de la Sierra Calderona.

5. SITUACIÓN ACTUAL DEL TRAMO DE ESTUDIO

Es necesario conocer y describir el estado actual o características principales de la carretera en estudio antes de realizar el análisis correspondiente, por lo que el presente apartado constará de información previa y precisa de la carretera convencional CV-310 que engloba a nuestro tramo de estudio.

5.1 LOCALIZACIÓN

La carretera CV-310 es una carretera convencional interurbana de la provincia de Valencia, exactamente ubicada al noroeste de la ciudad, esta pertenece a la Red de Carreteras de la Diputación de Valencia. Inicia su recorrido desde el final de la CV-31, como prolongación de esta, en la localidad de Godella y termina su recorrido al intersectar con la A-23 en la localidad de Algimia de Alfara. La carretera CV-310 presenta 32.5 kilómetros, atravesando por los municipios de Santa Bárbara, Bétera, Los Almudes, Náquera y Serra, cabe mencionar que a su paso también atraviesa por el Parque Natural de la Sierra Calderona.

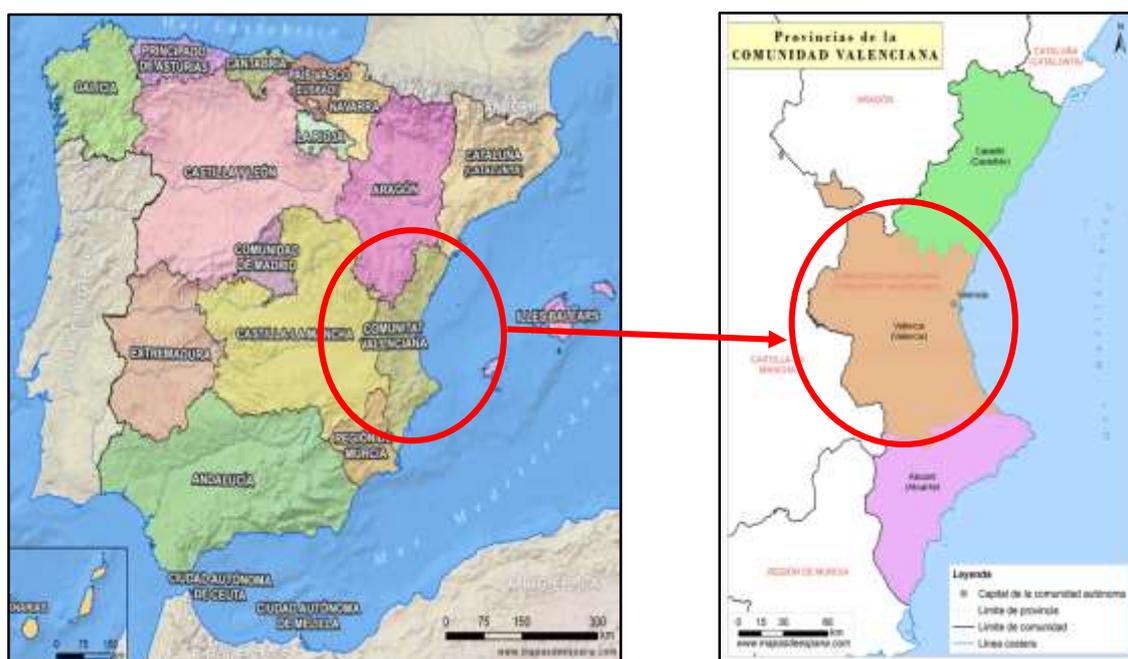


Figura 1. Localización del estudio

Fuente: Mapasdeespaña.com

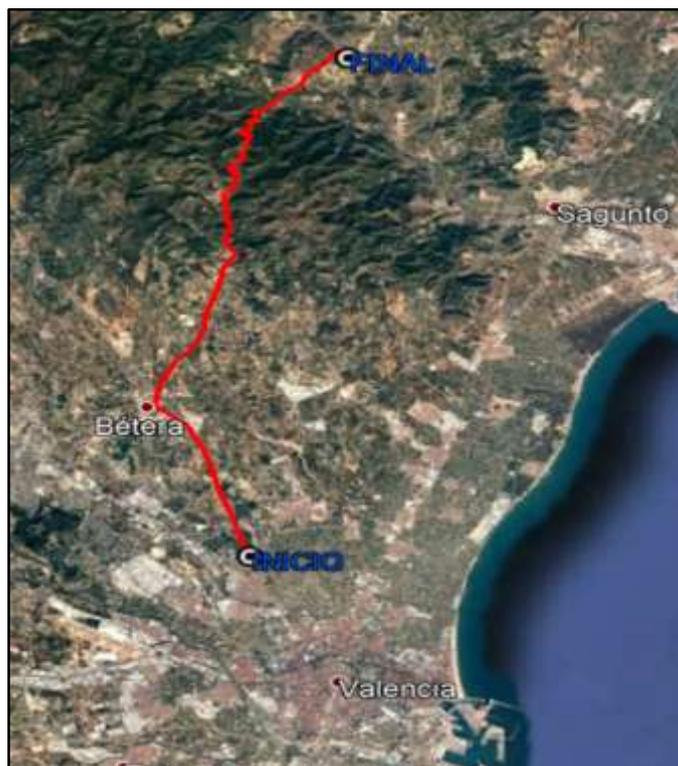


Figura 2. recorrido de la carretera CV-310 Fuente: Elaboración propia

A continuación, se realizará la descripción de nuestro tramo objeto de estudio que pertenece a la carretera CV-310.

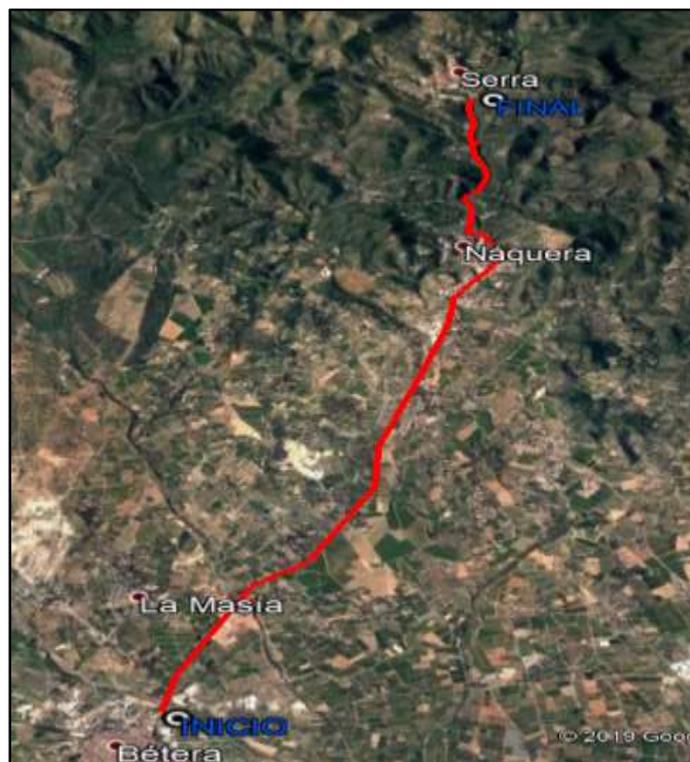


Figura 3. Recorrido del tramo de estudio Fuente: Elaboración propia

Nuestro tramo de estudio empieza en el kilómetro 9+185, al terminar la zona urbana de la localidad de Bétera, hasta el kilómetro 20+240, al inicio de la zona urbana de la localidad de Serra. Dicho tramo atraviesa el municipio de Náquera, a su paso también por urbanizaciones como son; San Ramón, Bonsol, Mont Ros, Corral Nou y Monte Amor.

La población influenciada por la evaluación del tramo de estudio asciende a 35,000 habitantes. Existe un porcentaje de vehículos pesados y motoristas los cuales no ascienden del 5% del total de tráfico vehicular. Asimismo, el tramo de estudio es considerado como ruta ciclista debido a la actividad deportiva y de ocio que genera gran movilidad en carreteras convencionales a nivel de España, muy aparte del uso generado por habitantes de la zona.



Figura 4. Actividad Deportiva Ciclista

Fuente: Google Street View



Figura 5. Usuarios Ciclistas

Fuente: Google Street View



5.2 CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA

Según las pautas indicadas en la norma 3.1 - IC (Ministerio del Fomento, 2016), se establecen tres grupos para definir a una carretera:

- Grupo 1: Autopistas y autovías A-140 y A-130.
- Grupo 2: Autopistas y autovías A-120, A-110, A-100, A-90 y A-80 y carreteras C-100.
- Grupo 3: Carreteras C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40.

En nuestro caso la CV-310 pertenece al grupo 3 debido a que la velocidad de proyecto será inferior a 100 km/h, por presentar las siguientes condicionantes.

La norma hace referencia de condicionantes para clasificar una carretera, así tenemos los siguientes:

- Según el tipo de calzada nuestro tramo de estudio es de calzada única debido a que presenta una calzada para ambos sentidos de circulación.
- Según el grado de control de accesos nuestro tramo de estudio se clasifica con accesos directos, debido a la cantidad de accesos que se encuentran en el recorrido de la vía, estos serán detallados en el apartado de intersecciones y accesos.
- Según las condiciones orográficas nuestro tramo de estudio presenta un relieve llano y ondulado con inclinaciones medias que no superaran el 8%.
- Según el entorno urbanístico nuestro tramo de estudio es considerado como tramo interurbano.

5.3 PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS

En este apartado se identificará y detallará las principales infraestructuras del tramo de estudio de la carretera convencional CV-310, dentro de estas se considerará pasos a desnivel y vías de comunicación. Estas infraestructuras son influyentes en el comportamiento del tráfico vehicular y ciclista del tramo de estudio, debido a que conectan poblados beneficiados por la vía principal, así como también conectan con carreteras de mayor tránsito.

Debido a que las infraestructuras están consolidadas, estas limitaran alguna modificación o ampliación que se pretenda realizar del diseño geométrico.

A continuación, detallaremos las principales vías de comunicación:



Siguiendo el sentido creciente del tramo de estudio en la margen izquierda tenemos a la carretera convencional CV-333, que se encuentra a 290 metros desde el punto de inicio de nuestro tramo. Esta vía de comunicación presenta una calzada con dos carriles en sentidos contrarios, además de presentar una calzada separada y exclusiva para bicicletas. La CV-333 conecta con la CV-331 y la CV-25 a su paso por las localidades de La Malla y La LLoma.

Otra vía de comunicación es la CV-315 que se encuentra en la margen derecha siguiendo el sentido creciente del tramo de estudio, a 6.2 kilómetros de este. Esta vía se conecta con la carretera convencional CV-305 y la autopista AP-7, a su paso por la localidad de La Florida y las urbanizaciones Las Lomas y Bonanza, la CV-315 presenta a lo largo de su recorrido una calzada de dos carriles de circulación en sentidos contrarios, además ambos arcenes amplios dedicados al tránsito ciclista.

Por último se tiene como vía de comunicación a la carretera convencional CV-328, la cual se ubica en la margen izquierda siguiendo el sentido creciente del tramo de estudio, a 9.7 kilómetros de este. Esta vía se conecta con la carretera convencional CV-331 bordeando la zona sur del Parque Natural de la Sierra Calderona. La CV-328 presenta a lo largo de su recorrido una calzada estrecha para ambos sentidos de circulación.

Por otra parte, tenemos como principal infraestructura el paso a desnivel ubicado a 7.6 kilómetros desde el punto de inicio del tramo en estudio, este paso a desnivel permite el ingreso vehicular a la zona urbana central del municipio de Náquera, pasando por encima de la CV-310 y por la conformación del antiguo cauce de río, proveniente de la cuenca conformada por las montañas del Parque Natural de la Sierra Calderona, asimismo conecta zonas urbanas pertenecientes a Náquera. Se tomará en cuenta que, el tramo donde se encuentra esta estructura imposibilitará alguna ampliación o modificación del diseño geométrico de la CV-310 debido a la consolidación y funcionalidad de dicha estructura.



Figura 6. Paso a desnivel superior Náquera

Fuente: Google Earth

5.4 ESTADO DE ALINEACIONES

Para lograr nuestros objetivos planteados anteriormente es necesario conocer el estado actual de las alineaciones geométricas de la carretera convencional CV-310, por lo que en este apartado se describirá y detallará el procedimiento utilizado. Primeramente, se realizó un trabajo de campo a manera de reconocimiento preliminar de la ruta de estudio para recolectar información de las características geométricas de la vía. No será suficiente con esta información, por tanto, se realizó también la restitución de dichas características geométricas con el software CLIP TOOL S.A, para lo cual se utilizó cartografía y ortofotos, dicha información accesible proporcionada por el ICV ("Institut Cartogràfic Valencià - Generalitat Valenciana").

5.4.1 Velocidad de Proyecto

Una vez realizado el reconocimiento de ruta y la restitución geométrica se consideró pertinente realizar la tramificación de la vía en estudio en dos subtramos, para esto se consideraron criterios de funcionalidad de la vía, usos de suelo, relieve de la topografía y geometría de la vía. Por tanto, desde el kilómetro 0+000 (inicio del tramo de estudio) hasta el kilómetro 5+238 se asignó como primer subtramo,



por presentar características de uso de suelo iguales (agrícola), topografía llana (no supera el 3%) y extensos alineamientos rectos. Asimismo, desde el kilómetro 5+239 hasta el final del tramo de estudio, se asignó como segundo subtramo, debido a presencia de zona urbana, uso de suelo diferente (suelo residencial y comercial), topografía ondulada (entre 4 y 7%) y alineamiento sinuoso en gran parte de su recorrido. Es importante mencionar que, el volumen de tráfico vehicular difiere de manera significativa en ambos subtramos, por lo cual también fue un criterio a considerar.

Todo esto con el objetivo de tener tramos homogéneos y así determinar la velocidad de proyecto para cada subtramo.

Según la norma 3.1 IC - Trazado (Ministerio del Fomento, 2016), la velocidad de proyecto se define como: "la velocidad para la que se definen las características geométricas del trazado de un tramo de carretera en condiciones de comodidad y seguridad". Así como la velocidad de proyecto también dicha norma hace referencia a la velocidad específica la cual se define como: "Velocidad que puede mantener un vehículo a lo largo de una curva circular considerada aisladamente, en condiciones de comodidad y seguridad, cuando encontrándose el pavimento húmedo y los neumáticos en buen estado, las condiciones meteorológicas, del tráfico y legales son tales que no imponen limitaciones a dicha velocidad".

Para hallar la velocidad de proyecto, primeramente, se halló el radio de curvatura más pequeño dentro de un subtramo, 135 metros para el primer subtramo y 53 metros para el segundo subtramo, consecuentemente con estos datos se utilizó la tabla 4.4 de la Norma 3.1 IC - Trazado (Ministerio del Fomento, 2016) para determinar la velocidad de proyecto en cada subtramo. Se tramificó el primer subtramo como C-60 y el segundo subtramo C-40.

A continuación, se detallarán las características geométricas en planta, alzado y sección transversal de la vía en estudio:

5.4.2 Trazado en Planta

El trazado en planta de la vía consta de alineaciones curvas y rectas unidas entre sí, así también, derivando de estas alineaciones se obtienen sus radios respectivos, curvas de transición (parámetro clotoide) y longitudes de tangentes.

Para la restitución geométrica de la carretera se utilizó cartografía y ortofotos actualizadas obtenidas del Instituto Cartográfico de Valencia (ICV), las cuales fueron importadas al software CLIP TOOL S.A., debido a que nuestro tramo de estudio consta de una calzada única para ambos sentidos de circulación se procedió a realizar la restitución tomando como referencia el eje central de la calzada, diferenciando tramos rectos y curvas, así también curvas de transición, a lo largo de los 10.747 km de carretera del tramo de estudio. De esta manera se puede obtener radios de curvas, longitudes de curva y recta, parámetro de clotoide, que son características principales para ver la adecuación en planta que presenta el tramo de estudio a los criterios de diseño y seguridad en la normativa vigente (Norma 3.1 IC).

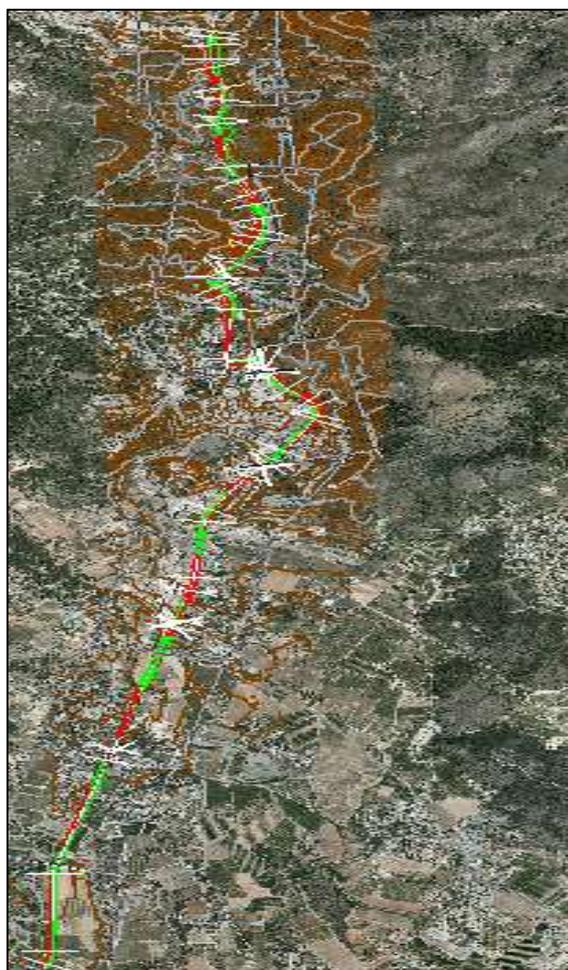


Figura 7. Restitución del Trazado en Planta

Fuente: Elaboración propia en base a Clip TOOL S.A



Así pues, se detallan sus principales características en la siguiente tabla:

Tabla 1. Elementos Geométricos en Planta

Datos Característicos de la Carretera								
Elemento	PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	Radio (m)	Radio Mínimo (m)	Parametro clotoide (m)	Peralte (%)	Velocidad de Proyecto (km/h)
Recta	0+000,000	0+486,409	486,409					60
Curva	0+486,409	0+519,300	32,891	135,000	130		7	60
Recta	0+519,300	1+913,202	1393,902					60
Curva	1+913,202	1+995,020	81,818	160,000	130		7	60
Recta	1+995,020	2+567,305	572,285					60
Curva	2+567,305	2+697,497	130,192	-260,000	130		7	60
Recta	2+697,497	3+825,375	1127,878					60
Curva	3+825,375	3+919,811	94,436	-225,000	130		7	60
Recta	3+919,811	4+438,529	518,718					60
Curva	4+438,529	4+498,178	59,649	220,000	130		7	60
Recta	4+498,178	5+238,963	740,785					60
Recta	5+329,389	6+181,747	852,358					40
Recta	6+241,478	6+444,010	202,532					40
Curva	6+444,010	6+539,354	95,344	-570,000	50		5.91	40
Recta	6+539,354	6+913,875	374,522					40
Curva	6+913,875	7+001,056	87,180	195,000	50		7	40
Recta	7+001,056	7+275,002	273,947					40
Recta	7+402,303	7+435,190	32,887					40
Curva	7+435,190	7+509,976	74,786	-316,328	50		7	40
Recta	7+509,976	7+753,341	243,365					40
Clotoide	7+753,341	7+784,591	31,250		50	50,000		40
Curva	7+784,591	7+857,876	73,285	-80,000	50		7	40
Clotoide	7+857,876	7+902,876	45,000		50	60,000		40
Recta	7+902,876	8+020,205	117,329					40
Curva	8+020,205	8+138,540	118,335	230,000	50		7	40
Recta	8+398,610	8+738,763	340,153					40
Curva	8+738,763	8+843,205	104,442	-157,000	50		7	40
Recta	8+843,205	8+907,727	64,521					40
Clotoide	8+907,727	8+975,651	67,925		50	60,000		40
Curva	8+975,651	9+024,660	49,009	53,000	50		7	40
Clotoide	9+024,660	9+041,641	16,981		50	30,000		40
Recta	9+041,641	9+053,197	11,556					40
Curva	9+053,197	9+117,291	64,094	-100,787	50		7	40
Recta	9+117,291	9+239,418	122,127					40
Curva	9+239,418	9+312,178	72,760	-320,000	50		7	40
Recta	9+312,178	9+365,127	52,949					40
Curva	9+365,127	9+450,917	85,790	-155,000	50		6.36	40
Recta	9+450,917	9+545,797	94,880					40



Curva	9+545,797	9+617,571	71,774	-284,542	50		7	40
Recta	9+617,571	9+723,020	105,449					40
Curva	9+723,020	9+818,666	95,646	265,000	50		7	40
Recta	9+818,666	10+113,247	294,580					40
Curva	10+113,247	10+156,477	43,230	150,000	50		7	40
Recta	10+156,477	10+281,854	125,377					40
Curva	10+281,854	10+360,742	78,888	-200,000	50		7	40
Recta	10+360,742	10+503,261	142,520					40
Curva	10+503,261	10+562,702	59,441	245,064	50		7	40
Recta	10+562,702	10+653,413	90,711					40
Curva	10+653,413	10+708,907	55,494	270,000	50		7	40
Recta	10+708,907	10+747,943	39,036					40

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, se obtuvieron un total de 25 rectas y 21 curvas, cabe mencionar que existe una diferencia entre nuestros elementos geométricos debido a las 4 glorietas que se encuentran en nuestro tramo de estudio. De la tabla podemos apreciar en el primer subtramo longitudes de tangentes de hasta más de 1 kilómetro y radios que van desde 135 metros hasta 260 metros, con lo que se puede decir que este subtramo permite al conductor desarrollar mayores velocidades. Asimismo, se aprecia que el segundo subtramo presenta mayor cantidad de elementos geométricos donde la longitud de recta máxima es de 850 metros y la mínima es de 11.56 metros, en relación a los radios se tienen radios que van desde 53 metros hasta 570 metros, este subtramo permite desarrollar velocidades más bajas debido a su paso por zona urbana y desarrollo sinuoso. Cabe mencionar que solamente dos curvas están influenciadas por sus clotoides, debido que, presentan menor ángulo de giro, y todas las curvas presentan peraltes de 7% a excepción de dos de ellas.

5.4.3 Trazado en Alzado

El trazado en alzado del tramo de estudio consta de la definición de una rasante que para su creación fue necesario el software CLIP TOOL S.A y la cartografía utilizada anteriormente para el trazado en planta, dicha rasante tendrá que coincidir con el perfil del terreno actual, este ya obtenido del trazado en planta, además con la creación de la rasante se definirán acuerdos cóncavos y convexos, como



también se hallara pendientes ascendentes y descendentes a lo largo de la vía en estudio.



Figura 8. Restitución del Trazado en Alzado

Fuente: Elaboración propia en base a Clip TOOL S.A

A continuación, se detallará las principales características de los elementos geométricos en alzado en la siguiente tabla:

Tabla 2. Elementos Geométricos en Alzado

Datos Característicos de la Carretera							
Vertice	Estación	Cota (m)	Pendiente(%)	Longitud (m)	Valor de kv	Acuerdo	Velocidad de Proyecto (km/h)
1	0+020,015	89,505	-	-	-	-	60
2	0+160,000	90,001	0,3541	0,760	50,000	Concavo	60
3	0+400,000	94,500	1,8747	0,430	-60,000	Convexo	60
4	1+220,000	104,001	1,1586	0,385	-70,000	Convexo	60
5	1+400,000	105,096	0,6087	0,163	60,000	Concavo	60
6	1+620,000	107,033	0,8804	4,586	-500,000	Convexo	60
7	1+805,983	106,965	-0,0368	87,233	3.000,000	Concavo	60
8	2+501,219	126,925	2,8709	50,612	-2.000,000	Convexo	60
9	2+819,000	128,006	0,3404	3,606	500,000	Concavo	60
10	3+478,000	135,001	1,0615	18,078	-2.000,000	Convexo	60
11	3+793,876	135,499	0,1576	56,869	3.500,000	Concavo	60
12	4+472,147	147,589	1,7824	26,440	-1.000,000	Convexo	60
13	4+618,000	146,332	-0,8616	46,993	1.200,000	Concavo	60
14	5+693,000	179,168	3,0545	32,298	-500,000	Convexo	40
15	6+037,814	167,427	-3,4050	300,277	3.400,000	Concavo	40



16	6+656,403	200,995	5,4266	101,077	-3.000,000	Convexo	40
17	7+345,563	215,174	2,0574	120,924	-2.200,000	Convexo	40
18	7+575,250	207,275	-3,4392	331,127	4.000,000	Concavo	40
19	8+073,514	231,386	4,8390	258,832	-5.000,000	Convexo	40
20	8+339,000	230,489	-0,3376	8,976	500,000	Concavo	40
21	8+681,000	235,474	1,4576	4,757	-500,000	Convexo	40
22	8+874,000	236,452	0,5063	39,221	800,000	Concavo	40
23	9+010,688	243,845	5,4088	83,650	-1.700,000	Convexo	40
24	9+180,049	244,672	0,4882	4,193	60,000	Concavo	40
25	9+200,222	246,180	7,4771	9,062	-400,000	Convexo	40
26	9+276,697	250,166	5,2117	13,458	-1.400,000	Convexo	40
27	9+543,864	261,521	4,2504	55,925	2.500,000	Concavo	40
28	9+923,319	286,138	6,4874	191,323	-2.500,000	Convexo	40
29	10+203,174	282,876	-1,1655	68,400	4.000,000	Concavo	40
30	10+471,021	284,334	0,5445	66,739	3.000,000	Concavo	40
31	10+747,861	292,000	2,7691	-	-	-	40

Fuente: Elaboración propia

En la tabla, se puede verificar la existencia de 14 acuerdos cóncavos y 15 acuerdos convexos, respecto a la pendiente para el primer subtramo se observan inclinaciones que van desde 0.03% hasta 2.87%, para el segundo subtramo van desde 0.3% hasta 7.4%. un parámetro importante en el trazado en alzado es el Kv que, para el primer subtramo va desde 50 hasta 3500, para el segundo subtramo los Kv van desde 60 hasta 5000.

5.5 SECCIÓN TRANSVERSAL

El tramo de estudio de la carretera convencional CV-310, como ya se dijo anteriormente, presenta una calzada única para ambos sentidos de circulación, para caracterizar a mayor detalle la sección transversal del tramo de estudio, se dividió en tres subtramos con diferentes anchos de arcenes.

Tabla 3. Características Principales de la Sección Transversal

Datos Característicos de la Carretera				
Tramo	Ancho (m)			
	PK	Carriles	Arcenes	Berma
1er Tramo	0+000 a 6+200	3	1.5	-
2do Tramo	6+200 a 9+240	3	0.3	-
3er Tramo	9+240 a 10+747	3	1	-

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3 se observa que durante todo el recorrido del tramo de estudio los carriles para cada sentido de circulación tienen un ancho de 3 metros, pasa lo contrario con el ancho de arcenes que para el primer tramo es de 1.5 metros, el segundo tramo presenta arcenes de 0.3 metros de ancho debido a que atraviesa la zona urbana y por último se tiene 1 metro de ancho de arcén para el tercer tramo. Debido a estas características, es importante mencionar la alta vulnerabilidad de accidentes para los ciclistas.



Figura 9. Vulnerabilidad de Usuarios

Fuente: Google Street View

Durante el recorrido de la vía, se identifican carriles centrales para realizar maniobras de giro a izquierda, donde la sección transversal se modifica, estos carriles se encuentran en las intersecciones o accesos, también a lo largo del tramo de estudio se identifican carriles de deceleración para ingresar a vías laterales, asimismo se encuentran apartaderos de paradas temporales de vehículos en el tramo de estudio, al igual que ensanchamiento de la plataforma debido a paradas de buses de servicio colectivo A continuación, se detallará lo mencionado anteriormente:



Tabla 4. Detalles de la Sección Transversal

Progresiva	Tipo	Detalle	Progresiva	Tipo	Detalle
0+200 a 0+300	Carriles centrales de maniobra de giro a izquierda		5+235	Apartadero	
5+335	Parada de buses de servicio colectivo		6+450	Carril de deceleracion hacia via lateral	
6+920	Carriles centrales de maniobra de giro a izquierda y carril de deceleración		7+600	Parada de buses de servicio colectivo	
9+090	Apartadero		10+200	Mediana fisica (100 metros)	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a normativa los apartaderos son ensanchamientos de la plataforma, estos pueden ser de emergencia, de conservación y explotación, de revisión y control de vehículos pesados. Ahora, en relación a las paradas de transporte público, en carreteras convencionales como es nuestro caso, estas estarán adosadas a la plataforma de la vía.

De la tabla 4 se observa carriles centrales de almacenamiento angostos, espacios de parada de transporte público ajustados al uso de suelo adyacente, apartadero sin cebrado requerido y visibilidad defectuosa.

5.6 MÁRGENES

Dentro de la evaluación de la sección transversal un punto muy importante en la seguridad vial son los márgenes que presenta la vía en estudio tanto a lado del pasajero como al lado del conductor, debido a la composición de los márgenes se podrá evaluar la severidad o gravedad de los accidentes suscitados en carreteras convencionales, gran porcentaje de accidentes viales son por salida de la vía es por ello la importancia de este apartado. Para nuestro tramo de estudio se realiza una inspección visual y a continuación, se presentará un inventario de los principales elementos riesgosos en el tramo de estudio de la carretera convencional CV-310.

Tabla 5. Resumen detalle de Márgenes

Elemento	Progresiva	Margen	Detalle
Árbol mayor a 10cm de diámetro sin protección	0+165	Izquierdo	

<p>Estructuras rígidas (muros hormigon y ladrillos)</p>	<p>0+263 a 1+130</p>	<p>Ambos márgenes</p>	
<p>Objeto rígido bajo y cuneta peligrosa</p>	<p>1+140 a 1+610</p>	<p>Derecho</p>	
<p>Cabezales de alcantarillas sin protección</p>	<p>1+713</p>	<p>Ambos márgenes</p>	
<p>Poste para conducción de energía eléctrica</p>	<p>1+852</p>	<p>Derecho</p>	
<p>Terminal de barrera sin protección</p>	<p>2+198</p>	<p>Ambos márgenes</p>	

<p>Cuneta peligrosa</p>	<p>3+320 a 3+670</p>	<p>Izquierdo</p>	
<p>Árbol mayor a 10cm de diámetro sin protección</p>	<p>3+500</p>	<p>Derecho</p>	
<p>Edificación y muro de contención</p>	<p>3+940</p>	<p>Ambos márgenes</p>	
<p>Muro de contención y edificación</p>	<p>5+750</p>	<p>Izquierdo</p>	
<p>Estructura rígida</p>	<p>7+590</p>	<p>Ambos márgenes</p>	

Talud rocoso	8+840	Izquierdo	
Muro de contención	9+240	Izquierdo	
Barrera de seguridad sin protección	9+500	Derecho	
Falta de barrera de seguridad	10+200	Derecho	

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la tabla 5, un resumen de las características de los márgenes del tramo de estudio, esto quiere decir que los elementos apreciados en las imágenes se repiten en varias ocasiones a lo largo del tramo. La denominación de margen esta en relación al sentido creciente o de ida de la carretera.

De la información obtenida se tiene la siguiente tabla con los elementos de mayor riesgo en cada margen y la longitud total que representa en el tramo de estudio:

Tabla 6. Elementos de riesgo en márgenes

Elemento de riesgo	Margen	Longitud (km)
Poste de mas de 10cm de diámetro	Derecho	2.1
Árbol de mas de 10cm de diámetro	Izquierdo	1.8
Estructura Rígida	Izquierdo	1.7
Barrera de seguridad sin protección	Derecho	1.6
Barrera de seguridad sin protección	Izquierdo	1.5
Árbol de mas de 10cm de diámetro	Derecho	1.3

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que, este inventario de márgenes de la vía se utilizará para realizar la codificación de atributos en el apartado “Metodología iRAP”, donde en dicho apartado se realizará el análisis a detalle de elementos de riesgo en los márgenes de la vía.

A continuación, se presenta una tabla con detalles principales de los márgenes en zona urbana:

Tabla 7. Detalle de Márgenes en Zona Urbana

Elemento	Progresiva	Margen	Detalle
Zona urbana	6+300	Ambos márgenes	

Zona urbana	7+000	Ambos márgenes	
Zona urbana	8+400	Ambos márgenes	

Fuente: Elaboración propia

Se observa las principales zonas urbanas por las que atraviesa el tramo de estudio y la presencia de peatones, así como también mobiliario urbano y vehículos estacionados.

Como se vio anteriormente en la tabla 5, algunas barreras metálicas presentan extremos agresivos (cola de pez, extremos abatidos pero peligrosos), sin embargo, a lo largo de la vía se tiene la presencia de barreras de protección contra obstáculos y para motoristas. A continuación, se detalla las barreras de protección:

Tabla 8. Detalle de Barreras de Protección

Tipo	Progresiva	Detalle
Barrera de hormigon	1+690	

Barrera metálica con protección para motoristas	3+720	
Barrera metálica con extremo protegido	4+510	
Barrera metálica en zona urbana	5+060	
Protección de cabezales de alcantarillas	6+050	
Barrera metálica con protección para motoristas	8+950	

Barrera de hormigón	9+150	
---------------------	-------	--

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la última imagen de la tabla 8, la presencia de un muro de hormigón que realiza la función de barrera de protección, frente al peligro que podría darse por salida de la vía.

5.7 SEÑALIZACIÓN

Así como cada apartado de la situación actual del tramo de estudio es relevante comentar aspectos de señalización horizontal y vertical. La importancia de este apartado en cuanto a seguridad vial es la correcta colocación y el buen estado de las señales, así también la cantidad de estas a lo largo de la vía (ni en exceso, ni escasamente).

La señalización vertical regulará, informará y prohibirá actuaciones y/o decisiones hacia los usuarios de la vía, mediante información fácil de comprender y visibilidad adecuada.

La señalización horizontal se regirá por marcas en el pavimento con la función principal de delimitar los sentidos de circulación para mantener al vehículo en su trayectoria.

Para nuestro tramo de estudio, se realiza una inspección visual teniendo que, la señalización será similar tanto en sentido creciente como decreciente, por tratarse de calzada única.

Debido a las características de carretera convencional y una sección de plataforma angosta se dificulta en ciertos tramos la correcta colocación de la señalización vertical. En tramos con rectas extensas y presencia de accesos se tiene deteriorada la señalización horizontal. Para mayor detalle se observan imágenes de señalización del tramo de estudio:

Tabla 9. Detalles de Señalización

Característica	Detalle	Característica	Detalle
Señales informativas		Recomendación de velocidad	
Marcas viales desgastadas		Cebrado en cuñas	
Obstrucción de la visibilidad por vegetación		Obstrucción de la visibilidad por vegetación	
Marcas viales desgastadas		Advertencia de cruce	
Inicio de prohibición de adelantamiento		Señalización de reductores de Velocidad	
Señalización en Glorietas		Advertencia de cruce de peatones a centros educativos	

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 9, respecto a señalización vertical, esta se encuentra en buen estado, además no presenta excesiva carga de información lo cual hace que no sea confusa para los usuarios, sin embargo, hay señales verticales que necesitan su reubicación, y ser despejadas para mejor visibilidad.

Respecto a señalización horizontal, esta se encuentra en regular estado debido a que falta claridad en las marcas viales que con el paso vehicular y las inclemencias



del tiempo están deterioradas, sin embargo, se cuenta con tramos especialmente en zona urbana que las condiciones de marcas viales están correctas.

Un aspecto importante a mencionar es la ausencia de iluminación en las noches, si bien se cuenta con esta en zona urbana, no pasa lo mismo en tramos rurales, por lo que la señalización deberá ser lo suficientemente reflectante y se requerirá de balizamiento para guiar el trayecto del vehículo, en dichos tramos.

5.8 FIRME

Un factor que influye en la seguridad vial y así en el riesgo de ocurrir un accidente es el mal estado del firme de la carretera, debido al deslizamiento del vehículo por falta de adherencia de los neumáticos al firme, también por esquivo de desperfectos, asimismo por frenados bruscos, por tanto, colisiones por alcance e incomodidad en el trayecto del conductor a causa de fisuras o ahuellamientos.

Es normal que el firme presente desgaste debido a inclemencias de la naturaleza y al soporte de tráfico pesado, a consecuencia de esto se pierde la calidad del servicio repercutiendo en los costos de operación, de accidentes y pérdidas de tiempo de viaje.

Respecto a nuestro tramo de estudio, se realizó una inspección visual del estado del firme, el cual presenta un estado adecuado, las condiciones de la vía son buenas, sin embargo, se observan ciertas deficiencias. A continuación, se tiene a detalle algunos de estos casos.

Tabla 10. Detalle de Estado de Firme

Progresiva	Detalle
3+290	

3+450	
10+230	
10+660	

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 10, las fisuras longitudinales se encuentran en gran parte del primer subtramo entre las progresivas 0+200 hasta la 4+900, se observa presencia de grava suelta especialmente a la salida de accesos y al final del tramo de estudio se observan parchados de la capa de rodadura y a su vez deformaciones en estos.

5.9 INTERSECCIONES Y ACCESOS

En este apartado se realizará una descripción del estado actual de intersecciones y accesos, los cuales están dados mediante cruces a nivel a lo largo de la vía, en nuestro caso al tratarse de una carretera convencional el análisis de estos será trascendental para evaluar la seguridad vial, debido al riesgo de accidentes en intersecciones y accesos a causa de disminuciones repentinas de velocidad al momento de realizar maniobras de giro, ángulos cerrados de ingreso al tronco principal, deficiente delineación y falta de visibilidad hacia otros usuarios.



5.9.1 Intersecciones

Dentro del tramo de estudio se tiene las siguientes intersecciones:

Tabla 11. Intersecciones

Intersección	Tipo	Progresiva en el Tramo de Estudio
1	Intersección tipo “T”	0+295
2	Intersección tipo Glorieta	5+320
3	Intersección tipo Glorieta	6+200
4	Intersección tipo “T” compleja	6+920
5	Intersección tipo Glorieta	7+300
6	Intersección tipo Glorieta	8+150
7	Intersección tipo Cruz +	8+390
8	Intersección tipo “T”	9+900

Fuente: Elaboración propia

Intersección 1

La intersección 1, es de tipo “T”, conecta a nivel la calzada principal con la carretera convencional CV-333, con un ángulo de cruce permitido logrando una visibilidad ajustada, esta presenta carriles de giro a izquierda para realizar la maniobra hacia o desde la calzada principal, además está bien canalizada y señalizada con postes flexibles, separando el tráfico ciclista del vehicular en la CV-333.

Cabe mencionar que, al girar en sentido decreciente desde la CV-333 hacia la calzada principal, se tiene un carril de giro opuesto hacia un acceso, lo cual se traduce en una maniobra de riesgo, considerando que no se tiene visibilidad.



Figura 10. Intersección 1

Fuente: Google Earth



Figura 11. Detalle Intersección 1

Fuente: Google Earth

Intersección 2

La intersección 2, es de tipo glorieta, esta conecta con diversas propiedades residenciales, comerciales y agrícolas en la urbanización Mont Ros. Es una intersección con dos carriles en la calzada anular, que permite la reducción de velocidades de vehículos provenientes de alineamientos largos, presenta buena delineación, señalización, visibilidad de cruces peatonales e iluminación adecuada.

Sin embargo, los senderos peatonales no son lo suficientemente anchos para la circulación segura de los mismos. Y se tiene un apartadero para parada de buses al inicio de la intersección lo cual en menor medida podría afectar a la visibilidad de cruce peatonal. Se destaca que todas las patas de la intersección son ortogonales.

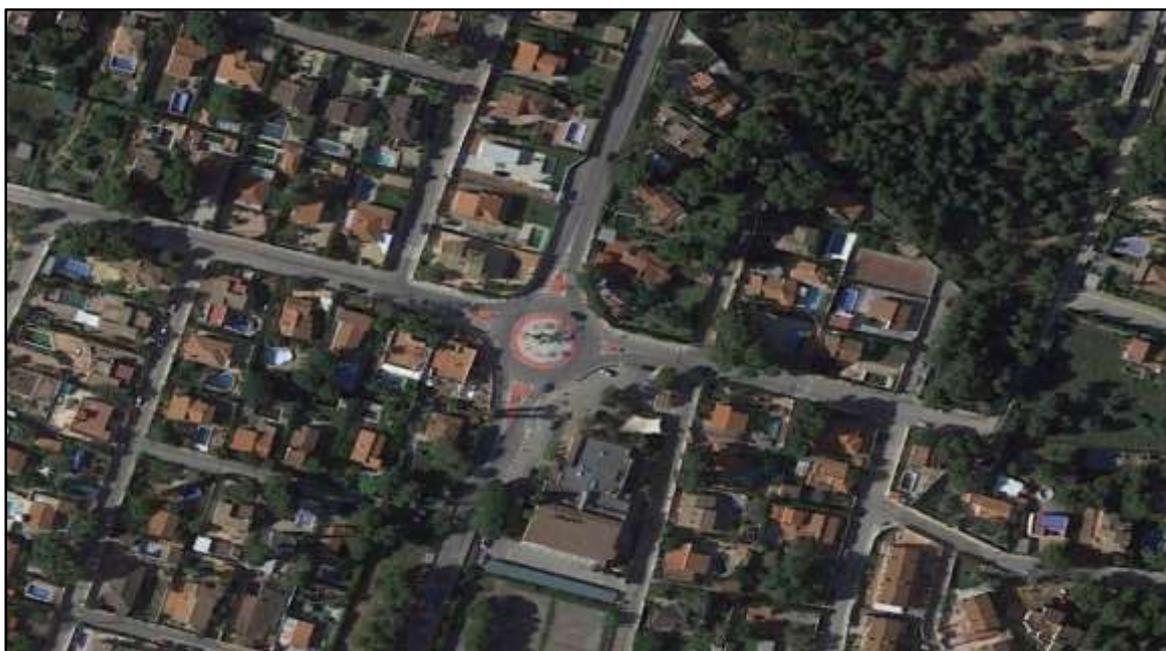


Figura 12. Intersección 2

Fuente: Google Earth



Figura 13. Detalle Intersección 2

Fuente: Elaboración propia

Intersección 3

La intersección 3, es de tipo glorieta, con una calzada anular de dos carriles que da inicio a una zona muy concurrida (zona comercial), así también da acceso a zonas residenciales de la urbanización Corral Nou y zonas agrícolas adyacentes. Por medio de esta intersección se conecta con la carretera convencional CV-315, la cual es una vía que influye de manera significativa en el tráfico vehicular del tramo en estudio con aproximadamente 5,000 a 10,000 veh/día. La intersección presenta una ligera inclinación longitudinal con buena demarcación, canalización de movimientos, visibilidad, iluminación, señalización asimismo presenta senderos peatonales pavimentados anchos para el tránsito de estos, sin embargo, no se observa vallas peatonales para mayor seguridad de peatones. En el sentido decreciente existe una vía de servicio que también ingresa a la calzada anular, lo cual podría generar riesgo de choque lateral al realizar maniobras inadecuadas en el recorrido de la glorieta.



Figura 14. Intersección 3

Fuente: Google Earth



Figura 15. Detalle Intersección 3

Fuente: Elaboración propia

Intersección 4

La intersección 4, es de tipo “T”, esta conecta la vía principal con zonas residenciales, comerciales, así también con la urbanización San Miguel mediante la calle Font de L´or. Presenta una particularidad teniendo una mini glorieta donde convergen 4 accesos y así, se canaliza de mejor manera los movimientos a izquierda y derecha, considerando que existe patas con mayor probabilidad de conflicto. Además, presenta carriles de almacenamiento o espera para maniobras de giro a izquierda, con una buena delineación vial, sin embargo, debido al ángulo de incorporación de las vías hacia la mini glorieta, hace que se dificulte la visibilidad, otro inconveniente es el tiempo de espera que los conductores necesitan para realizar maniobras de giro, porque existe más de dos movimientos prioritarios antes del último movimiento. Se destaca la presencia de vehículos pesados a su paso por la mini glorieta.



Figura 16. Intersección 1

Fuente: Google Earth



Figura 17. Detalle Intersección 1

Fuente: Elaboración propia

Intersección 5

La intersección 5, es de tipo glorieta, esta se encuentra al final de una zona comercial importante y da inicio al poblado de Náquera, brinda acceso a zonas comerciales y residenciales (La Coba), presenta buena señalización y delineación vial con amplios senderos peatonales pavimentados para el tránsito de estos. Sin embargo, al tener dos carriles en su calzada anular con una ligera inclinación descendente, dificulta la visibilidad del trazado, además, consta de 4 patas, una de movimiento conflictivo con ángulo de incorporación cerrado y muy cercano a la otra pata, esto se traduce en una pérdida de visibilidad y dificultad al ingresar a la calzada anular.



Figura 18. Intersección 5

Fuente: Google Earth



Figura 19. Detalle de Intersección 5

Fuente: Elaboración propia

Intersección 6

La intersección 6, es de tipo glorieta, esta presenta 3 patas con una calzada anular de dos carriles, conecta la zona urbana del municipio de Náquera con el tramo principal de estudio, así también conecta con un camino rural de elevada pendiente. Presenta buena delineación, visibilidad hacia peatones con amplios senderos peatonales pavimentados y protegidos con barreras metálicas, buena iluminación nocturna y señalización.

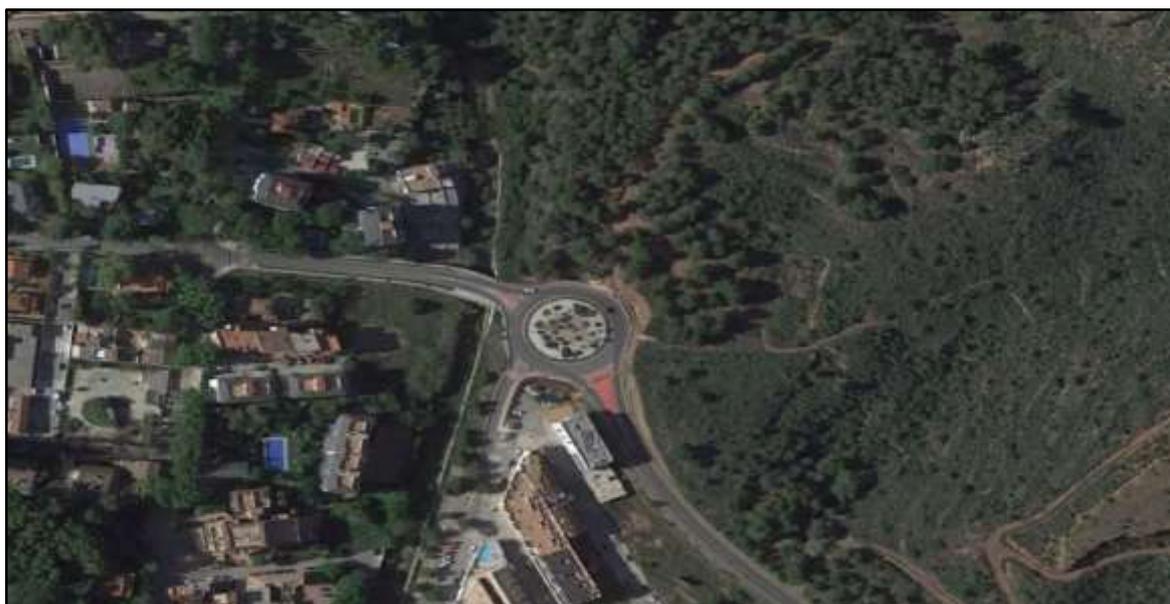


Figura 20. Intersección 6

Fuente: Google Earth



Figura 21. Detalle de Intersección 6

Fuente: Elaboración propia

Intersección 7

La intersección 7, es de tipo cruz, es una intersección típica de zona urbana con 4 patas ortogonales, con cruces peatonales semaforizados y señalizados, así también presenta semaforización vehicular, debido a que los vehículos para seguir el trayecto del tramo de estudio tienen que realizar un giro de 90°, presenta buena iluminación y amplios senderos peatonales pavimentados en las 4 patas de la

intersección, asimismo presenta un carril por sentido en las 4 patas que conectan zonas residenciales.

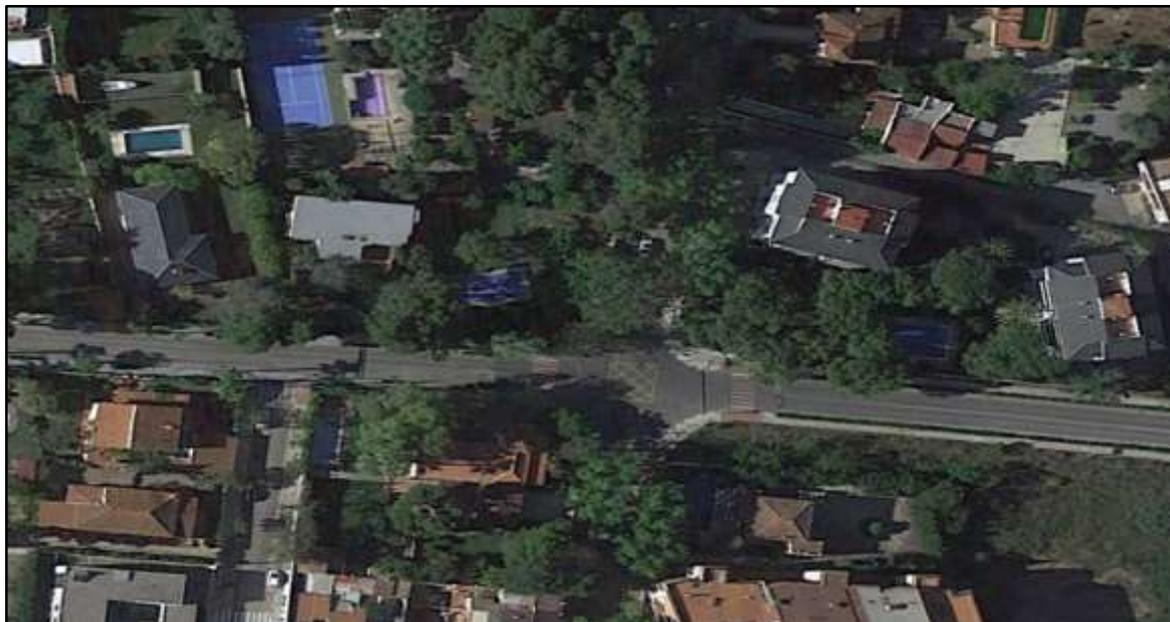


Figura 22. Intersección 7

Fuente: Google Earth



Figura 23. Detalle de Intersección 7

Fuente: Elaboración propia

Intersección 8

La intersección 8, es de tipo “T”, esta conecta con la carretera convencional CV-328, la cual limita y bordea la zona sur del Parque Natural de la Sierra Calderona, además es de bajo volumen de tránsito con una calzada angosta para la circulación de ambos sentidos. La intersección cuenta con canalización de movimientos desde la CV-328 a la CV-310, pero no presenta buena visibilidad ni carril de giro a

izquierda, lo que se traduce en una intersección poco segura, sin embargo, ayuda a contrarrestar esta inseguridad la existencia de barreras de seguridad al borde exterior de la CV-310 o tramo de estudio.



Figura 24. Intersección 8

Fuente: Google Earth



Figura 25. Detalle de Intersección 8

Fuente: Elaboración propia

5.9.2 Accesos

El tramo de estudio que comprende aproximadamente 11 kilómetros, inicia en el municipio de Bétera, atravesando diferentes urbanizaciones de las cuales se

destaca al municipio de Náquera, finalizando en el municipio de Serra. Adyacentes a este recorrido se encuentran diversos asentamientos los cuales se dedican a la actividad agrícola, por lo que se evidencia una conexión mediante accesos, además, existe ciertas intersecciones menores que serán consideradas como accesos debido a su bajo volumen de tránsito y secciones de calzada angostas, la carretera es utilizada por propietarios de fincas privadas, las cuales se encuentran a ambos lados de la vía, podemos encontrar cotos de caza privados, asimismo, adyacente a la carretera se encuentran polígonos industriales, canteras de materiales granulares y empresas de almacenes de materiales de construcción, para lo cual se dispone de accesos. Existe accesos que se encuentran cerrados o son despreciables debido a su inutilidad. A continuación, se detallará mediante una imagen la cantidad de accesos presentes en el tramo de estudio y posteriormente se hará mención a los principales accesos desde un punto de vista de la seguridad vial.



Figura 26. Numeración de Accesos km 0+000 a 1+300 Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth



Figura 27. Numeración de Accesos km 1+300 a 3+200

Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth



Figura 28. Numeración de Accesos km 3+200 a 4+900

Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth



Figura 29. Numeración de Accesos km 4+900 a 7+000

Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth



Figura 30. Numeración de Accesos km 7+000 a 9+000

Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth



Figura 31. Numeración de Accesos km 9+000 a 10+700

Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth

Se presenta a lo largo del tramo de estudio 78 accesos entre caminos agrícolas, pequeñas calles de zona urbana, caminos hacia zona industriales, caminos hacia zona de canteras, propiedades privadas, centros comerciales. A continuación, se detallará los principales accesos y sus respectivas características:

Tabla 12. Detalle de Accesos

Nº	P.K	Característica	Detalle
2	0+195	<ul style="list-style-type: none"> .Accesos a zona industrial .Giro a izquierda peligroso .Visibilidad deficiente .Salida de ciclistas .Cercanía a intersección 	
4	0+725	<ul style="list-style-type: none"> .Acceso a finca privada .Visibilidad de incorporación deficiente 	
7	0+980	<ul style="list-style-type: none"> .Acceso hacia caminos agrícolas sin pavimentar .Visibilidad de incorporación muy reducida .Ancho de sección muy reducido 	
9	1+195	<ul style="list-style-type: none"> .Acceso a caminos agrícolas sin pavimentar .Visibilidad muy reducida .Sección angosta 	
11	1+350	<ul style="list-style-type: none"> .Acceso a Finca privada (cuadra de caballos) .Salida de vehículos pesados .Angulo de incorporación reducido .Invasión de carril contrario en giro a derecha 	



12 y 13	1+620	<ul style="list-style-type: none">.Accesos a caminos agrícolas y zonas residenciales.Acceso 12 sin pavimentar.Parada de servicio público a la salida de acceso 13.Visibilidad reducida	
15	1+800	<ul style="list-style-type: none">.Acceso a propiedad privada y camino agrícola.Acceso a distinta cota rasante de la calzada principal.Visibilidad reducida.Pavimentado deficiente	
17 y 18	1+970	<ul style="list-style-type: none">.Accesos a caminos agrícolas y propiedad privada.Ambos accesos a distinta cota rasante de la calzada principal.Incorporación de acceso 17 sin visibilidad.Incorporación de ambos accesos en tramo curvo.Acceso 18 sin pavimentar	
19 y 20	2+190	<ul style="list-style-type: none">.Accesos hacia zona residencial y camino agrícola.Posibilidad de cruce de toda la calzada principal.Parada de transporte público al inicio del acceso 19	
22	2+315	<ul style="list-style-type: none">.Acceso a propiedad privada.Incorporación sin visibilidad e invadiendo completamente el arcén para ciclistas	

25 y 26	2+935	<p>.Accesos a caminos agrícolas y propiedades privadas .Visibilidad deficiente a causa de vegetación</p>	
27 y 28	3+255	<p>.Acceso 27 hacia caminos agrícolas y propiedades privadas .Acceso 28 hacia cantera y caminos agrícolas .Salida y entrada de vehículos pesados con carga del acceso 28, presencia de gravilla suelta en calzada principal .Maniobra de giro a derecha peligrosa en acceso 28 .Disminución de velocidad repentina en maniobras de giro</p>	
30 y 31	3+865	<p>.Accesos a caminos agrícolas .Ambos accesos a distinta cota rasante de la calzada principal .Ambos accesos sin visibilidad de incorporación .Incorporación de ambos accesos en tramo curvo .Acceso 31 sin pavimentar y con pendiente empinada</p>	
33 y 34	4+140	<p>.Accesos a caminos agrícolas .Ambos accesos sin pavimentar .Maniobras de cruce peligrosas</p>	
36	4+480	<p>.Acceso hacia caminos agrícolas y propiedades privadas .No presenta visibilidad de incorporación .Se encuentra a distinta cota rasante de la calzada principal y en tramo curvo</p>	

37 y 38	4+610	<ul style="list-style-type: none"> .Acceso 37 hacia cantera .Acceso 38 hacia caminos agrícolas y propiedades privadas .Probabilidad de cruce riesgoso de calzada principal .Salida de vehículos pesados de acceso 37 .Acceso 38 con visibilidad deficiente 	
42	5+685	<ul style="list-style-type: none"> .Acceso a propiedades privadas y zona agrícola .Maniobra de incorporación peligrosa .Invasión de arcén antes de giro .Angulo de incorporación muy pequeño .Acceso sin pavimentar 	
43 y 44	5+960	<ul style="list-style-type: none"> .Acceso 43 hacia propiedad privada sin pavimentar a distinta cota rasante de la calzada principal .Acceso 44 hacia propiedad privada, amplio acceso sin pavimentar 	
47	6+340	<ul style="list-style-type: none"> .Acceso a locales comerciales con estacionamiento temporal .Acceso pavimentado en zona urbana 	
48	6+690	<ul style="list-style-type: none"> .Acceso a propiedades privadas y zona residencial .Giro a derecha desde la calzada principal peligroso debido invisibilidad por obstáculo presente 	

53	7+250	<ul style="list-style-type: none"> .Acceso a zona residencial .Acceso con pendiente elevada y sin derecho de paso peatonal 	
56	7+460	<ul style="list-style-type: none"> .Acceso a aparcamientos de zona residencial .Cercanía a cruce peatonal a centros educativos 	
57	7+595	<ul style="list-style-type: none"> .Acceso a zona residencial .Pendiente elevada .Visibilidad deficiente .Un carril angosto 	
58	8+010	<ul style="list-style-type: none"> .Acceso a zona montañosa .Acceso sin pavimentar .Visibilidad obstruida por vegetación .Pendiente elevada 	
59	8+220	<ul style="list-style-type: none"> .Acceso a zona montañosa .Pavimentado deficiente .Acceso en glorieta y pendiente elevada 	

64	8+890	<p>.Acceso a zona residencial .Dificultad al realizar entradas y salidas hacia o desde la calzada principal debido al ancho reducido del acceso</p>	
65	8+990	<p>.Acceso a zona residencial .Incorporación peligrosa, en tramo curvo de calzada principal .Visibilidad deficiente</p>	
66	9+410	<p>.Acceso a zona residencial .Angulo de incorporación cerrado .Visibilidad deficiente .Pendiente elevada .Obstrucción de visibilidad por vegetación</p>	
75 y 76	10+330	<p>.Accesos a propiedades privadas .Acceso 75 con incorporación peligrosa por obstrucción de visibilidad y pendiente elevada .Acceso 76 con visibilidad reducida, salida de vehículos pesados</p>	
78	10+670	<p>.Acceso a zona residencial .Pendiente elevada .Pavimentado deficiente de calzada principal al salir del acceso</p>	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12, se tiene las características de los diferentes accesos a lo largo del tramo de estudio, ya sean accesos a instalaciones de servicios, explotaciones,



zonas residenciales y zonas agrícolas. En cuanto a seguridad vial, la mayor parte de los accesos no presentan visibilidad adecuada, debido a que en el tramo de estudio no existen conexiones para accesos, simplemente estos forman ángulos ortogonales para realizar los giros, por tanto, el vehículo antes de incorporarse a la calzada principal se detiene invadiendo la zona de arcén dedicado para tránsito ciclista (accesos 22 y 42), se aprecia también accesos con pendientes elevadas, incorporaciones en tramos curvos, ángulos de incorporación cerrados y con cota rasante diferente que la calzada principal, lo que hace una maniobra de incorporación insegura (accesos 66, 17 y 34). Asimismo, se tienen accesos consecutivos cercanos en tramos interurbanos que no cumplen con las distancias mínimas entre uno y otro que exige la normativa (C-60=250m y C-40=125m), en este caso la norma 3.1 IC.

6. ANÁLISIS DEL TRAMO DE ESTUDIO

6.1 ANÁLISIS DEL TRAZADO

En el presente apartado, luego de conocer el estado de alineaciones en el punto 5.4, se realizará un análisis del diseño geométrico del tramo de estudio, con objetivo de ver como se adapta la vía a las recomendaciones que imparte la normativa vigente, y así de esta manera verificar el cumplimiento de la misma.

Para el desarrollo de este análisis se utilizó la herramienta Microsoft Excel, es importante mencionar que, un dato indispensable para este análisis es la velocidad de proyecto, como se vio en el apartado 5.4.1, se tiene para el primer subtramo una velocidad de proyecto de 60 km/h (C-60) y para el segundo subtramo 40 km/h (C-40).

6.1.1 Trazado en Planta

6.1.1.1 Rectas

En cuanto a alineaciones rectas la normativa vigente, en este caso la norma 3.1 IC (Ministerio del Fomento, 2016) establece distancias mínimas y máximas que servirán de enlace para curvas, estas distancias vienen dadas por las siguientes expresiones.

$$L_{min,s} = 1,39 \cdot V_p$$

$$L_{min,o} = 2,78 \cdot V_p$$



$$L_{max} = 16,70 \cdot V_p$$

Siendo:

$L_{min,s}$ = Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{min,o}$ = Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).

L_{max} = Longitud máxima (m).

V_p = Velocidad de proyecto del tramo (km/h).

De acuerdo a las expresiones dadas, para los dos subtramos que se tiene en el tramo de estudio las longitudes máximas y mínimas quedaran limitadas por:

Tabla 13. Distancias Mínimas y Máximas en Rectas

V_p (km/h)	$L_{min,s}$ (m)	$L_{min,o}$ (m)	L_{max} (m)
40	56	111	668
60	83	167	1002

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, tenemos la tabla 14 con el análisis del cumplimiento de distancias mínimas y máximas en rectas del tramo de estudio:

Tabla 14. Cumplimiento en Rectas

Datos Característicos de la Carretera					Cumplimiento de Longitud en Rectas			
Parte	PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	V_p (km/h)	Tipo	L_{min} (m)	L_{max} (m)	Cumple
Recta	0+000,000	0+486,409	486.409	60	o	166.8	1002	Si
Recta	0+519,300	1+913,202	1393.902	60	o	166.8	1002	No
Recta	1+995,020	2+567,305	572.285	60	s	83.4	1002	Si
Recta	2+697,497	3+825,375	1127.878	60	o	166.8	1002	No
Recta	3+919,811	4+438,529	518.718	60	s	83.4	1002	Si
Recta	4+498,178	5+238,963	740.785	60	o	166.8	1002	Si
Recta	5+329,389	6+181,747	852.358	40	o	111.2	668	No
Recta	6+241,478	6+444,010	202.532	40	s	55.6	668	Si
Recta	6+539,354	6+913,875	374.522	40	s	55.6	668	Si
Recta	7+001,056	7+275,002	273.947	40	o	111.2	668	Si
Recta	7+402,303	7+435,190	32.887	40	s	55.6	668	No
Recta	7+509,976	7+753,341	243.365	40	o	111.2	668	Si
Recta	7+902,876	8+020,205	117.329	40	s	55.6	668	Si



Recta	8+398,610	8+738,763	340.153	40	s	55.6	668	Si
Recta	8+843,205	8+907,727	64.521	40	s	55.6	668	Si
Recta	9+041,641	9+053,197	11.556	40	s	55.6	668	No (Long. Lim.)
Recta	9+117,291	9+239,418	122.127	40	o	111.2	668	Si
Recta	9+312,178	9+365,127	52.949	40	o	111.2	668	No
Recta	9+450,917	9+545,797	94.88	40	o	111.2	668	No
Recta	9+617,571	9+723,020	105.449	40	s	55.6	668	Si
Recta	9+818,666	10+113,247	294.58	40	o	111.2	668	Si
Recta	10+156,477	10+281,854	125.377	40	s	55.6	668	Si
Recta	10+360,742	10+503,261	142.52	40	s	55.6	668	Si
Recta	10+562,702	10+653,413	90.711	40	o	111.2	668	No
Recta	10+708,907	10+747,943	39.036	40	s	55.6	668	No

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14, se puede apreciar que, 9 alineamientos rectos no cumplen con lo especificado en la norma, de los cuales los alineamientos con progresiva inicial de 0+519, 2+697 y 5+329 presentan longitudes mayores a la máxima, los demás no cumplen porque no llegan a la mínima.

Según la normativa para una velocidad de 40 km/h, la máxima longitud de una recta para ser considerada con longitud limitada es de 30 metros, por tanto, el alineamiento con progresiva inicial 9+041, presenta longitud limitada con 11.55 metros, lo cual aparte de no cumplir con las distancias mínimas, influirá en los radios de los alineamientos curvos adyacentes, estos serán evaluados en el apartado de curvas circulares.

6.1.1.2 Curvas Circulares

En cuanto a curvas circulares la norma vigente 3.1 IC (Ministerio del Fomento, 2016) indica que para la velocidad de proyecto de un tramo homogéneo se tendrá un radio mínimo a considerar, siendo así:

- Para una C-40, el radio mínimo según norma es 50 metros
- Para una C-60, el radio mínimo según norma es 130 metros

También indica, para analizar la disposición de curvas circulares consecutivas enlazadas por una recta mayor que la longitud limitada (30 metros) se tendrá en cuenta para carreteras del grupo 3 que, el radio de salida será mayor al doble del



radio mínimo asociado a la velocidad de proyecto. Y para curvas sin recta intermedia o con recta limitada se tendrá para radios entre 50 y 450 metros un radio de salida dado por:

$$(50/77)*R+7.8 \leq R' < (127/80)*R-14.44$$

Siendo:

R= Radio de entrada

R´= Radio de salida

De esta manera realizaremos el análisis en sentido de ida y vuelta del tramo de estudio.

Tabla 15. Cumplimiento de Radios de Curvas Horizontales

Datos Característicos de la Carretera							Cumplimiento de Radios			
Elemento	PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	Radio (m)	P (%)	Vp (km/h)	Rmin (m)	Rmax (m)	Ida	Vuelta
Curva	0+486,4	0+519,3	32.89	135	7	60				No
Curva	1+913,2	1+995,0	81.81	160	7	60			No	No
Curva	2+567,3	2+697,4	130.19	-260	7	60			Si	Si
Curva	3+825,3	3+919,8	94.43	-225	7	60			No	No
Curva	4+438,5	4+498,1	59.64	220	7	60			No	
Curva	6+444,0	6+539,3	95.34	-570	5.9	40				Si
Curva	6+913,8	7+001,0	87.1	195	7	40			Si	
Curva	7+435,1	7+509,9	74.78	-316	7	40				Si
Clotoide	7+753,3	7+784,5	31.25			40				
Curva	7+784,5	7+857,8	73.28	-80	7	40			No	No
Clotoide	7+857,8	7+902,8	45			40				
Curva	8+020,2	8+138,5	118.33	230	7	40			Si	Si
Curva	8+738,7	8+843,2	104.44	-157	7	40			Si	Si
Clotoide	8+907,7	8+975,6	67.92			40				
Curva	8+975,6	9+024,6	49	53	7	40	73.2	146	No	No
Clotoide	9+024,6	9+041,6	16.98			40				
Curva	9+053,1	9+117,2	64.09	-100	7	40	42.2	69.7	No	Si
Curva	9+239,4	9+312,1	72.7	-320	7	40			Si	Si
Curva	9+365,1	9+450,9	85.79	-155	6.3	40			Si	Si
Curva	9+545,7	9+617,5	71.77	-284	7	40			Si	Si
Curva	9+723,0	9+818,6	95.64	265	7	40			Si	Si
Curva	10+113,2	10+156,4	43.23	150	7	40			Si	Si
Curva	10+281,8	10+360,7	78.88	-200	7	40			Si	Si
Curva	10+503,2	10+562,7	59.44	245	7	40			Si	Si
Curva	10+653,4	10+708,9	55.49	270	7	40			Si	

Fuente: Elaboración propia



Asimismo, respecto al peralte (inclinación transversal en tramos curvos para contrarrestar la fuerza centrífuga de los vehículos al ingresar a las curvas), la norma 3.1 IC indica que, para radios entre 50 y 350 el peralte será de 7% y para radios entre 350 y 2500 el peralte estará dado por " $7-6.65(1-350/R)^{1.9}$ ".

En la tabla 15, todos los alineamientos curvos cumplen con la condición de radio mínimo, ya sea para tramos C-40 y C-60, en relación a la coordinación entre radios consecutivos de entrada y salida, desde la progresiva 0+486 hasta la progresiva 9+053 del sentido de ida, se tiene mayor cantidad de elementos curvos que no presentan relación entre ellos, a diferencia del tramo desde la progresiva 9+239 hasta la progresiva 10+653 que si presenta buena relación entre radios consecutivos. De manera similar ocurre en el sentido de vuelta. Así también se tiene que entre la curva con progresiva 8+975 y 9+053 existe una recta con longitud menor que la limitada (ver tabla 14) por tanto la norma indica que debe existir una relación entre el radio de entrada y salida, ecuación mencionada párrafos anteriores, lo cual no se cumple para estas dos curvas indicadas.

Así también, dentro del análisis se incluyó a clotoides o curvas de transición (pequeños tramos curvos en la transición de recta a curva para comodidad y seguridad de maniobra del conductor), para lo cual la norma 3.1 IC indica, una expresión que representa la forma de la clotoide y viene dada por:

$$R \cdot L = A^2$$

Siendo:

R = Radio de curvatura en un punto cualquiera.

L = Longitud de la curva entre su punto de inflexión ($R = \infty$) y el punto de radio R.

A = Parámetro de la clotoide, característico de la misma.

Así pues, las longitudes de curva de transición y su parámetro correspondiente serán los mayores que cumplan las siguientes limitaciones:

- I. Limitación de la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal
- II. Limitación por transición de peralte
- III. Limitaciones por condiciones de percepción visual



Para mayor información se realizó el análisis de estas limitaciones según las especificaciones en el epígrafe 4.4.3 de la Norma 3.1 IC – Trazado.

A continuación, se tiene la obtención de los parámetros mínimos y máximos en curvas horizontales.

Tabla 16. Cumplimiento de Curvas de Transición

Datos Característicos de la Carretera					Curvas de transición (I,II,III)				
Elemento	PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	A (m)	j	Amin (m)	Lmin (m)	Lmax (m)	Cumple
Curva	0+486,4	0+519,3	32.89						
Curva	1+913,2	1+995,0	81.81						
Curva	2+567,3	2+697,4	130.19						
Curva	3+825,3	3+919,8	94.43						
Curva	4+438,5	4+498,1	59.64						
Curva	6+444,0	6+539,3	95.34						
Curva	6+913,8	7+001,0	87.1						
Curva	7+435,1	7+509,9	74.78						
Clotoide	7+753,3	7+784,5	31.25	50		73.1	66.7	100.1	No
Curva	7+784,5	7+857,8	73.28		0.5				
Clotoide	7+857,8	7+902,8	45	60		73.1	66.7	100.1	No
Curva	8+020,2	8+138,5	118.33						
Curva	8+738,7	8+843,2	104.44						
Clotoide	8+907,7	8+975,6	67.92	60		54.2	55.5	83.38	Si
Curva	8+975,6	9+024,6	49		0.5				
Clotoide	9+024,6	9+041,6	16.98	30		54.2	55.5	83.38	No
Curva	9+053,1	9+117,2	64.09						
Curva	9+239,4	9+312,1	72.7						
Curva	9+365,1	9+450,9	85.79						
Curva	9+545,7	9+617,5	71.77						
Curva	9+723,0	9+818,6	95.64						
Curva	10+113,2	10+156,4	43.23						
Curva	10+281,8	10+360,7	78.88						
Curva	10+503,2	10+562,7	59.44						
Curva	10+653,4	10+708,9	55.49						

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16, se colocó el valor máximo obtenido de las tres limitaciones de parámetro y longitud mínima, asimismo, se colocó el valor de longitud máxima de clotoide, obteniendo que 3 clotoides no cumplen con los parámetros establecidos y solo una clotoide cumple lo establecido en la norma.



6.1.2 Trazado en Alzado

6.1.2.1 Rasantes

El trazado en alzado de una carretera convencional está dado por la combinación de inclinación de rasantes y curvas de acuerdo vertical (cóncavos o convexos). Para carreteras convencionales la norma 3.1 IC – Trazado, indica valores de inclinación máxima y excepcional de rasantes según la velocidad de proyecto, así tenemos:

- Para una C-40, inclinación máxima de 7 % y excepcional de 10 %
- Para una C-60, inclinación máxima de 6 % y excepcional de 8 %

La inclinación de rasante mínima no será menor que 0.5 % y excepcionalmente no menor que 0.2 %.

Por consiguiente, se puede decir que todo nuestro tramo de estudio si cumple con lo establecido, cabe mencionar que existe un pequeño tramo con pendiente de 0.03% que no cumpliría con la inclinación mínima, pero en relación al total de distancia de nuestro tramo de estudio es despreciable. Esto refleja una orografía llana – ondulada debido a que la máxima pendiente es de 7.4%, para apreciar mejor estos valores se hace referencia a la tabla 2 (Elementos Geométricos en Alzado).

6.1.2.2 Acuerdos Verticales

Según la norma 3.1 IC – Trazado, se tiene parámetros mínimos de acuerdos verticales para disponer de distancia de visibilidad de parada y adelantamiento en carreteras convencionales, los cuales vienen dados por los siguientes valores:

Tabla 17. Parámetros Mínimos de Acuerdos Verticales para Visibilidades de Parada y Adelantamiento

Vp	Acuerdo convexo (Kv mínimo con Dp)	Acuerdo convexo (Kv mínimo con Da)	Acuerdo cóncavo (Kv mínimo con Dp)	Acuerdo cóncavo (Kv mínimo con Da)
40	250	300	760	2400
60	800	1200	1650	3600

Fuente: Elaboración propia

Siendo:

- Vp: Velocidad de proyecto
- Dp: Distancia de parada



- Da: Distancia de adelantamiento

Así también se indica por consideraciones de percepción visual que la longitud de la curva de acuerdo será mayor o igual a la velocidad de proyecto.

A continuación, se presenta una tabla con valores de cumplimiento de parámetros establecidos en la normativa.

Tabla 18. Cumplimiento de Acuerdos Verticales

Datos Característicos de la Carretera						Cumplimiento de Acuerdos Verticales		
Vertice	Estación	Longitud (m)	Valor de kv	Acuerdo	Vp (km/h)	Kv Min (Dp)	Kv Min (Da)	(L >= Vp)
1	0+020	-	-	-	60	-	-	
2	0+160	0,760	50	Concavo	60	No	No	No
3	0+400	0,430	-60	Convexo	60	No	No	No
4	1+220	0,385	-70	Convexo	60	No	No	No
5	1+400	0,163	60	Concavo	60	No	No	No
6	1+620	4,586	-500	Convexo	60	No	No	No
7	1+805	87,233	3000	Concavo	60	Si	No	Si
8	2+501	50,612	-2000	Convexo	60	Si	Si	No
9	2+819	3,606	500.0	Concavo	60	No	No	No
10	3+478	18,078	-2000	Convexo	60	Si	Si	No
11	3+793	56,869	3500	Concavo	60	Si	No	No
12	4+472	26,440	-1000	Convexo	60	Si	No	No
13	4+618	46,993	1200	Concavo	60	No	No	No
14	5+693	32,298	-500	Convexo	40	Si	Si	No
15	6+037	300,277	3400	Concavo	40	Si	Si	Si
16	6+656	101,077	-3000	Convexo	40	Si	Si	Si
17	7+345	120,924	-2200	Convexo	40	Si	Si	Si
18	7+575	331,127	4000	Concavo	40	Si	Si	Si
19	8+073	258,832	-5000	Convexo	40	Si	Si	Si
20	8+339	8,976	500	Concavo	40	No	No	No
21	8+681	4,757	-500	Convexo	40	Si	Si	No
22	8+874	39,221	800	Concavo	40	Si	No	No
23	9+010	83,650	-1700	Convexo	40	Si	Si	Si
24	9+180	4,193	60.0	Concavo	40	No	No	No
25	9+200	9,062	-400	Convexo	40	Si	Si	No
26	9+276	13,458	-1400	Convexo	40	Si	Si	No
27	9+543	55,925	2500	Concavo	40	Si	Si	Si
28	9+923	191,323	-2500	Convexo	40	Si	Si	Si
29	10+203	68,400	4000	Concavo	40	Si	Si	Si
30	10+471	66,739	3000	Concavo	40	Si	Si	Si
31	10+747	-	-	-	40	-	-	

Fuente: Elaboración propia



En la tabla 18, se observa los vértices 2, 3, 4, 5 y 24 tienen valores de Kv muy pequeños por lo que no cumplen, esto se debe a imperfecciones en la superficie de la vía, por otra parte, se tienen los vértices 7,11,12,13, y 22 con valores de Kv mucho mayores que los mencionados anteriormente, sin embargo, estos, si presentan problemas de visibilidad.

Asimismo, en cuanto a percepción visual solamente los vértices 7,15,16,17,18,19,23,27,28,29 y 30 cumplen con esta condición, los demás no cumplen y se ven asociados a problemas de visibilidad haciendo referencia a coordinación planta alzado.

6.1.3 Coordinación Planta Alzado

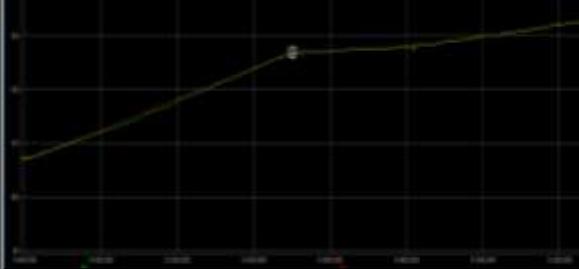
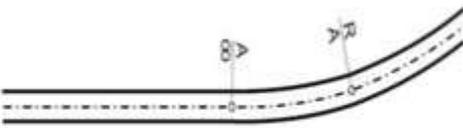
Una vez obtenido el análisis en planta y alzado es necesario verificar la relación entre ambos alineamientos debido a que, si esta relación presentase deficiencias influiría negativamente en la percepción visual del conductor por tanto se ha considera en el estudio realizar el análisis de este apartado.

Se realizó un análisis visual de todo el tramo de estudio encontrando las principales deficiencias en cuanto a lo que indica la norma 3.1 IC – Trazado sobre percepción visual, así se tiene:

- Pérdida de trazado: Desaparición de un tramo de la plataforma en una alineación recta del campo visual del conductor
- Pérdida de orientación: Desaparición total de la plataforma del campo visual del conductor con incertidumbre sobre la posible trayectoria a seguir
- Pérdida dinámica: consiste en la desaparición parcial de la plataforma y en la particular de alguna de sus características que permiten al conductor el guiado del vehículo
- Situaciones combinadas
- Desproporción de elementos

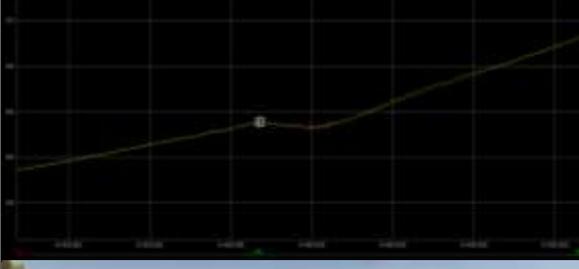
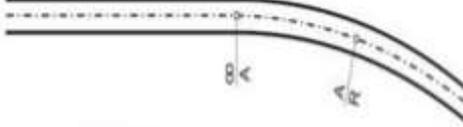
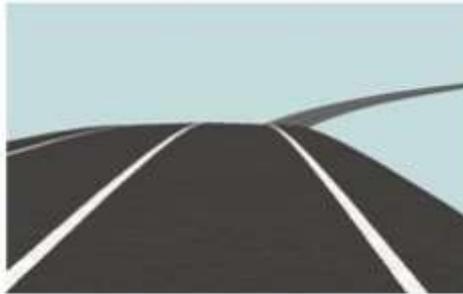
A continuación, se mostrará una comparación de los tramos deficientes con lo que especifica la norma, a manera de comprobación:

Tabla 20. Pérdida de Orientación

Tramo de Estudio Progresiva: 2+500	Norma 3.1 IC - Trazado Deficiencia: Perdida de Orientacion
  	  <p data-bbox="829 795 909 840">DIAGRAMA DE CURVATURAS</p> 

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Pérdida Dinámica y Combinada

Tramo de Estudio Progresiva: 4+550	Norma 3.1 IC - Trazado Deficiencia: Perdida dinamica y combinada
  	  <p data-bbox="829 1639 909 1684">DIAGRAMA DE CURVATURAS</p> 

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Pérdida de Trazado

Tramo de Estudio Progresiva: 5+700	Norma 3.1 IC - Trazado Deficiencia: Pérdida de Trazado

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Pérdida Dinámica y Situación Combinada

Tramo de Estudio Progresiva: 7+500	Norma 3.1 IC - Trazado Deficiencia: Pérdida Dinámica y Situación Combinada

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Pérdida Dinámica Desproporcional

Tramo de Estudio Progresiva: 8+900	Norma 3.1 IC - Trazado Deficiencia: Pérdida Dinámica desproporcional

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Pérdida de Orientación

Tramo de Estudio Progresiva: 10+000	Norma 3.1 IC - Trazado Deficiencia: Pérdida de Orientación

Fuente: Elaboración propia



Se aprecia en las tablas anteriores del apartado coordinación planta alzado, las principales deficiencias, en cuanto a percepción visual, dentro de estas deficiencias existen alineamientos que se superponen como, curvas cóncavas y convexas con curvas horizontales, para lo cual la norma 3.1 IC – Trazado presenta especificaciones:

- Para carreteras con velocidad de proyecto menor o igual a 60 km/h, se cumplirá la condición $Kv=100 \cdot R/p$. si no fuese así, el cociente Kv/R será mayor o igual que 6, siendo “Kv” el parámetro de curvatura, “R” el radio de la curva circular y “p” el peralte. Así se tiene la siguiente tabla:

Tabla 25. Cumplimiento de Coordinación de Planta Alzado

Datos Característicos de la Carretera									Coordinación Planta Alzado		
Vertice	Estación	Pendiente (%)	Longitud (m)	Valor de kv	Acuerdo	Vp (km/h)	Radio (m)	Peralte (%)	$Kv=100 \cdot R/p$	$Kv/R \geq 6$	Cumple
12	4+472,147	1.78	26.44	-1000	Convexo	60	220	7	3142.86	4.55	No
18	7+575,250	-3.44	331.13	4000	Concavo	40	316	7	4518.97	12.65	Si
19	8+073,514	4.84	258.83	-5000	Convexo	40	230	7	3285.71	-21.74	Si
23	9+010,688	5.41	83.65	-1700	Convexo	40	53	7	757.14	-32.08	Si

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25, se observa 4 tramos con presencia de superposición de elementos en planta y alzado, de los cuales solo uno no cumple con lo especificado con la normativa para una eficiente coordinación planta alzado.

6.1.4 Análisis de la Sección Transversal

El tramo de estudio al ser carretera convencional presenta una calzada con un carril de circulación por sentido, sin mediana. A continuación, se recogen datos característicos de la sección transversal y se verifican respecto a lo establecido en la norma 3.1 IC – Trazado (tabla 7.1).

Tabla 26. Cumplimiento de la Sección Transversal

Datos Característicos de la Carretera				Datos de la Normativa para la Sección Transversal					Cumplimiento		
Tramo	Ancho (m)			Vp (Km/h)	Ancho (m)				Carriles	Arcenes	Berma
	PK	Carriles	Arcenes		Carriles	Arcen Interior	Arcen Exterior	Berma			
1ero	0+000 a 6+200	3	1.5	60	3.5	1 - 1.5	1 - 1.5	0.75	No	Aceptable	No presenta
2do	6+200 a 9+240	3	0.3	40	3 - 3.5	0.5 - 1	0.5 - 1	0.5	Aceptable	No	No presenta
3ero	9+240 a 10+747	3	1	40	3 - 3.5	0,5 - 1	0.5 - 1	0.5	Aceptable	Aceptable	No presenta

Fuente: Elaboración propia



En la tabla 26 se observa que, se tiene 3 subtramos caracterizados por presentar similares condiciones de sección transversal, donde el ancho de carril de todo el tramo de estudio es de 3 metros, y en relación a anchos de arcenes es variable.

La norma exige como mínimo anchos de carril de 3.5 metros para carreteras C-60 y para C-40 exige entre 3 a 3.5 metros, por tanto, el primer subtramo no cumple.

En relación a ancho de arcenes la norma exige para carreteras C-60, entre 1 a 1.5 metros y para C-40 entre 0.5 a 1 metros, por tanto, solo el segundo subtramo no cumple.

En todo el tramo de estudio no se tiene Bermas.

Es importante mencionar que, para el primer tramo se tiene ancho de arcén como mínimo de 1 metro, así también se tienen anchos de 1.5 metros en mayor proporción debido al tráfico ciclista, en cambio, para el 3er tramo ocurre lo contrario se tiene un ancho máximo de 1 metro, de igual forma se tiene anchos de 0.5 metros debido a la zona urbana y a la topografía del lugar.

6.2 ANÁLISIS DE VISIBILIDAD

La visibilidad es un factor importante de la seguridad vial, debido a esta, el conductor podrá efectuar maniobras con comodidad y seguridad, existen tipos de visibilidad entre ellas tenemos de parada, de adelantamiento, de decisión y de cruce.

Cabe recalcar que el análisis de visibilidad en rectas, intersecciones, obstáculos en márgenes y curvas horizontales se realizará en el apartado de metodología iRAP, sin embargo, en este apartado sin considerar más importante, se hace un énfasis y se enfoca en la visibilidad de parada en curvas horizontales según lo especificado en la norma 3.1 IC – Trazado.

Según la normativa, la visibilidad de parada tiene que ser mayor o igual que la distancia de parada mínima asociada a la velocidad de proyecto.

6.2.1 Distancia de Parada

Es la distancia recorrida de un vehículo con la obligación de detenerse frente a un obstáculo en su camino. La norma 3.1 IC – Trazado estima dicha distancia mediante la siguiente expresión:



$$D_p = (V \cdot t_p / 3.6) + (V^2 / 254 \cdot (f_i + i))$$

Donde:

D_p = Distancia de Parada (m)

V = Velocidad al inicio de la maniobra de frenado (km/h)

f_i = Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda – pavimento

i = Inclinación de la rasante (%)

t_p = Tiempo de percepción y reacción (s)

El coeficiente de rozamiento estará en función a la velocidad de proyecto en este caso será para C-40=0.432 y para C-60=0.390

El tiempo de percepción y reacción será de 2 segundos

6.2.2 Cumplimiento de la Visibilidad de Parada

Para la verificación de la distancia de visibilidad de parada se tuvieron en consideración las pautas de la normativa en relación a la altura de un obstáculo a 20 cm y altura del punto de vista del conductor a 1.1 metros.

Se calculó la distancia de parada en los tramos con presencia de curvas horizontales, estos valores fueron comparados con el informe de visibilidad arrojado por el software CLIP TOOL S.A al momento de realizar la restitución de la vía, y, así también comparado con valores de visibilidad en tramos curvos obtenidos de una inspección visual en ambos sentidos de circulación de la vía, a partir de la herramienta cuenca visual de Google Earth – Street View (Figura 32). De esta manera se verificó la existencia de visibilidad en curvas horizontales a lo largo del recorrido por la calzada del tramo de estudio.



Figura 32. Visibilidad Mediante Cuenca Visual de Google Earth

Tabla 27. Cumplimiento de Visibilidad en Curvas Horizontales

Datos Característicos de la Carretera				Distancia de Visibilidad de Parada en Curvas Horizontales			
Elemento	PK Inicial	PK Final	Vp (Km/h)	Distancia de Parada (Dp) (m)	Visibilidad Sentido de Ida(m)	Visibilidad Sentido de Vuelta (m)	Cumple
Curva	0+486,409	0+519,300	60	69	311	168	Si
Curva	1+913,202	1+995,020	60	68	113	96	Si
Curva	2+567,305	2+697,497	60	70	173	134	Si
Curva	3+825,375	3+919,811	60	69	159	150	Si
Curva	4+438,529	4+498,178	60	69	132	108	Si
Curva	7+784,591	7+857,876	40	36	115	244	Si
Curva	8+738,763	8+843,205	40	37	51	64	Si
Curva	8+975,651	9+024,660	40	36	145	230	Si
Curva	9+053,197	9+117,291	40	37	42	54	Si
Curva	9+365,127	9+450,917	40	36	50	51	Si
Curva	9+723,020	9+818,666	40	35	126	111	Si
Curva	10+281,854	10+360,742	40	37	37	35	No
Curva	10+503,261	10+562,702	40	36	132	107	Si

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27 se observa que, la curva con progresiva inicial 10+281, no cumple con la visibilidad de parada.



Se tienen 3 curvas (color amarillo) que, si cumplen con la visibilidad de parada, pero con valores ajustados a la distancia mínima, las demás curvas si presentan visibilidad adecuada en el recorrido por el eje de la vía.

6.3 ANÁLISIS DE LA CONSISTENCIA

Dentro de la evaluación de la seguridad vial se considera relevante la consistencia de diseño geométrico de una vía, más aún si es una carretera convencional con una calzada para ambos sentidos de circulación. La consistencia relaciona los factores influyentes en la ocurrencia de accidentes, como son el conductor del vehículo y la infraestructura, mediante expectativas que tiene el conductor al recorrer la geometría de la vía. Una buena consistencia hace que el conductor viaje a una velocidad homogénea, sin que se vean sorprendidos por cambios bruscos de velocidad a causa de una mala configuración del trazado.

Cabe recalcar que, el análisis de consistencia presenta limitaciones, las cuales se presentan en los modelos de estimación de velocidades ya que, se consideran características geométricas del trazado sin contar el entorno de la vía, pavimento y aspectos climatológicos.

Para analizar la consistencia se utilizó las recomendaciones propuestas en la Plataforma Tecnológica Española de la Carretera (Pérez Zuriaga, Camacho Torregrosa, & García Garcia, 2011), en donde hace mención a los criterios de Lamm et al. (1995), específicamente para este proyecto se utilizará el criterio II, para lo cual será necesario estimar las velocidades de operación en alineamientos rectos y curvos como se verán más adelante.

Es importante mencionar que, el parámetro fundamental dentro de la consistencia es la estimación de la velocidad de operación mediante el percentil 85.

6.3.1 Estimación de Velocidades de Operación

6.3.1.1 Estimación de Velocidades de Operación en Curvas

Existen muchos modelos para estimar la velocidad de operación curvas, la mayor parte de estudios tienen como hipótesis que la velocidad de operación a lo largo de toda la curva circular es constante, las variables que influyen significativamente en la estimación de la velocidad de operación en curvas horizontales son el radio

y sus derivados como el grado de curvatura. En este estudio se utilizaron las formulas propuestas por Pérez et al. (2010), en este modelo no se limitaron a estimar la velocidad en el punto medio de la curva, sino que se estima la velocidad de operación mínima en la curva. Es importante mencionar que este modelo está adaptado a carreteras de la Comunidad Autónoma de Valencia.

$$v_{85} = 97,4254 - \frac{3310,94}{R}; \quad 400 \text{ m} < R \leq 950 \text{ m}$$
$$v_{85} = 102,048 - \frac{3990,26}{R}; \quad 70 \text{ m} < R \leq 400 \text{ m}$$

Para radios menores a 70 metros se usará la velocidad específica

$$v_{85} = \sqrt{127 \cdot R \cdot \left(ft + \frac{p}{100} \right)}$$

- V85: Velocidad de operación en curvas
- R: Radio de curva circular
- p: peralte de curva circular
- ft: coeficiente de fricción

6.3.1.2 Estimación de Velocidades de Operación en Rectas

La estimación de velocidades en rectas es más compleja que la de curvas, por presentar otras variables de evaluación como son la sección transversal, entorno de vía, tráfico y geometría de la vía, que son interpretados por el conductor de forma diversa, esto conlleva a que la dispersión de velocidades en rectas sea mayor que en curvas. La variable crítica en la estimación de velocidades de operación en rectas es la longitud de la recta.

Existen tipos de rectas, independientes y dependientes

- Independientes: Con longitud suficiente para que el conductor alcance su velocidad deseada.
- Dependientes: De menor longitud, por tanto, los conductores no llegan a alcanzar la velocidad deseada, por estar condicionados por las alineaciones anterior y posterior.



En este estudio se utilizará el modelo propuesto por Pérez et al. (2010), donde se utilizaron rectas de carácter independiente, en el modelo la velocidad aumenta en relación a la longitud de la recta hasta llegar a la velocidad deseada, además se sabe que el incremento de velocidad sea menor en rectas con curva anterior de radio amplio.

$$v_{85} = v_{85C} + 1 - e^{-\lambda L} \cdot 110 - v_{85C} \quad \lambda = 0,00135 + R - 100 \cdot 7,00625 \cdot 10^{-6}$$

Donde:

- V85: Velocidad de operación en rectas
- V85C: Velocidad de operación de la curva anterior
- R: Radio de la curva circular anterior
- L: Longitud de la recta
- 110: Velocidad deseada

6.3.2 Criterio de Consistencia Local

Como se mencionó anteriormente se utilizará el método propuesto por Lamm et al. (1995), este cuenta con 2 criterios:

- Criterio I: Comparación entre la velocidad de proyecto y la de operación
- Criterio II: Comparación entre velocidades de operación entre elementos consecutivos del trazado

Utilizaremos el criterio II, debido a que es el que más se asemeja a la realidad.

Tabla 28. Criterios de Consistencia de Lamm

Nivel de Consistencia	Criterio I (km/h)	Criterio II (km/h)
Buena	$ V85-Vd \leq 10$	$ V85i-V85i+1 \leq 10$
Aceptable	$10 < V85-Vd \leq 20$	$10 < V85i-V85i+1 \leq 20$
Pobre	$ V85-Vd > 20$	$ V85i-V85i+1 > 20$

Fuente: Criterio I y II de Lamm

- V85: Velocidad de operación
- Vd: Velocidad de proyecto

A continuación, se muestra una tabla con el cálculo de velocidades de operación para curvas y rectas, así también la diferencia de velocidades entre elementos consecutivos y por tanto el nivel de consistencia para cada elemento geométrico.



Tabla 29. Cálculo de la Consistencia de Diseño

Elemento	Datos Característicos de la Carretera					Sentido Creciente				Sentido Decreciente			
	PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	Radio (m)	Vp (km/h)	λ	V85 (Km/h)	ΔV	Consistencia	λ	V85 (Km/h)	ΔV	Consistencia
Recta	0+000,000	0+486,409	486.4		60	-	80.00	7.51	Buena	0.001595	92.74	-	
Curva	0+486,409	0+519,300	32.9	135	60		72.49	33.45	Pobre		72.49	20.24	Pobre
Recta	0+519,300	1+913,202	1393.9		60	0.001595	105.94	28.83	Pobre	0.001770	107.21	34.72	Pobre
Curva	1+913,202	1+995,020	81.8	160	60		77.11	20.95	Pobre		77.11	30.10	Pobre
Recta	1+995,020	2+567,305	572.3		60	0.001770	98.06	11.36	Aceptable	0.002471	104.34	27.23	Pobre
Curva	2+567,305	2+697,497	130.2	-260	60		86.70	21.86	Pobre		86.70	17.63	Aceptable
Recta	2+697,497	3+825,375	1127.9		60	0.002471	108.56	24.25	Pobre	0.002226	107.91	21.21	Pobre
Curva	3+825,375	3+919,811	94.4	-225	60		84.31	17.59	Aceptable		84.31	23.60	Pobre
Recta	3+919,811	4+438,529	518.7		60	0.002226	101.90	17.99	Aceptable	0.002191	101.63	17.31	Aceptable
Curva	4+438,529	4+498,178	59.6	220	60		83.91	20.94	Pobre		83.91	17.72	Aceptable
Recta	4+498,178	5+238,963	740.8		60	0.002191	104.85	-		-	80	3.91	Buena
Recta	5+329,389	6+181,747	852.4		40	-	-	-		-	-	-	
Recta	6+241,478	6+444,010	202.5		40	-	80.00	11.62	Aceptable	0.004643	102.82	-	
Curva	6+444,010	6+539,354	95.3	-570	40		91.62	15.15	Aceptable		91.62	11.20	Aceptable
Recta	6+539,354	6+913,875	374.5		40	0.004643	106.77	25.18	Pobre	0.002016	96.64	5.03	Buena
Curva	6+913,875	7+001,056	87.2	195	40		81.59	12.06	Aceptable		81.59	15.06	Aceptable
Recta	7+001,056	7+275,002	273.9		40	0.002016	93.64	-		-	80	1.59	Buena
Recta	7+402,303	7+435,190	32.9		40	-	80.00	9.43	Buena	0.002866	91.28	-	
Curva	7+435,190	7+509,976	74.8	-316	40		89.43	10.33	Aceptable		89.43	1.85	Buena
Recta	7+509,976	7+753,341	243.4		40	0.002866	99.76	47.59	Pobre	0.001210	66.92	22.51	Pobre
Clotoide	7+753,341	7+784,591	31.3		40		-	-			-	-	
Curva	7+784,591	7+857,876	73.3	-80	40		52.17	7.65	Buena		52.17	14.75	Aceptable
Clotoide	7+857,876	7+902,876	45.0		40		-	-			-	-	
Recta	7+902,876	8+020,205	117.3		40	0.001210	59.82	24.88	Pobre	0.002261	90.59	38.42	Pobre
Curva	8+020,205	8+138,540	118.3	230	40		84.70	-			84.70	5.89	Buena
Recta	8+398,610	8+738,763	340.2		40		80.00	3.37	Buena	0.001749	91.60	-	
Curva	8+738,763	8+843,205	104.4	-157	40		76.63	3.56	Buena		76.63	14.96	Aceptable
Recta	8+843,205	8+907,727	64.5		40	0.001749	80.19	39.17	Pobre	0.001021	45.42	31.21	Pobre
Clotoide	8+907,727	8+975,651	67.9		40		-	-			-	-	
Curva	8+975,651	9+024,660	49.0	53	40		41.02	0.81	Buena		41.02	4.40	Buena
Clotoide	9+024,660	9+041,641	17.0		40		-	-			-	-	
Recta	9+041,641	9+053,197	11.6		40	0.001021	41.83	20.63	Pobre	0.001356	63.20	22.17	Pobre
Curva	9+053,197	9+117,291	64.1	-101	40		62.46	7.25	Buena		62.46	0.74	Buena
Recta	9+117,291	9+239,418	122.1		40	0.001356	69.71	19.87	Aceptable	0.002891	95.65	33.20	Pobre
Curva	9+239,418	9+312,178	72.8	-320	40		89.58	2.90	Buena		89.58	6.08	Buena
Recta	9+312,178	9+365,127	52.9		40	0.002891	92.48	16.17	Aceptable	0.001735	79.26	10.32	Aceptable
Curva	9+365,127	9+450,917	85.8	-155	40		76.30	5.12	Buena		76.30	2.96	Buena
Recta	9+450,917	9+545,797	94.9		40	0.001735	81.42	6.60	Buena	0.002643	92.90	16.59	Aceptable
Curva	9+545,797	9+617,571	71.8	-285	40		88.02	5.35	Buena		88.02	4.87	Buena
Recta	9+617,571	9+723,020	105.4		40	0.002643	93.37	6.38	Buena	0.002506	92.33	4.31	Buena
Curva	9+723,020	9+818,666	95.6	265	40		86.99	12.01	Aceptable		86.99	5.34	Buena
Recta	9+818,666	10+113,247	294.6		40	0.002506	99.00	23.56	Pobre	0.001700	89.06	2.07	Buena
Curva	10+113,247	10+156,477	43.2	150	40		75.45	6.63	Buena		75.45	13.61	Aceptable
Recta	10+156,477	10+281,854	125.4		40	0.001700	82.08	0.02	Buena	0.002051	88.42	12.98	Aceptable
Curva	10+281,854	10+360,742	78.9	-200	40		82.10	7.07	Buena		82.10	6.33	Buena
Recta	10+360,742	10+503,261	142.5		40	0.002051	89.17	3.40	Buena	0.002366	92.70	10.61	Aceptable
Curva	10+503,261	10+562,702	59.4	245	40		85.77	4.68	Buena		85.77	6.94	Buena
Recta	10+562,702	10+653,413	90.7		40	0.002366	90.45	3.18	Buena	0.002541	91.95	6.18	Buena
Curva	10+653,413	10+708,907	55.5	270	40		87.27	2.15	Buena		87.27	4.68	Buena
Recta	10+708,907	10+747,943	39.0		40	0.002541	89.42	-		-	80	7.27	Buena

Fuente: Elaboración propia

- ΔV : Diferencia entre velocidades de operación de elementos consecutivos.



En la tabla 29 se observa que, a partir del inicio del tramo hasta el kilómetro 4+500, se tiene una consistencia entre pobre y aceptable, algo muy parecido ocurre en el sentido decreciente, por tanto, este tramo se considera inconsistente debido a sus extensas rectas mayores a 1 kilómetro y radios no muy amplios acorde a dichas rectas.

A partir del tramo 8+700 hasta el final se tiene una consistencia entre buena y aceptable, con gran proporción de consistencia buena, tanto para el sentido creciente como decreciente, si bien es cierto este tramo es más sinuoso que el mencionado en el párrafo anterior, pero presenta radios proporcionales a longitudes de rectas consecutivas, a excepción de solamente 3 elementos geométricos con inconsistencia, esto refleja un trazado más armonioso que el primero.

Del tramo 4+500 a 8+700, es considerado como zona urbana debido a presencia de glorietas, intersecciones, zonas comerciales y residenciales, por lo que los vehículos estarán condicionados a estos factores sin desarrollar velocidades a flujo libre, por tanto, no se hace énfasis en cuanto a consistencia de dicho tramo.

Se realizará una comparación entre los resultados obtenidos en este apartado y los resultados obtenidos de la evaluación iRAP en el apartado de diagnóstico de la consistencia.

6.4 ANÁLISIS DE TRÁFICO

En el presente apartado se realiza el análisis de tráfico de todo el tramo de estudio, para lo cual se ha visto conveniente analizarlo en 3 subtramos, debido a que el tráfico no es el mismo a lo largo de todo el tramo de estudio. Para esto, se tienen datos de volúmenes de tráfico actualizados al año 2018 para cada subtramo, así también datos suministrados por estaciones de control afines, obtenidos del Libro de Aforos (2018) (Area de Carreteras de la Diputación Provincial de Valencia).

Tabla 30. Subtramos para Análisis de Tráfico

Subtramo	Progresiva	Estación	Tipo	IMD (Vh/d)	% Pesados	% Motos
1	0+000 a 6+170	310040	Cobertura	5830	1.33	2.25
2	6+200 a 7+350	310050	Cobertura	10647	1.78	3.77
3	7+350 a 10+750	310060	Cobertura	3479	0.46	1.65

Fuente: Elaboración propia en base al Libro De Aforos 2018

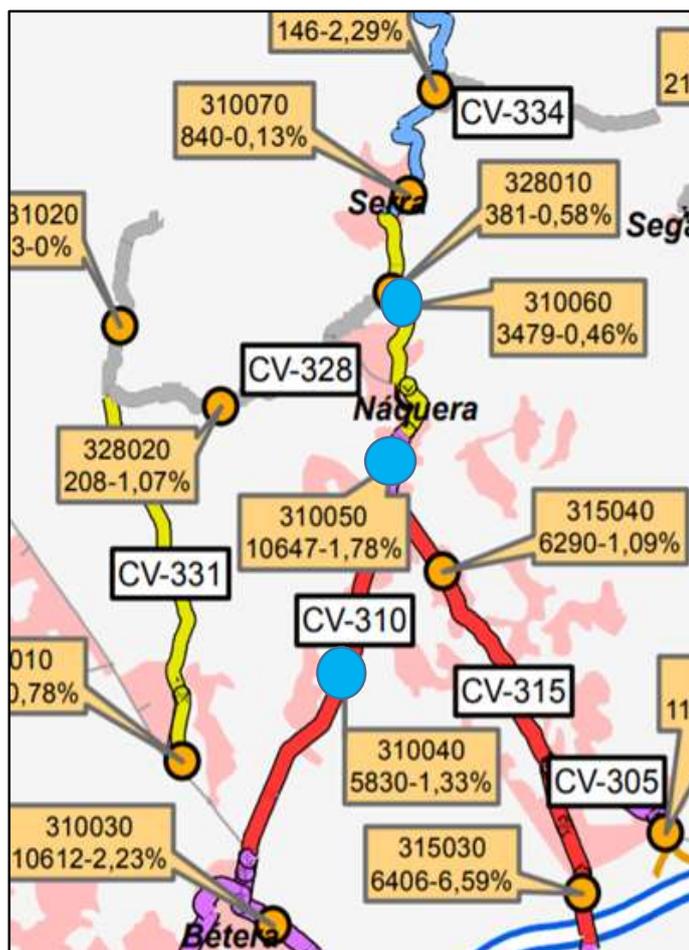


Figura 33. Datos y Ubicación de Estaciones de Aforo en nuestro Tramo de Estudio

Fuente: Elaboración propia en base al Mapa de Tráfico 2018

En la imagen 33 recopilada del mapa de Tráfico (Area de Carreteras de la Diputación Provincial de Valencia, 2018b), se observa el tramo de estudio comprendido entre Bétera y Serra, con la ubicación de las estaciones y datos de aforo en el año 2018, para cada sub tramo (puntos de color celeste), en este caso 3 estaciones de aforo mencionadas en la tabla 30. También se tiene en cuenta los



volúmenes de tráfico de carreteras que intersectan con nuestro tramo de estudio, así son la CV-333, CV-315 y CV-328.

Es importante mencionar los datos históricos de cada estación de los subtramos para ver cómo ha ido evolucionando al pasar los años.

Tabla 31. Datos Históricos

Estación 310040	IMD-2017:	5.542 vh/d	Pesados:	1,45 %
	IMD-2016:	5.099 vh/d	Pesados:	1,44 %
	IMD-2015:	4.962 vh/d	Pesados:	1,38 %
	IMD-2014:	6.316 vh/d	Pesados:	1,15 %
	IMD-2013:	5.029 vh/d	Pesados:	1,69 %
	IMD-2012:	5.510 vh/d	Pesados:	1,85 %
Estación 310050	IMD-2017:	10.256 vh/d	Pesados:	1,74 %
	IMD-2016:	11.951 vh/d	Pesados:	1,78 %
	IMD-2015:	9.231 vh/d	Pesados:	1,93 %
	IMD-2014:	9.114 vh/d	Pesados:	2,24 %
	IMD-2013:	9.115 vh/d	Pesados:	2,28 %
	IMD-2012:	10.682 vh/d	Pesados:	1,98 %
Estación 310060	IMD-2017:	3.194 vh/d	Pesados:	0,57 %
	IMD-2016:	3.710 vh/d	Pesados:	0,74 %
	IMD-2015:	2.837 vh/d	Pesados:	0,75 %
	IMD-2014:	2.795 vh/d	Pesados:	0,79 %
	IMD-2013:	2.880 vh/d	Pesados:	1,67 %
	IMD-2012:	3.844 vh/d	Pesados:	0,88 %

Fuente: Elaboración propia en base al Libro de Aforos 2018

De la tabla 31, se observa en la estación 310040 que el IMD desde el año 2012 fue variable, no fue en crecimiento progresivo, teniendo su valor más alto en el año 2014 con 6316 vh/d, respecto a los vehículos pesados, este porcentaje inicia con su mayor valor de 1.85% y bajo hasta su valor más pequeño en el 2014 con 1.15%, desde el 2014 asciende progresivamente el porcentaje hasta 1.45 %, puede deberse esta situación a nuevas canteras de materiales granulares.



La estación 310050 presenta altibajos, del año 2015 al 2016 se genera el mayor valor de IMD con 11951 vh/d, existiendo un cambio significativo a diferencia de los otros años, en relación a vehículos pesados desde el año 2013 que fue su pico más alto, ha ido disminuyendo hasta llegar a 1.74 % en el 2017.

La estación 310060 presenta su pico más alto de IMD en el año 2012 con 3844 vh/d, en relación a vehículos pesados se tiene un mínimo porcentaje, siendo el mayor porcentaje en el año 2013 con 1.67%.

Se aprecia tanto en la estación 310050 y 310060 que del año 2016 al 2016 existe un incremento significativo del IMD.

Ahora bien, como se obtuvo datos de IMD hasta el año 2018, se realizará una estimación hasta el año 2039 (20 años), de acuerdo a lo indicado en la norma 3.1 IC – Trazado, por tanto, se utilizará el IMD del año 2019 para realizar el cálculo de nivel de servicio de los 3 subtramos de vía, así también se realizará el cálculo de nivel de servicio para el año horizonte (2039), para comparar dicho valor con lo especificado en la tabla 7.1 de la norma 3.1 IC – Trazado.

6.4.1 Estimación de Tráfico

En este apartado se utiliza los incrementos de tráfico proporcionados por la Orden FOM/3317/2010 (Ministerio de Fomento, 2010)

Tabla 32. Incrementos de Tráfico para Estimaciones

Periodo	Incremento Anual Acumulativo
2010 – 2012	1.08 %
2013 – 2016	1.12 %
2017 en adelante	1.44 %

Fuente: Elaboración propia en base a la ORDEN FOM/33/2010

Ahora se procede a estimar el tráfico para cada subtramo tomando en cuenta los datos de aforo vistos en la figura 33, siendo el último el del 2018, se utilizará la siguiente expresión:

$$IMD = IMD_i * (1+i)^n$$



Donde:

- IMD: Índice medio diario del año requerido
- IMDi: Índice medio diario del año inicial
- i: Tasa de crecimiento anual en porcentaje
- n: Número de años transcurridos desde el año inicial en este caso 2018

Así tenemos de los 3 subtramos lo siguiente:

Tabla 33. Estimación de Tráfico - Estación

310040

ESTIMACION DE TRÁFICO A FUTURO (ESTACION 310040 - 1ER SUB TRAMO)		
AÑO	IMD	IMD PESADOS
2018	5830	78
2019	5914	79
2020	5999	80
2039	7872	105

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Estimación de Tráfico - Estación

310050

ESTIMACION DE TRÁFICO A FUTURO (ESTACION 310050 - 2DO SUB TRAMO)		
AÑO	IMD	IMD PESADOS
2018	10647	190
2019	10800	192
2020	10956	195
2039	14375	256

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Estimación de Tráfico - Estación

310060

ESTIMACION DE TRÁFICO A FUTURO (ESTACION 310060 - 3ER SUB TRAMO)		
AÑO	IMD	IMD PESADOS
2018	3479	16
2019	3529	16
2020	3580	16
2039	4697	22

Fuente: Elaboración propia

6.4.2 Nivel de Servicio

En este apartado calcularemos el nivel de servicio para cada subtramo mencionado anteriormente, para lo cual se utilizará el método propuesto en el Manual de Capacidad de la TRB (Transportation Research Board) cuya última edición es el HCM (Highway Capacity Manual, 2010).

Antes de hallar el nivel de servicio conoceremos una característica muy importante en estudio de tráfico como es la capacidad de una vía, este término hace referencia a la máxima intensidad que puede atravesar una sección de vía o un elemento viario, durante un tiempo determinado en condiciones de la misma vía, puede ser variable en función de la geometría y demanda de tráfico.



Las condiciones ideales de tráfico de una carretera para alcanzar su máximo valor de capacidad son:

- Anchura de carril igual o superior a 3.6m
- Arcenes despejados con anchura igual o superior a 1.8m
- 0% de zona de prohibido adelantar
- Solo vehículos ligeros
- Terreno llano
- Densidad de accesos: 5 accesos por kilometro
- Sin restricciones de la circulación (intersecciones semaforizados, vehículos que giran etc.)

Por tanto, la capacidad en condiciones ideales será de 3200 vehículos ligeros equivalentes por hora en la calzada completa, y 1700 vehículos ligeros equivalentes por hora en cada carril.

Así teniendo en cuenta la capacidad de una vía se define nivel de servicio de una vía, siendo este una medida cualitativa del funcionamiento de un elemento viario, por medio de este se hace una valoración de la calidad de la circulación por parte de los usuarios en cuanto a fluidez, comodidad, seguridad, velocidad, tiempo de recorrido y costos de operación. Para hacerlo más practico el Manual de Capacidad (HCM 2010) presenta una nomenclatura para clasificar los diferentes niveles de servicio que se pueden presentar en una vía.

Tabla 36. Niveles de Servicio Según el HCM 2010

Nivel de Servicio	Circulación
A	Fluida
B	Estable a alta velocidad
C	Estable
D	Casi inestable
E	Inestable
F	Forzada

Fuente: Elaboración propia en base a HCM 2010

El manual de capacidad HCM, menciona dos clases para evaluar carreteras convencionales, la primera se trata de conductores que esperan viajar a



velocidades elevadas, y la segunda lo contrario, en nuestro caso el tramo de estudio a evaluar será de clase II porque los conductores no esperan viajar a velocidades elevadas, debido a tramos sinuosos, con presencia de alto número de ciclistas, zona urbana presente.

Para hallar el nivel de servicio el manual de capacidad tiene la siguiente tabla en función de ciertas variables y según la clase de carretera, específicamente para carreteras de clase II, el nivel de servicio estará relacionado con el porcentaje de tiempo en cola PTSF (%)

Tabla 37. Tabla para Hallar el Nivel de Servicio Según el HCM

LOS	Carreteras Clase I		Carreteras Clase II	Carreteras Clase III
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	PTSF (%)	PFFS (%)
A	> 55	<= 35	<= 40	> 91.7
B	50 - 55	35 - 50	40 - 55	83.3 - 91.7
C	45 - 50	50 - 65	55 - 70	75 - 83.3
D	40 - 45	65 - 80	70 - 85	66.7 - 75
E	<= 40	> 80	> 85	<= 66.7
F	Demanda de tráfico excede la capacidad			

Fuente: Elaboración propia en base al HCM 2010

Donde:

- ATS: Es la velocidad media de recorrido, representa la movilidad y es el cociente entre la longitud del segmento y el tiempo medio de recorrido
- PTSF: Es el porcentaje de tiempo en cola, representa la comodidad del viaje y libertad de elección de la velocidad, así también es el porcentaje medio del tiempo en que los vehículos circulan en pelotones detrás de vehículos lentos a causa de no poder adelantar. Esta variable es difícil de medir en campo por lo que se aproxima al porcentaje de circulación en pelotones con intervalo inferior a 3 segundos.
- PFFS: Es el porcentaje de velocidad libre, representa la capacidad de circular con velocidad cercana al límite de velocidad, es el cociente entre la velocidad media de recorrido y la velocidad límite
- LOS: Nivel de servicio



Debido a que nuestro tramo de estudio es de clase II, se seguirán los siguientes pasos para hallar el nivel de servicio.

- Estimar la velocidad de flujo libre (FFS)
- Ajustar la demanda para estimar el porcentaje de tiempo en cola (PTSF)
- Estimar el porcentaje de tiempo en cola (PTSF)
- Determinar el nivel de servicio

Para los cálculos realizados se usará un reparto de tráfico por sentidos siendo 50% para ida y 50% para vuelta. Asimismo, se utilizarán las siguientes tablas con datos recopilados del (Manual de Capacidad HCM, 2010).

En relación a la estimación de la velocidad de flujo libre:

Tabla 38. Factor Densidad de Accesos (F_a)

Densidad de Accesos (accesos por kilómetro) (ambas direcciones)	Reducción de la Velocidad Libre (Km/h)
0	0
6	4
12	8
18	12
≥ 25	16

Fuente: Elaboración propia en base al HCM 2010

Tabla 39. Factor Sección Transversal (F_{ts})

Anchura de Carril (m)	Reducción de la Velocidad Libre (km/h)			
	Anchura de Arcén (m)			
	0 a 0.6	0.6 a 1.2	1.2 a 1.8	≥ 1.8
2.7 a 3	10.3	7.7	5.6	3.5
3 a 3.3	8.5	6	3.9	1.8
3.3 a 3.6	7.6	4.8	2.7	0.6
≥ 3.6	6.8	4.2	2.1	0

Fuente: Elaboración propia en base al HCM 2010

En relación al ajuste de intensidades de demanda para estimar el (%) de tiempo en cola:



Tabla 40. Factor de Pendiente (Fg, PTSF)

Intensidad Direccional (veh/h)	Tipo de Terreno	
	Llano o Pendiente Específica	Ondulado
<= 100	1	0.73
200	1	0.8
300	1	0.85
400	1	0.9
500	1	0.96
600	1	0.97
700	1	0.99
800	1	1
>= 900	1	1

Fuente: Elaboración propia en base al HCM 2010

Tabla 41. Factor de Pesados (Fhv, PTSF)

Tipo de Vehículo	Intensidad Direccional (veh/h)	Tipo de Terreno	
		Llano o Pendiente Específica	Ondulado
Camiones, Et	<= 100	1.1	1.9
	200	1.1	1.8
	300	1.1	1.7
	400	1.1	1.6
	500	1	1.4
	600	1	1.2
	700	1	1
	800	1	1
	>= 900	1	1
Recreativos, Er	Todos	1	1

Fuente: Elaboración propia en base al HCM 2010

En relación a la estimación del (%) de tiempo en cola:

Tabla 42. Coeficientes "a" y "b"

Intensidad en Dirección Opuesta (pc/h)	Coeficiente "a"	Coeficiente "b"
<= 200	-0.0014	0.973
400	-0.0022	0.923
600	-0.0033	0.87
800	-0.0045	0.833



1000	-0.0049	0.829
1200	-0.0054	0.825
1400	-0.0058	0.821
>= 1600	-0.0062	0.817

Fuente: Elaboración propia en base al HCM 2010

Tabla 43. Factor de Prohibición de Adelantamiento ($F_{np,PTSF}$)

Intensidad Total, Ambas Direcciones (pc/h)	Incremento de % Tiempo en Cola					
	Tramos con Prohibición de Adelantamiento (%)					
	Division Direccional 50/50					
	0	20	40	60	80	100
<= 200	9	29.2	43.4	49.4	51	52.6
400	16.2	41	54.2	61.6	63.8	65.8
600	15.8	38.2	47.8	53.2	55.2	56.8
800	15.8	33.8	40.4	44	44.8	46.6
1400	12.8	20	23.8	26.2	27.4	28.6
2000	10	13.6	15.8	17.4	18.2	18.8
2600	5.5	7.7	8.7	9.5	10.1	10.3
3200	3.3	4.7	5.1	5.5	5.7	6.1

Fuente: Elaboración propia en base al HCM 2010

Ahora bien, se hallarán las variables necesarias para el cálculo del nivel de servicio.

6.4.2.1 Estimación de la Velocidad en Flujo Libre

Se usa la siguiente expresión:

$$FFS = BFFS \cdot fls \cdot fa$$

Donde:

- FFS: Velocidad de flujo libre
- BFFS: Velocidad de flujo libre base, se considera como la velocidad de proyecto.
- Fls: Factor de sección transversal en relación a anchura de carril y arcén
- Fa: Factor densidad de accesos

Subtramo 1

Así tenemos, como velocidad de flujo libre base “BFFS” como 60 km/h. Para hallar el “Fa”, un total de 5 accesos por kilómetro en el 1er subtramo, por tanto, se interpola en la tabla 38 y se obtiene el factor de densidad de accesos como 3.

Para hallar el “Fls”, se tiene ancho de carril de 3 metros y ancho de arcén de 1.5



metros, por tanto, de la tabla 39 se obtiene el factor de sección transversal como 3.9.

Reemplazando valores obtenemos el "FFS" igual a 53 km/h.

Subtramo 2

La velocidad de flujo libre base "BFFS" será de 40 km/h. El "Fa" será 5.33, debido a que se tiene 8 accesos por kilómetro y se interpola en la tabla 38. El "Fls" será de 8.5, debido a que se tiene un ancho de carril de 3 metros y ancho de arcén de 0.5 metros.

Reemplazando valores obtenemos el "FFS" igual a 26 km/h.

Subtramo 3

La velocidad de flujo libre base "BFFS" para este subtramo será de 40 km/h. El "Fa" será 3, debido a presentarse 4 accesos por kilómetro, lo cual se interpola en la tabla 38. El "Fls" será 6, reemplazando en la tabla 39 el ancho de carril de 3 metros y ancho de arcén de 1 metro.

Reemplazando valores obtenemos el "FFS" igual a 31 km/h.

6.4.2.2 Intensidades de Demanda para % de Tiempo en Cola

Se usará la siguiente expresión:

$$V_{i,PTSF} = V_i / (PHF * F_{g,PTSF} * F_{hv,PTSF})$$

Donde:

- $V_{i,PTSF}$: Intensidad de demanda para % de tiempo en cola en la dirección de análisis (pc/h).
- V_i : Intensidad de demanda en la dirección de análisis (veh/h).
 - Para hallar la intensidad de demanda en la dirección de análisis, se considera que el tráfico es igual en ambos sentidos.
- PHF: Factor de hora punta
 - Carretera rural: 0.9
 - Carretera suburbana: 0.95
- $F_{g,PTSF}$: Factor de pendiente para % de tiempo en cola, a mayor pendiente mayor número de vehículos equivalentes.
- $F_{hv,PTSF}$: Factor de pesados para % de tiempo en cola, a mayor número de pesados mayor número de vehículos equivalentes.

$$F_{hv,PTSF} = 1 / (1 + P_t(E_t - 1) + P_r(E_r - 1))$$



- Pt: Porcentaje de pesados
- Et: Factor de equivalencia de pesados
- Pr: Porcentaje de vehículos recreativos
- Er: Factor de equivalencia de vehículos recreativos

Subtramo 1

Se tiene un IMD de 5914 veh/día (tabla 33), ahora para hallar la intensidad de demanda en la dirección de análisis se considera un IHP de 0.15, por tanto, se obtiene una intensidad de demanda de 887 veh/h, y por dirección de análisis 444 veh/h. El factor de hora punta se considera 0.9 por estar en tramo rural. El "Fg" será 1, debido a estar en terreno llano (tabla 40). El "Fhv" será 0.99, debido a que se tiene un porcentaje de pesados de 1.34%, un factor de equivalencia de pesados según la interpolación en la tabla 41 de 1.056, no se consideran vehículos recreativos.

Reemplazando valores obtenemos una intensidad de demanda para % de tiempo en cola en una dirección de análisis de, 493 vehículos equivalentes/h.

Subtramo 2

Se tiene un IMD de 10800 veh/día (tabla 34), para hallar la intensidad de demanda en la dirección de análisis se considera un IHP de 0.15, por tanto, se obtiene una intensidad de demanda de 1620 veh/h, y por dirección de análisis 810 veh/h. El factor de hora punta será de 0.95 por estar en tramo suburbano. El "Fg" será 1, debido a estar en terreno llano (tabla 40). El "Fhv" será 1, debido a tener un porcentaje de pesados de 1.78%, un factor de equivalencia de pesados de 1 según la tabla 41, no se consideran vehículos recreativos.

Reemplazando valores obtenemos una intensidad de demanda para % de tiempo en cola en una dirección de análisis de, 853 vehículos equivalentes/h.

Subtramo 3

Se tiene un IMD de 3529 veh/día (tabla 35), para hallar la intensidad de demanda en la dirección de análisis se considera un IHP de 0.15, por tanto, se obtiene una intensidad de demanda de 529 veh/h, y por dirección de análisis 265 veh/h. El factor de hora punta será de 0.9 por estar en zona rural. El "Fg" será 0.83, debido a estar en terreno ondulado, se interpola de la tabla 40. El "Fhv" será 0.997, debido



a tener un porcentaje de pesados de 0.45%, un factor de equivalencia de pesados de 1.74 según la interpolación en la tabla 41, no se consideran vehículos recreativos.

Reemplazando valores obtenemos una intensidad de demanda para % de tiempo en cola en una dirección de análisis de, 354 vehículos equivalentes/h.

6.4.2.3 Estimación del Porcentaje de Tiempo en Cola

Se utilizará la siguiente expresión:

$$PTSF = BPTSF + Fnp,PTSF * (Vd,PTSF / Vd,PTSF + Vo,PTSF)$$

Donde:

- Fnp,PTSF: Factor de tramos prohibidos de adelantamiento y descompensación de sentidos, a mayor descompensación de sentidos mayor % tiempo en cola, a mayor % de zona de no adelantamiento mayor % de tiempo en cola.
- Vd,PTSF: Intensidad de demanda para % de tiempo en cola en la dirección de ida (pc/h).
- Vo,PTSF: Intensidad de demanda para % de tiempo en cola en la dirección opuesta o de vuelta (pc/h).
- BPTSF: Porcentaje de tiempo en cola base

$$BPTSF = 100 * (1 - \exp(a * (V,PTSF)^b))$$

- V,PTSF: Intensidad de demanda para % de tiempo en cola en la dirección de análisis.
- a y b: coeficientes que dependen de la demanda del sentido contrario, a mayor demanda contraria mayor % tiempo en cola.

Subtramo 1

Se tiene como intensidades de demanda las calculadas en el apartado 6.4.2.2, debido a que se consideró un reparto de tráfico de 50% para cada sentido de circulación las intensidades calculadas serán iguales para ambos sentidos, en este caso será de 493 vehículos equivalentes/h. El "Fnp" será 33.06, debido a que se tiene un porcentaje de zonas prohibidas de adelantamiento de 33%, esto se interpola de la tabla 43. Los coeficientes "a" y "b", obtenidos de la tabla 42 son - 0.0027 y 0.898 respectivamente.



Reemplazando valores obtenemos un porcentaje de tiempo en cola de 67 %.

Subtramo 2

De la misma manera que el subtramo 1, las intensidades serán iguales para ambos sentidos de circulación, en este caso será de 853 vehículos equivalentes/h por sentido. El “Fnp” será 23.61, debido a tener zonas prohibidas de adelantamiento de 100% (tabla 43). Los coeficientes “a” y “b” obtenidos de la tabla 42 son -0.0046 y 0.832 respectivamente.

Reemplazando valores obtenemos un porcentaje de tiempo en cola de 84 %.

Subtramo 3

De igual forma las intensidades serán las mismas para ambos sentidos, en este caso serán de 354 vehículos equivalentes/h por sentido. El “Fnp” será 50.05, debido a tener un porcentaje de zonas prohibidas de adelantamiento de 86%, (ver tabla 43). Los coeficientes “a” y “b” obtenidos de la tabla 42 son -0.0020 y 0.934 respectivamente.

Reemplazando valores obtenemos un porcentaje de tiempo en cola de 64 %.

Estos cálculos obtenidos fueron para el año actual en el que se realizó el presente proyecto (2019).

De la tabla 37, se obtiene el nivel de servicio de acuerdo al porcentaje de tiempo en cola para carreteras de clase II

- Subtramo I: Nivel de Servicio “C”
- Subtramo II: Nivel de Servicio “D”
- Subtramo III: Nivel de Servicio “C”

El tramo de estudio cuenta en gran proporción con un nivel de servicio “C”, puesto que, una parte de este presenta un nivel de servicio “D”, debido a atravesar zona urbana con mayor afluencia de vehículos y proporción de pesados, sin longitud de adelantamiento. No obstante, la norma 3.1 IC –Trazado, hace referencia que para velocidades de proyecto de 40 y 60 km/h, como es nuestro caso, el nivel de servicio mínimo sería “E” (ver tabla 44), lo que significa que se tiene un tramo de estudio con nivel de circulación estable. Cabe mencionar que, si se evaluaría para una velocidad de 80 km/h, como son a las que aproximadamente circulan la mayor parte de usuarios, se estaría admitiendo dicho nivel de servicio calculado, según lo indicado en la normativa (Tabla 44).



6.4.2.4 Porcentaje de tiempo en cola para el año horizonte

La normativa 3.1 IC – Trazado indica que se debe cumplir un nivel de servicio mínimo especificado para el año horizonte, por tanto, se repite el cálculo de estimación de % de tiempo en cola realizado anteriormente, pero esta vez para el año horizonte (2039), para lo cual se utilizaron los datos de IMD estimados para el año 2039 de cada subtramo, estos datos de IMD se encuentran en las tablas 33,34 y 35.

Se repite el mismo procedimiento de los apartados 6.4.2.2 y 6.4.2.3 teniendo:

Subtramo 1

Partimos del valor de IMD para este subtramo, en este caso será de 7872 veh/día, y se obtiene una intensidad de demanda de la dirección de análisis de 656 vehículos equivalentes/h.

Ahora pasamos a estimar el porcentaje de tiempo en cola, obteniendo un valor de 74 %.

Subtramo 2

Partimos del valor de IMD para este subtramo, en este caso será de 14375 veh/día, y se obtiene una intensidad de demanda en la dirección de análisis de 1135 vehículos equivalentes/h.

Estimamos el porcentaje de tiempo en cola obteniendo un valor de 90 %.

Subtramo 3

Partimos del valor de IMD para este subtramo, en este caso será de 4697 veh/día, y se obtiene una intensidad de demanda en la dirección de análisis de 448 vehículos equivalentes/h.

Se estima el porcentaje de tiempo en cola obteniendo un valor de 68 %.

De la tabla 37, se halla el nivel de servicio para el año horizonte en función al porcentaje de tiempo en cola:

- Subtramo I: Nivel de Servicio "D"
- Subtramo II: Nivel de Servicio "E"
- Subtramo III: Nivel de Servicio "C"

De acuerdo a la tabla 44, para las velocidades de proyecto en nuestro tramo de estudio, el nivel de servicio para el año horizonte (2039) es aceptable. Sin embargo, tomando en consideración una velocidad futura de 80 km/h, el subtramo II no



cumpliría con lo indicado en la normativa, por presentar un nivel de servicio “E” o inestable.

Tabla 44. Nivel de Servicio Mínimo para la Hora de Proyecto del Año Horizonte según la Norma 3.1 IC - Trazado

Clase de Carretera	Velocidad de Proyecto (km/h)	Nivel de Servicio Mínimo para la Hora de Proyecto en el Año Horizonte
Carretera Convencional	100	D
	80 y 90	D
	60 y 70	E
	40 y 50	E

Fuente: Elaboración propia en base a norma 3.1 - IC

6.5 ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL

Dentro del análisis general del tramo de estudio, la parte medioambiental se considera un aspecto relevante debido a que puede condicionar ciertas características de la vía, como los usos de suelo colindantes, tipos de suelo, márgenes, drenaje y en especial el diseño geométrico. Así pues, nuestro tramo de estudio está parcialmente ubicado dentro del Parque Natural de la Sierra Calderona, este parque abarca parte de las provincias de Valencia y Castellón, con una extensión de 60000 hectáreas, presenta una topografía montañosa orientada de noroeste a sureste.

El parque natural de la sierra calderona es considerado como Lugares de Interés Comunitario (LICs), así también es considerado como Zona de Especial Protección de Aves (ZEPA), por tanto, está integrado a la Red Natura 2000, lo que quiere decir que es un espacio natural protegido a nivel de la Unión europea, en consecuencia dicho parque está regulado principalmente por dos instrumentos de gestión y planificación de recursos que actúan como marco administrativo para la implementación de la estrategia de desarrollo y conservación de la Sierra Calderona. Estos instrumentos son el Plan de Ordenación de Recursos Naturales (PORN) y el Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG).

6.5.1 Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN)

Según (Conselleria de Medio ambiente, 2001) este plan fue aprobado por el Decreto 77/2001 del 2 de abril, por el gobierno valenciano, en el que se menciona conceptos a tener en consideración:

- Zona de Protección (ZP): Corresponde al área para la que se propone la declaración de parque natural. Esta se subdivide en:
 - Áreas de Protección Ecológica (PE)
 - Áreas de Protección Paisajística (PP)
 - Áreas Antropizadas (AA)
- Zona de Influencia (ZI): Corresponde al ámbito territorial del PORN, periférico al que se propone la declaración de parque natural. Esta se divide en:
 - Áreas de Predominio Forestal (PF)
 - Áreas de Regeneración (RG)
 - Áreas de Predominio Agrícola (AG)
 - Áreas Urbanizadas (AU)

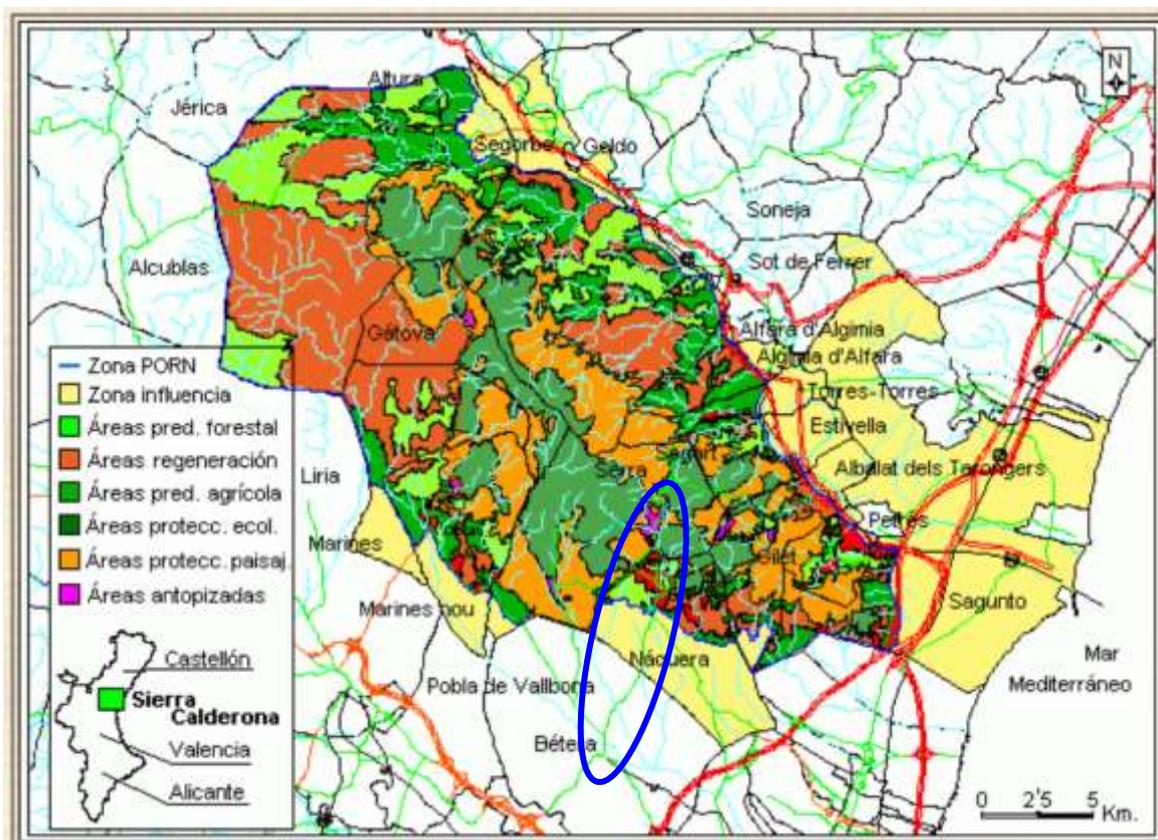


Figura 34. Zonificación PORN - Sierra Calderona Fuente: Conselleria del Medio Ambiente



De la figura 34, se puede observar que nuestro tramo de estudio (ovoide color azul) se encuentra influenciado aproximadamente desde el kilómetro 4+000 (progresivas de acuerdo a nuestro tramo de estudio) por la zona de protección y zona de influencia del PORN, dentro de las cuales se tiene áreas urbanizadas, áreas de predominio forestal y áreas de protección ecológica. En estas zonas se dispone pautas o normas de regulación de actividades e infraestructuras, mediante los siguientes artículos, los cuales se encuentran en el Título II, Capítulo II, Sección octava (Infraestructuras) del Plan de Ordenación de Recursos Naturales (PORN) del Parque Natural de la Sierra Calderona (Conselleria de Medio ambiente, 2001).

Artículo 55. Red viaria

1. La realización de nuevas vías de acceso, la modificación de trazado o ampliación de las existentes requerirá de la correspondiente Declaración, o en su caso Estimación, de Impacto Ambiental en los términos previstos en la legislación vigente.
2. La construcción de caminos rurales y caminos o pistas forestales o sus ampliaciones de plataforma y modificaciones de trazado, cuando no estén sometidos a Declaración de Impacto Ambiental, precisarán de Estimación de Impacto Ambiental siempre que discurran por terrenos forestales.
3. En los terrenos forestales incluidos en el ámbito territorial para el que este PORN propone su declaración como parque natural (Zona de Protección (ZP)), de categoría PE o PP, y de categoría PF de la Zona de Influencia (ZI), no se podrán construir caminos de nueva planta, con excepción de los destinados a la defensa contra incendios forestales, los cuales, salvo en casos de emergencia, deberán estar previamente contemplados en el Plan de Prevención de Incendios Forestales de la Sierra Calderona. Quedan excluidas de esta prohibición las actuaciones de mejora y acondicionamiento de la red existente, incluyendo ampliaciones o modificaciones de trazado, todo ello sin perjuicio de lo dispuesto en el apartado 1 de ese artículo.



Las pautas del artículo 55 del PORN, corresponden para zonas protegidas y de influencia, como se puede ver en la figura 34, parte del tramo de estudio está incluida en estas consideraciones.

Cabe mencionar que, en caso de realizar modificaciones del trazado, no se verán afectados yacimientos arqueológicos, cuevas de interés natural, microreservas, parajes naturales, esta información se deduce de los mapas proporcionados por el CITMA, así también un aspecto a considerar es la erosión del suelo, de acuerdo al CITMA, un porcentaje aproximado del 30 % de nuestro tramo de estudio presenta una clasificación alta y muy alta de erosión.

6.5.2 Plan Rector de Uso y Gestión

Según la (Generalitat Valenciana, 2006), este plan fue aprobado por el decreto 46/2006 de 31 de marzo, que presenta ciertas indicaciones respecto a mejoras de infraestructuras las cuales se encuentran en el Título II, sección cuarta, capítulo II, Desarrollo mejora e implantación de infraestructuras:

Artículo 70. Mejora de carreteras

1. No se considera admisible, desde el punto de vista medioambiental la ampliación o modificaciones globales de trazado de plataformas de las carreteras CV-25 y CV-310 incluidas en el ámbito de aplicación del PRUG, así como la construcción de otras nuevas en el ámbito de aplicación del presente PRUG.
2. Sí se considera admisible no obstante la ampliación puntual de la plataforma, reparación y mejora en aquellos tramos en los que sea necesaria por razones de seguridad vial.

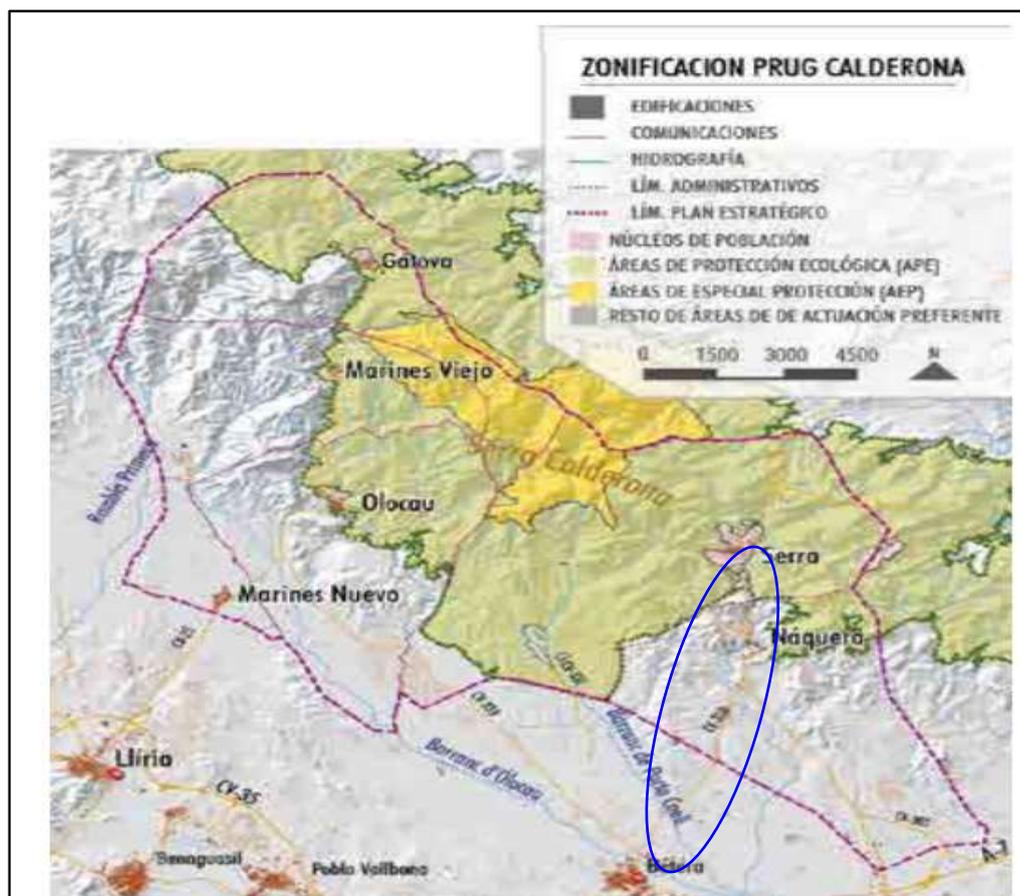


Figura 35. Zonificación PRUG del CITMA

Fuente: CITMA

En la figura 35, se observa dentro del ovoide azul, nuestro tramo de estudio influenciado en menor proporción por el PRUG.

De lo mencionado anteriormente se puede decir que, no se considera realizar ampliaciones o modificaciones globales de trazado, ni generaciones de trazados de nueva planta, pero si se admite mejoras, modificaciones o ampliaciones puntuales con sus respectivas evaluaciones de impacto ambiental.

7. PROGRAMA INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE CARRETERAS (iRAP)

El Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (International Road Assessment Programme, iRAP), es una organización sin fines de lucro con el principal objetivo de generar un programa de auditorías de seguridad vial para las carreteras, usando equipos automatizados en las inspecciones, con base a una metodología eficiente. iRAP se formó en 2006 y se le otorgó el estado de caridad



en 2011 (UK Registered Charity 1140257). La organización forma la organización paraguas para programas de evaluación de carreteras en todo el mundo, por ejemplo, Europa (EuroRAP) , Australia (AusRAP) y los EE. UU. (UsRAP) y facilita el desarrollo del trabajo de evaluación de carreteras en países de ingresos bajos y medianos. En 2006, siguiendo la sugerencia del Banco Mundial , se desarrollaron técnicas de RAP específicamente diseñadas para su uso en países de bajos y medianos ingresos utilizando una subvención de 3 millones de euros de la Fundación FIA . Estos se pusieron a prueba en Chile, Costa Rica, Malasia y Sudáfrica. Estas técnicas se fueron ampliando y perfeccionando con el pasar de los años, para lograr la metodología que se tiene actualmente.

iRAP se dedica a prevenir las más de 3,500 muertes y 100,000 lesionados que ocurren cada día en las carreteras de todo el mundo, de esta manera ayuda a reducir los costos sociales y económicos ocasionados por los accidentes. Si no se realizara intervenciones en carreteras en medida de seguridad vial, la cantidad anual de muertes en carretera a nivel mundial tendría una proyección de incremento de alrededor de 2.4 millones para el año 2030. La mayoría de estos ocurrirán en países de recursos medios y bajos, los cuales ya sufren nueve de cada diez muertes en carreteras alrededor del mundo. Casi todas las personas que morirán, son usuarios vulnerables de la vía como motociclistas, ciclistas y peatones.

El centro del enfoque de iRAP es el espíritu de cooperación, el cual se apoya financieramente en la fundación FIA para el Automóvil y la Sociedad, y ofrece de manera gratuita sus herramientas para ayudar a bancos de desarrollo, gobiernos, entidades de financiamiento, asociaciones de automóviles, institutos de investigación y otras organizaciones no gubernamentales a nivel mundial. El programa iRAP ha llevado a cabo actividades en más de 70 países, y éstas incluyen:

- Inspeccionar vías de alto riesgo y desarrollar Clasificación por Estrellas, Planes de inversión para vías más Seguras y Mapas de Riesgos
- Proporcionar capacitación, tecnología y apoyo para generar y mantener capacidad nacional, regional y local.

- Seguimiento del desempeño de la seguridad vial de modo que los organismos de financiamiento puedan evaluar los beneficios de sus inversiones

Así pues, los Estados miembros de la ONU han acordado 12 objetivos mundiales de rendimiento de la seguridad vial para impulsar la acción en todo el mundo. Los objetivos 3 y 4 incluyen garantizar que todas las carreteras nuevas se construyan con un estándar de 3 estrellas o mejor para todos los usuarios de la carretera (Objetivo 3), y más del 75% de los viajes son equivalentes a las carreteras de 3 estrellas o mejores para todos los usuarios de la carretera para el 2030 (objetivo 4). Cabe resaltar que, el cumplimiento del objetivo 4, salvará aproximadamente 467,000 vidas cada año y 100 millones de vidas y lesiones graves durante los 20 años de vida de los tratamientos.

La información mencionada en estos párrafos anteriores a manera de introducción sobre el programa iRAP se ha recopilado de documentos oficiales e informativos de la página web www.irap.org (“iRAP - International Road Assessment Programme”).



Figura 36. Actuación de iRAP en Países a Nivel Mundial

Fuente: www.irap.org

7.1 METODOLOGIA iRAP

El iRAP al basarse en los trabajos de los Programas de Evaluación de Carreteras (RAP, por sus siglas en inglés) en países de ingresos altos (EuroRAP, AusRAP,



UsRAP y KiwiRAP) y con la experiencia de organizaciones líderes a nivel mundial en seguridad vial como el ARRB Group (Australia), TRL (Reino Unido), MRI Global (Estados Unidos) y MIROS (Malasia), ha elaborado cuatro protocolos consistentes a nivel global para evaluar y mejorar la seguridad de las vías, cabe mencionar que la metodología de iRAP, la integridad técnica de su aplicación y su desarrollo, se basan en los últimos conocimientos de seguridad en ingeniería vial, bajo la supervisión del Comité Técnico Global (GTC, por sus siglas en inglés).

Los protocolos de iRAP:

- **Los Mapas de Riesgo** utilizan información detallada de accidentes para ilustrar la cantidad real de muertes y lesionados en una red vial.
- **La Clasificación por Estrellas** ofrece una forma simple y objetiva para medir el nivel de seguridad que se presenta en el diseño de una vía.
- **Los Planes de Inversión para Vías más Seguras** se basan en un aproximado de 90 opciones de mejora probadas para generar opciones de infraestructura asequibles y económicamente viables para salvar vidas.
- **El seguimiento del desempeño de seguridad** permite el uso de la Clasificación por Estrellas y los Mapas de Riesgo para dar seguimiento al desempeño de la seguridad vial y establecer posturas políticas.

En el presente estudio nos enfocaremos más a profundidad en la clasificación por estrellas y el plan de inversión para vías más seguras, básicamente la metodología de iRAP se resume en 3 pasos:

- **Recopilación de información:** A partir de un proceso de inspección sistematizado, se obtiene información digital del estado actual de las carreteras utilizando un vehículo especial avalado por iRAP. A su vez, se obtiene información sobre registros de accidentalidad, flujos de tránsito, entre otras.
- **Análisis de Información.** Los datos recolectados se procesan en una sola base de datos con un software aprobado por iRAP que asigna calificaciones por estrellas a cada intervalo de carretera.

- Reporte final. Los resultados se analizan y adjuntan en un reporte final que se constituye en un inventario del estado actual de las carreteras en materia de seguridad vial. El informe también incluye recomendaciones de tramos prioritarios para intervención de acuerdo con el nivel de riesgo, así como una propuesta de contramedidas o acciones que pueden reducir significativamente el nivel de riesgo en los tramos.

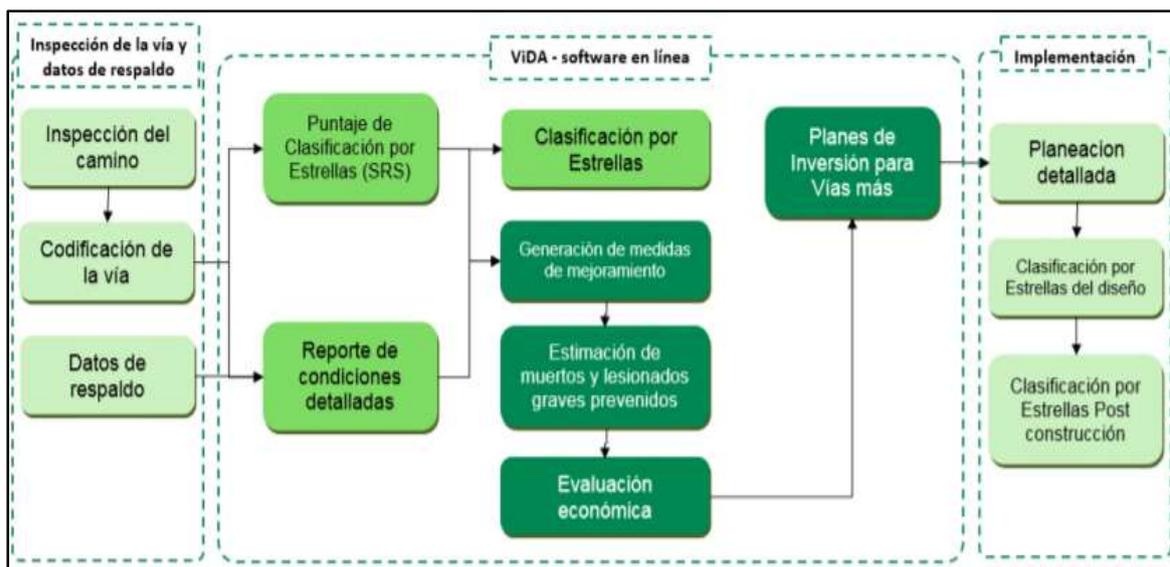


Figura 37. Metodología iRAP

Fuente: www.iRAP.org

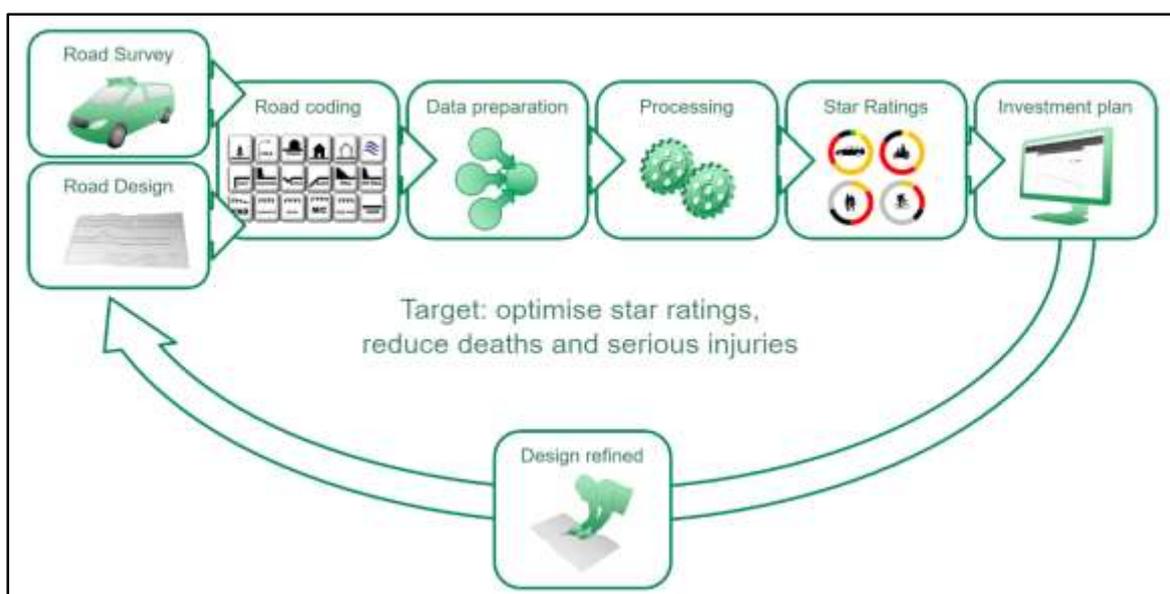


Figura 38. Esquema Básico de la Metodología

Fuente: www.iRAP.org



La información para la descripción de este apartado se recopiló de las fichas técnicas de la metodología iRAP encontrada en la página web oficial de este programa www.irap.org ("iRAP - International Road Assessment Programme"). Es así que a continuación se desarrollara

7.1.1 Atributos Viales

Primeramente, la metodología iRAP requiere de una inspección visual a detalle de las características principales de la infraestructura vial (atributos viales), que puedan ser influyentes en la ocurrencia de accidentes en cuanto a probabilidad y severidad de esto, para ocupantes de vehículos, motoristas, ciclistas y peatones. De acuerdo al proyecto realizado por (Pérez Castro, Abarca Pérez, & Mendoza Díaz, 2013), existen dos tipos de inspecciones que podrían llevarse a cabo:

- Inspección visual desde el vehículo: El personal capacitado registra los elementos de la infraestructura vial a medida que se va avanzando en el vehículo utilizando un Dispositivo de Inspección Rápido (RAP). Este tipo de inspección es de carácter técnico y se utiliza frecuentemente en tramos que no son demasiado complejos o cuando se requiere de mucho tiempo para transportar el vehículo equipado que pueda realizar otro tipo de inspección.
- Inspección basada en video: En este tipo de inspecciones primero se realiza un video de imágenes digitales secuenciales utilizando un vehículo equipado que las va registrando cada 5-10 metros de distancia, logrando obtener una vista panorámica de la vía al tomar fotografías frontales, posteriores y laterales de izquierda y derecha. La principal vista panorámica se calibra para que posteriormente se puedan realizar mediciones de elementos clave de la infraestructura vial.

El siguiente paso es la codificación y registro de estas características o atributos viales registrados en la inspección de campo, estos atributos se registran para cada segmento de 100 metros de la vía, en caso de encontrar dentro del segmento de 100 metros atributos que varían, se registrará el atributo de mayor riesgo desde una visión de seguridad vial. Por ejemplo, si en un segmento de 100 metros, los primeros 50 metros presenta barrera de seguridad y los otros 50 metros presenta elementos peligrosos como árboles, postes de alumbrado público etc., se



codificará el tramo con peligros en la vía. Dentro de la metodología iRAP se considera la siguiente lista de atributos viales a codificar:

Tabla 45. Atributos Viales

Nº	Atributo	Nº	Atributo
1	Etiqueta de calzada	28	Severidad lateral al costado de la vía - distancia al objeto - lado del conductor
2	Costo de mejoras	29	Severidad lateral al costado de la vía - objeto – lado del conductor
3	Flujo observado de motocicletas	30	Severidad lateral al costado de la vía - distancia al objeto - lado del copiloto
4	Flujo observado de bicicletas	31	Severidad lateral al costado de la vía - objeto -lado del copiloto
5	Flujo de peatones observado cruzando la vía	32	Bandas alertadoras sobre berma/acotamiento
6	Flujo de peatones observado a lo largo de la vía-lado del conductor	33	Berma/Acotamiento pavimentado – lado del conductor
7	Flujo de peatones observado a lo largo de la vía-lado del copiloto	34	Berma/Acotamiento pavimentado – lado del copiloto
8	Uso del suelo – lado del conductor	35	Tipo de Intersección
9	Uso del suelo – lado del copiloto	36	Canalización de la intersección
10	Tipo de zona	37	Volumen de la intersección vial
11	Límite de velocidad	38	Calidad de la intersección
12	Velocidades diferenciales	39	Puntos de acceso a propiedades
13	Tipo de separador central/mediana	40	Número de carriles
14	Banda alertadora centra	41	Ancho del carril
15	Condición de la vía	42	Curvatura
16	Resistencia al deslizamiento / Agarre	43	Calidad de la curva
17	Delineación	44	Alumbrado público
18	Estacionamiento de vehículos	45	Cruce peatonal - vía inspeccionada
19	Acera – lado del conductor	46	Calidad del cruce peatonal



20	Acera – lado del copiloto	47	Infraestructura para cruce peatonal - vía lateral
21	Vía de servicio	48	Vallas peatonales
22	Motovías	49	Gestión de la velocidad / calmantes de tráfico
23	Ciclo vías	50	Obras viales
24	Flujo vehicular (TDPA, promedio anual de tráfico diario)	51	Distancia visual
25	Velocidad de operación (percentil 85)	52	Advertencia de zona escolar
26	Velocidad de operación (media)	53	Supervisor de cruce peatonal de zona escolar
27	Comentarios	54	Pendiente

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 45, se tienen los atributos a considerar en el presente estudio, estos serán analizados y codificados, por ejemplo, si existe o no delimitación en curvas, intersecciones y cruces peatonales, distancia de objetos peligrosos en los márgenes de la vía, tipo de suelo adyacente, si presenta o no alumbrado público etc., esta codificación representara un factor de riesgo de acuerdo a tipos de accidente que se puedan suscitar en la vía, para así determinar la clasificación por estrellas. A continuación, se tienen dos ejemplos de codificación de la metodología iRAP, cabe mencionar que la codificación se realizara por medio del software ViDA-iRAP.



Figura 40. Codificación Severidad y Distancia Lateral

Fuente: iRAP 2019

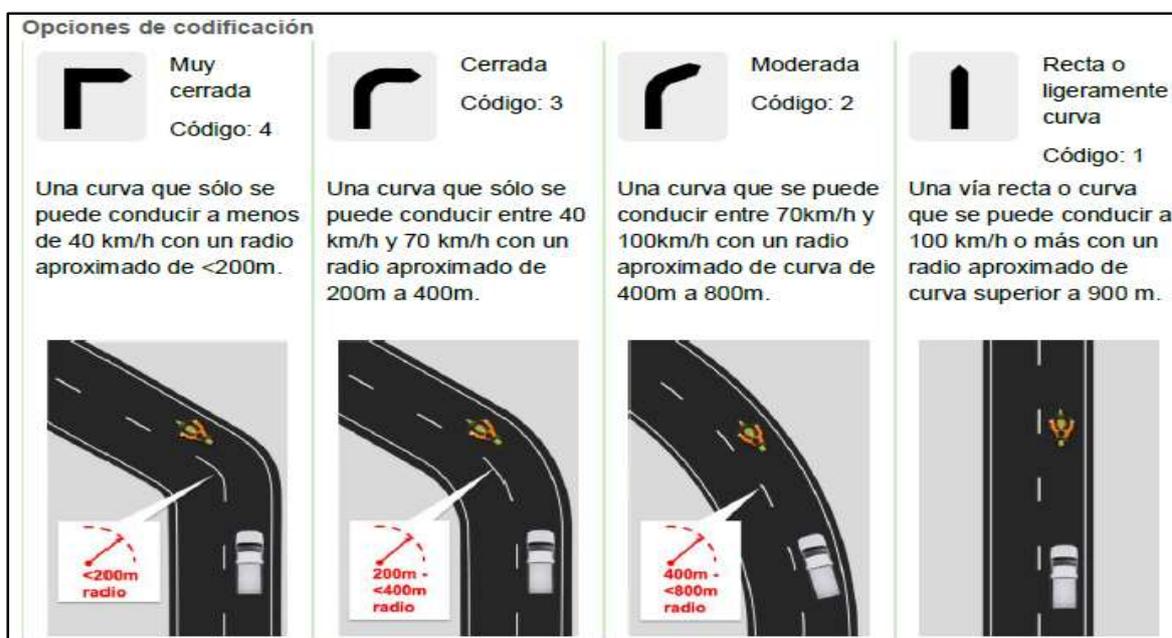


Figura 39. Codificación en Curvas

Fuente: iRAP 2019

En la figura 40 se tiene un ejemplo de dos atributos viales, severidad de objeto ya sea lado del conductor o lado del pasajero, y en la imagen de la derecha se tiene el atributo vial de distancia de objeto lado del conductor, recalcando que nuestro caso se trata de una calzada no dividida para ambos sentidos de circulación. En la figura 39 se tiene un ejemplo de codificación de tipo de curva encontrada en cada segmento de 100 metros de la vía.



Las recomendaciones para esta etapa de registro de atributos viales, se recogió del Manual de Codificación de iRAP, (International Road Assessment Programme iRAP, 2019) donde se podrá encontrar mayor información al respecto.

7.1.1.1 Datos Operativos

Los datos operativos son atributos viales esenciales para el procesamiento de la metodología, estos son hallados en la etapa de inspección y codificación y, reflejan la demanda que presenta la infraestructura vial. Estos son el volumen de tráfico vehicular y las velocidades de operación.

Tráfico Diario Promedio Anual: También conocido como AADT (Annual Average Daily Traffic) por sus siglas en inglés. Este dato nos da a conocer la cantidad de vehículos que transitan por una sección dada en la vía, así como también el nivel de servicio que ofrece la vía.

Esta información la podemos apreciar en las tablas 33,34 y 35, donde se tiene el AADT para el año actual (2019) y para cada subtramo de la vía en estudio. Asimismo, se tiene el porcentaje de vehículos pesados y motocicletas que están dentro del rango 1 a 5 % del tráfico total, cabe mencionar que existe mayor proporción de motocicletas que pesados, estos serán necesarios para el desarrollo de la metodología.

Velocidad de Operación: También conocido como la velocidad del percentil 85 (V85), con este dato se puede apreciar la naturalidad y calidad de circulación en condiciones de flujo libre que ofrece la infraestructura viaria para los conductores. Esta velocidad influye en la probabilidad de ocurrencia de un accidente y su severidad, por tanto, a efectos de la clasificación por estrellas iRAP utiliza la velocidad de operación más alta y la velocidad límite más alta. Ahora, para efectos de estimación de mortalidad iRAP utiliza la velocidad de funcionamiento media, lo que significa que, en carreteras con mucho aforo vehicular o altamente congestionadas la relación de mortalidad disminuye debido a las velocidades de operación más bajas. Es necesario mencionar que iRAP considera que las velocidades de operación no cambien a nivel de cada segmento de 100 metros, sino que se adopten secciones homogéneas de la vía en relación a la velocidad de operación promedio. Para el presente estudio se consideraron velocidades de



operación de la tabla 46 recopiladas de información de estudios anteriores del “Investment Plan Quality Assurance Guide” (International Road Assessment Programme iRAP, 2014), así también se relacionó con velocidades de operación observadas de la inspección de campo.

Tabla 46. Velocidades de Operación Basadas en el Límite de Velocidad Publicado

Límite de Velocidad Publicado(km/h)	Velocidad de Operación (V85) (km/h)	Velocidad Media (km/h)
<30	50	45
40	60	55
50	65	55
60	75	65
70	85	75
80	95	85
90	105	95
100	115	105
110	120	115
120	130	125

Fuente: Elaboración propia basada en iRAP

7.1.2 Tipos de Choque

A nivel mundial se generan diferentes tipos de accidente en carreteras, los cuales afectan de una manera distinta a los usuarios de la vía, en este caso se considera usuarios a ocupantes de vehículo, motoristas, ciclistas y peatones. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018), más de la mitad de todas las muertes por accidentes de tránsito se encuentran entre los usuarios vulnerables de la carretera como son: motoristas, ciclistas y peatones.

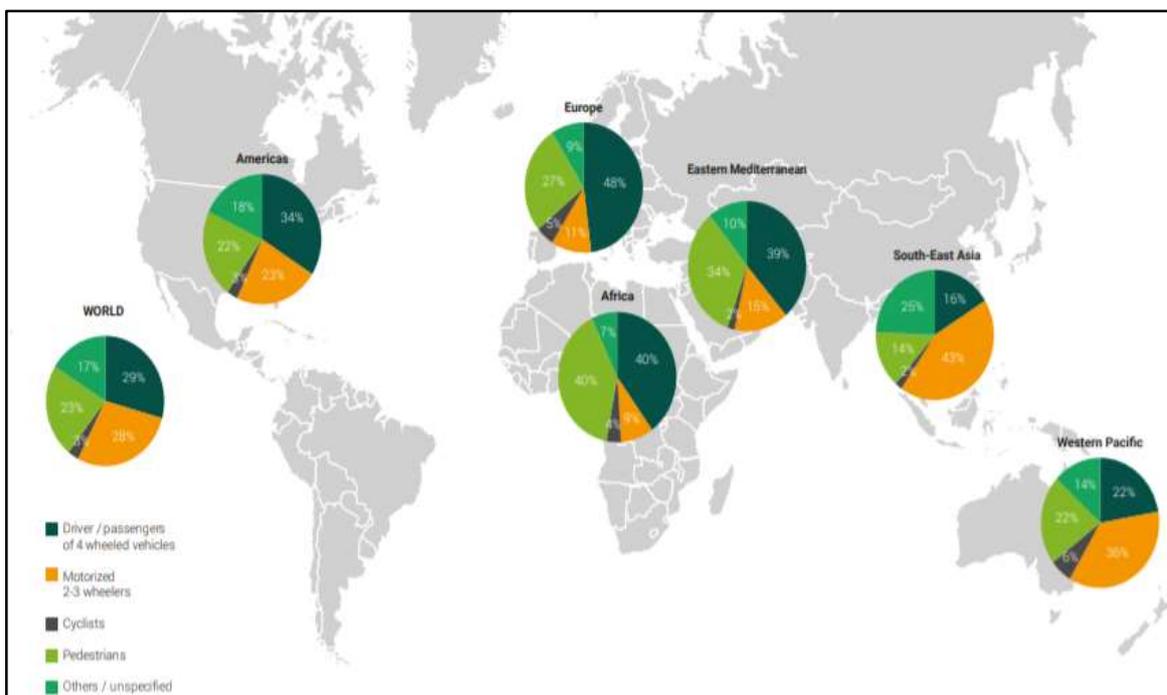


Figura 41. Muertes por Tipo de Usuario en el Mundo

Fuente: OMS 2018

El iRAP para realizar la clasificación por estrellas se basa en tipos de accidentes los cuales se mostrarán en la tabla 47, que son los que más contabilizan muertes y lesiones alrededor del mundo e imprescindibles para el desarrollo de la metodología.

Tabla 47. Tipos de Accidentes

Ocupantes de vehículos	Motociclistas	Ciclista	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 acceso	Intersecciones y puntos de acceso	Salida del camino	
	Movimiento a lo largo de la vía		

Fuente: Elaboración propia basada en iRAP

Estos tipos de accidente se ven reflejados en las siguientes figuras que proporciona la metodología del (International Road Assessment Programme iRAP, 2013) en sus fichas técnicas.

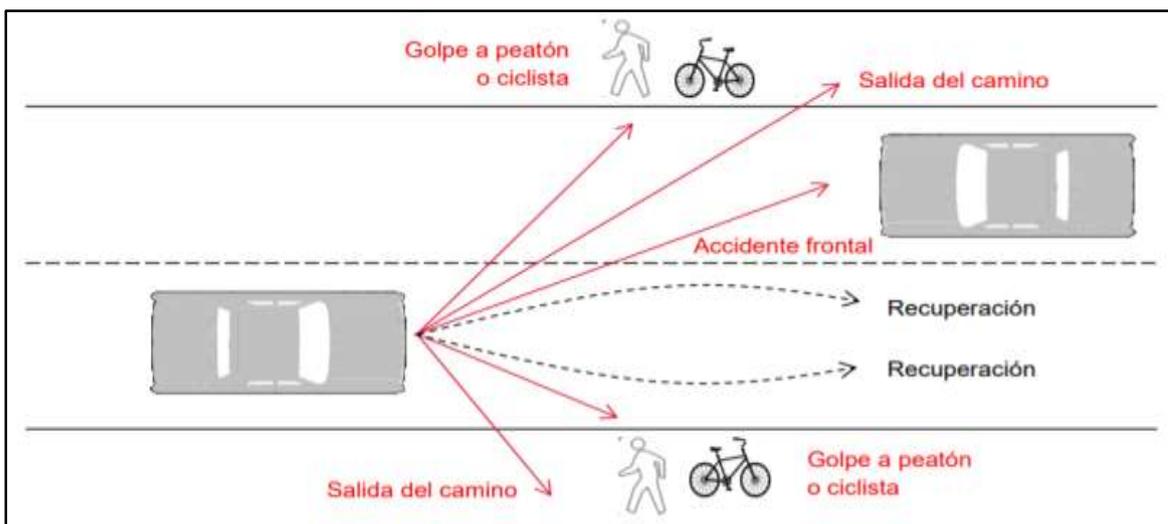


Figura 44. Pérdida de Control o Adelantamiento

Fuente: iRAP 2019

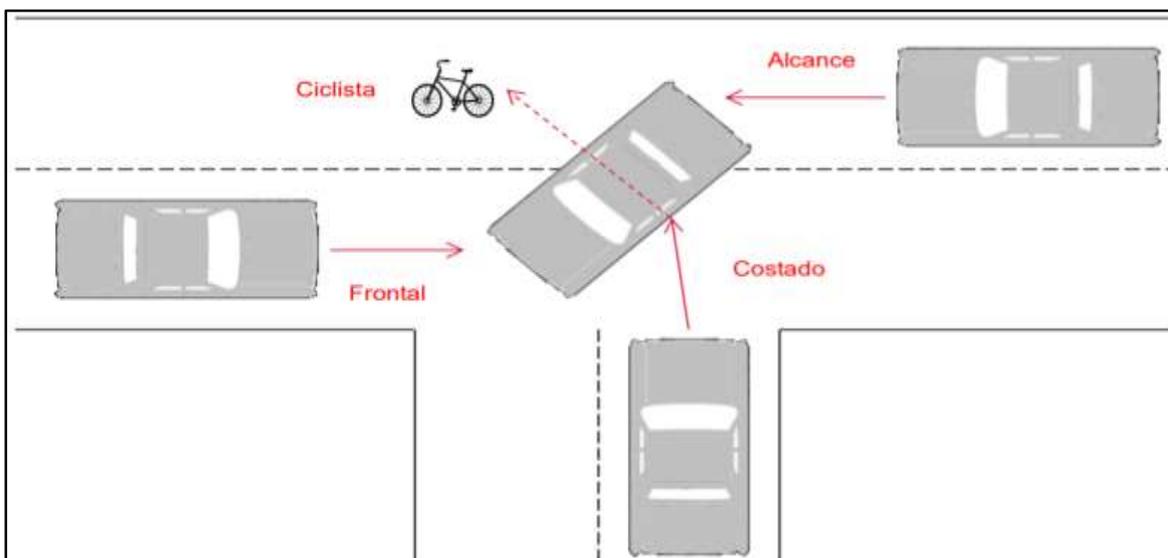


Figura 43. Maniobra de Giro

Fuente: iRAP 2019



Figura 42. Desplazamiento a lo largo de la Vía

Fuente: iRAP 2019

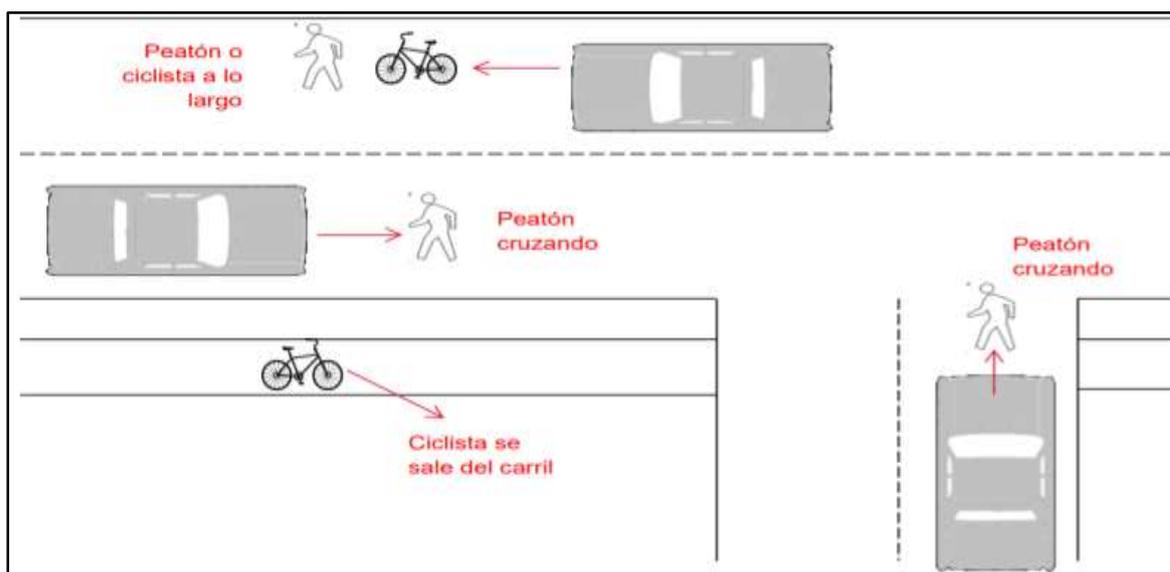


Figura 45. Peatón o Ciclista Cruzando o Desplazándose a lo Largo de la Vía Fuente: iRAP 2019

7.1.3 Clasificación por Estrellas (SRS)

Según las fichas técnicas de la metodología del (International Road Assessment Programme iRAP, 2015) obtenidas del sitio web oficial de iRAP www.irap.org, la clasificación de estrellas se basa en datos de inspección de los atributos viales de carreteras y proporciona una medida simple y objetiva del nivel de seguridad que está incorporado a la carretera para los ocupantes de vehículos, motociclistas, ciclistas y peatones. Esta se clasifica entre 1 y 5 estrellas con base en el nivel de seguridad que provee una vía. Las vías más seguras (4 y 5 estrellas) cuentan con atributos de seguridad vial que son apropiados para las velocidades de tráfico predominantes. Los atributos viales de la infraestructura en una vía segura incluyen la separación del tráfico en sentido contrario por medio de una barrera o mediana amplia, una buena demarcación y diseño de intersecciones, carriles amplios y bermas/acotamientos pavimentados, costados de la vía libres de peligros sin protección como los postes, buena infraestructura para ciclistas y peatones tales como aceras, ciclo vías y cruces peatonales. Las vías menos seguras (1 y 2 estrellas) no cuentan con los atributos de seguridad vial apropiados para las velocidades de tráfico predominantes. Por lo general estas son vías con calzadas no divididas con frecuencia de curvas e intersecciones, carriles angostos, bermas/acotamientos sin pavimentar, demarcaciones deficientes, intersecciones escondidas y costados de la vía con peligros sin protección tales como árboles,



postes y terraplenes o acantilados pronunciados cerca de los costados de la vía. Estas vías tampoco tienen la capacidad apropiada para ciclistas y peatones con el uso de aceras, ciclo vías y cruces.

Para determinar esta clasificación por estrellas se requiere asignar Puntajes de la Calificación por Estrellas (Star Rating Score, SRS), estos puntajes están diseñados para estimar el número de muertes y lesiones en una vía y, se basan en tipos de accidentes (tabla 47), y a su vez estos se basan en factores de riesgo de la probabilidad de accidente, severidad o gravedad de accidente, velocidad de operación, influencia de flujo externo, capacidad de transitabilidad de la mediana.

- La probabilidad se refiere a factores de riesgo de los atributos del camino que explican la posibilidad de que se inicie un accidente.
- La gravedad se refiere a los factores de riesgo de los atributos del camino que explican la gravedad de un choque.
- La velocidad de operación se refiere a factores que explican el grado en que el riesgo cambia con la velocidad.
- los factores de influencia de flujo externo explican el grado en que el riesgo de una persona de estar involucrado en un choque es una función del uso de la carretera por parte de otra persona.
- Los factores de transitabilidad de la mediana explican el potencial de que un vehículo errante cruce una mediana (solo aplica para ocupantes de vehículo y motociclistas que salen de la calzada y chocan de frente).

Al final se obtiene el SRS de multiplicar los factores de riesgo y sumar los resultados por tipo de accidente, este es una medida sin unidades y se calcula para cada tipo de usuario por cada tramo de 100 metros de la vía. Así pues, iRAP presenta la siguiente tabla con bandas de colores para la calificación por estrellas (SRS):

Tabla 48. Bandas de Colores para Puntaje de Clasificación 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: iRAP 2015

A continuación, se muestran ejemplos de clasificación por estrellas para ocupantes de vehículos como para peatones.



Figura 46. Ejemplos de Clasificación por Estrellas para Ocupantes de Vehículo Fuente: iRAP 2014

Se puede apreciar en la imagen de la izquierda que no presenta arcenes, es una vía no dividida con un carril por sentido con línea delgada divisoria, presenta objetos peligrosos a menos de 5 metros del borde la vía, presenta una intersección no señalizada de 3 patas, por tanto, se clasifica con 1 estrella. Lo contrario ocurre en la imagen de la derecha que presenta dos carriles para un sentido separado por una barrera de hormigón central, presenta amplio arcén con barrera de seguridad metálica al borde, tiene delineación adecuada y condiciones buenas de pavimento, por lo que se clasifica con 5 estrellas.



Figura 47. Ejemplos de Clasificación por Estrellas para Peatones

Fuente: iRAP 2014

En la imagen de la izquierda se aprecia que no se tiene sendero peatonal para el tránsito de estos, no hay arcenes, cuatro carriles en el mismo sentido sin cruceo peatonal, por lo que se clasifica con 1 estrella. Lo contrario ocurre con la imagen de la derecha que, si presenta senderos peatonales pavimentados, cruceo peatonal regido por semáforos, buena visibilidad de hacia peatones, intersección sanforizada, iluminación adecuada, por tanto, se clasifica con 5 estrellas.

Es importante mencionar las siguientes pautas propuestas por iRAP:

- Los costos de accidentes de las vías de 2 estrellas son de 40% menos que en 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.
- Los costos de accidentes de las vías de 4 estrellas son de 43% menos que en las vías de 3 estrellas (y 86% menos que en las vías de 1 estrella).
- Según la Comisión de Seguridad Vial Global CGS, las velocidades de diseño recomendadas para vías nuevas deberían estar sujetas a alcanzar calificaciones por estrellas mínimas, se ha enfocado en conseguir al menos 3 estrellas en vías en proceso de mejora en países de ingresos bajos y medios.

7.1.4 Planes de Inversión para Vías más Seguras (SRIP)

De acuerdo a (International Road Assessment Programme iRAP, 2014) los Planes de Inversión para Vías más Seguras (SRIP) son listas priorizadas de tratamientos de seguridad o medidas de mejoramiento que pueden mejorar la Clasificación por



Estrellas de forma eficaz y reducir los riesgos relacionados con la infraestructura. Los planes se basan en el análisis económico de un rango de tratamientos, el cual se ejecuta al comparar el costo de la implementación de la medida de mejora con la reducción de costos por accidentes que resultarían a partir de su implementación. Los planes contienen una exhaustiva planificación e información de ingeniería tales como atributos de carretera registrados, propuestas de medidas de mejoramiento y evaluaciones económicas para segmentos de 100 metros en una red vial.

En otras palabras, los planes de inversión se desarrollan en tres pasos clave:

- Basándose en las clasificaciones de estrellas, los datos de volumen de tráfico y los datos de accidentes (si están disponibles), el número estimado de muertes y lesiones graves se distribuye a través de la red de carreteras.
- Para cada segmento de 100 metros de carretera, las opciones de contramedidas se prueban por su potencial para reducir muertes y lesiones graves. Se utilizan una serie de factores desencadenantes para seleccionar tratamientos de contramedidas adecuados en ubicaciones viables. Por ejemplo, una sección de la carretera que tiene una baja calificación de estrellas para peatones y una alta actividad peatonal podría ser un candidato para un sendero o una instalación de cruce de peatones.
- Cada opción de contramedida se evalúa según los criterios de asequibilidad y efectividad económica.

Para el desarrollo de estos pasos se utilizó la información propuesta en las fichas técnicas de la metodología (International Road Assessment Programme iRAP, 2014), situadas en la web oficial www.irap.org, y vienen dados de la siguiente manera:

7.1.4.1 Estimación de Muertos y Lesionados Graves

Para estimar el número de muertos se utiliza la siguiente ecuación:

$$M = \sum_{i=1}^n (OV_M + MC_M + P_M + C_M)$$

Donde:

- M= Muertos



- n= Numero de segmentos de 100 metros de la via
- OV= Ocupantes de vehículos
- MC= Motociclistas
- P= Peatones
- C= Ciclistas

La cantidad de muertos de ocupantes de vehículos (OV_M) en un segmento de 100 metros de la vía durante un año es:

$$OV_M = OV_{SC-C} + OV_{SC-P} + OV_{F-PC} + OV_{F-A} + OV_{INT} + OV_{AP}$$

Donde:

- OV_{sc-c}= Fallecimiento de ocupantes de vehículos por salida del camino (lado del conductor).
- OV_{sc-p}= Fallecimiento de ocupantes de vehículos por salida del camino (lado del pasajero).
- OV_{f-pc}= Fallecimiento de ocupantes de vehículos por colisiones frontales (pérdida de control).
- OV_{f-a}= Fallecimiento de ocupantes de vehículos por colisiones frontales (adelantamiento).
- OV_{int}= Fallecimiento de ocupantes de vehículos en intersecciones.
- OV_{ap}= Fallecimiento de ocupantes de vehículos en acceso a propiedades.

La cantidad de fallecimientos de ocupantes de vehículos por salida del camino (lado conductor) (OV_{sc-c}) en un segmento de 100 metros de la vía durante un año es:

$$OV_{sc-c} = SRS_{sc-c} \times a \left(TDP_{Ano-mc} \right)^b \times FC_{ov_{sc-c}} \times 365 / 10^9$$

Donde:

- SRS_{sc-c}= Puntaje de clasificación por estrellas para ocupantes de vehículos
- TDP_{Ano-mc}= Transito promedio anual que no sean motocicletas.
- b= Exponente TDP_{Ano-mc}
- FC_{ov sc-c}= Factor de calibración para fallecimientos de ocupantes de vehículos por colisiones de salida del camino (lado del conductor).

Para efectos de estimaciones de víctimas, en el valor de SRS se utiliza la velocidad media y no la velocidad del percentil 85 (como se usó para el puntaje de la



clasificación por estrellas SRS), debido a estudios que mencionan que la velocidad media representa con mayor exactitud la estimación de víctimas.

Cuando se tiene evidencia de estudios para definir una relación no lineal entre el flujo vehicular y los accidentes de carretera se utilizarán valores para “a” y “b”, para estudios con información limitada de estos valores, iRAP considera el valor de 1 para “a” y “b”.

Estas dos últimas ecuaciones se utilizan para calcular la estimación de muertes de los demás usuarios de la vía como, motociclistas, peatones y ciclistas.

Para usuarios ciclistas y peatones el valor de TPDA será el flujo de estos respectivamente.

En la última ecuación se observa un factor de calibración para muertos de ocupantes de vehículos por salida del camino (lado conductor), que viene dado por:

$$FC_{OV\ sc-c} = \frac{\text{Cantidad real de muertos de ocupantes de vehículos en choques por salida del camino (lado del conductor) en la red vial}}{\sum_{i=1}^n (SRS_{sc-c} \times a (TDPA)^b \times V_{NO-MC} \times CF)} \quad (4)$$

Donde:

- FCov sc-c= Factor de calibración para muertos de ocupantes de vehículos por choques por salida del camino (lado conductor).
- n= Cantidad de segmentos de 100 metros de la vía.
- SRSov= Puntaje de la clasificación por estrellas para ocupantes de vehículos.
- a= Multiplicador de TDPA.
- TDPA= Transito diario promedio anual.
- b= Exponente de TDPA.
- Vno-mc= TDPA de vehículos que no son motocicletas.
- CF= Exponente de crecimiento de fallecimientos.

De la misma manera se utilizan es ecuación para calcular el factor de calibración para los demás usuarios de la vía.

La cantidad de muertes reales se determina por medio de reportes oficiales en la red, porcentajes de fallecimientos o ajustes de estos reportes cuando se cuenta con pruebas sólidas, como cantidad de muertos por tipo de accidente, detalles de



las características del accidente tales como ubicación, tipo de vehículo, causa, severidad, condiciones de operación de la vía. Sin embargo, en lugares donde no se encuentre o no se tenga a disposición esta información, la cantidad real de muertes será un estimado con base a asesorías de expertos y otros indicadores en los que se incluyen índices de accidentes regulares en redes viales alrededor del mundo. Por ejemplo, según los resultados reportados en “El verdadero costo de los accidentes viales: valorando la vida y el costo de un lesionado grave” (McMahan and Dahdah, 2008), el número de lesionados graves en cada segmento de la vía se basa en una relación de diez lesionados graves por cada muerto (10:1). Ahora bien, iRAP también considera el número de lesionados graves en un segmento de 100 metros de la vía, siendo igual a la cantidad de muertos calculados con la primera ecuación de este apartado por el número real de lesionados graves entre la cantidad real de muertos.

$$LG_{TOTAL} = \sum_{i=1}^n (LG)$$

Donde:

- n= Numero de segmentos de 100 metros de la vía

Por tanto:

El número total de muertos y lesionados graves (MGL) o (FSI, por sus siglas en ingles), será:

$$MGL_{total} = M_{total} + LG_{total}$$

7.1.4.2 Proceso de Selección de Contramedidas

Una vez realizada la estimación de muertos y lesionados graves el siguiente paso es buscar la reducción de estas muertes y lesiones graves mediante contramedidas, la metodología iRAP presenta alrededor de 94 medidas de mejoramiento y existe al menos un resultado para cada medida de mejora.



Tabla 49. Ejemplo al Aplicar una Contramedida

	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 (≥ 10 cm de diámetro)	Barrera de seguridad: metálica	
Factor de riesgo del atributo vial (ocupante del vehículo salida del camino)	60	12	80%

Fuente: Elaboración propia en base a iRAP 2015

En la tabla 49 se puede observar que al aplicar una contramedida influye en el factor de riesgo del atributo vial, obteniendo una disminución del riesgo en 80 %. De acuerdo a la ficha técnica del (International Road Assessment Programme iRAP, 2015) “Medidas de Mejoramiento”, el proceso a seguir para seleccionar la medida de mejoramiento adecuada es:

1. Se prueban los desencadenantes para cada medida de mejoramiento. Cualquier tratamiento que no es “desencadenado” no será considerado posteriormente.

Los desencadenantes o condiciones previas se deben cumplir antes de considerar un tratamiento para un segmento de 100 metros, estos están en función a:

- Clasificación por Estrellas, la cual se basa en un puntaje de clasificación por estrellas (SRS).
- Atributo vial, como el ancho del carril o la idoneidad de la delineación.
- Flujo vehicular (o de usuarios de la vía).

Por ejemplo, se tiene la contramedida mejorar delineación de curvas, para lo cual se tiene el prerrequisito de calidad de curva pobre. Así también, se tiene la contramedida semaforizar una intersección de 3 patas, para lo cual se tiene dos grupos de desencadenantes o prerrequisitos, entonces se podría seleccionar la contramedida “semaforizar una intersección de 3 patas si se cumple con la descripción del atributo vial como se muestra en las siguientes tablas:



Tabla 50. Primer Ejemplo de Desencadenantes para Contramedida Intersección de 3 patas

Atributo Vial	Descripción
Tipo de área	2) Ciudad o pueblo urbano / rural
Tipo de intersección	3) 3 patas (sin señalizar) con carril de giro protegido 4) 3 patas (sin señalizar) sin carril de giro protegido
Volumen de intersección de carreteras	1) > = 15,000 vehículos 2) 10,000 a 15,000 vehículos 3) 5,000 a 10,000 vehículos 4) 1,000 a 5,000 vehículos
Flujo del vehículo (AADT)	> = 5000

Fuente: ViDA - iRAP

Tabla 51. Segundo Ejemplo de Desencadenantes para Contramedida Intersección de 3 patas

Atributo Vial	Descripción
Tipo de área	1) Área rural / abierta
Tipo de intersección	3) 3 patas (sin señalizar) con carril de giro protegido 4) 3 patas (sin señalizar) sin carril de giro protegido
Volumen de intersección de carreteras	1) > = 15,000 vehículos 2) 10,000 a 15,000 vehículos 3) 5,000 a 10,000 vehículos
Flujo del vehículo (AADT)	> = 5000

Fuente: ViDA - iRAP

El modelo iRAP incluye más de 300 desencadenantes predeterminados, los cuales se basan en prácticas ingenieriles garantizadas que harán posible las propuestas de contramedidas en el presente estudio.

2. Para cada medida de mejoramiento, se calcula la cantidad de muertos y lesionados graves que se podrían prevenir de instalarse como única medida (es decir, si no se instala ninguna otra medida al mismo tiempo), en un segmento de 100 metros mediante la siguiente ecuación:

$$MLG_{\text{DESPUÉS}} = MLG_{\text{ANTES}} \times SRS_{\text{ANTES}} / SRS_{\text{DESPUÉS}}$$

Donde:



MLG= Cantidad de muertos y lesionados graves.

SRS= Puntaje de clasificación por estrellas.

3. Cada medida de mejoramiento está sujeta a una evaluación económica, en la que su relación beneficio costo (RBC) debe superar el límite establecido por el interesado. No se considerará posteriormente, ningún tratamiento que no supere el umbral del RBC establecido, (ver apartado 7.1.4.3)

4. Cada medida de mejora está sujeta a una longitud mínima, distancia mínima y reglas de jerarquía. No se considerará posteriormente ningún tratamiento que incumpla algún requisito. Este punto hace referencia a garantizar que las contramedidas estén sujetas a la práctica de la ingeniería y sea coherente, además de que si existe varias soluciones para un problema se propondrá como contramedida la que tenga mayor potencia en medida de prevención de muertes y lesionados graves.

5. El impacto de todas las medidas de mejoramiento viables se determina a un nivel de 100 metros y se calcula para cada tipo de accidente la cantidad combinada de muertos y lesionados graves una vez que se han aplicado todos los tratamientos viables.

6. El número de muertos y lesionados graves prevenidos para cada medida de mejora en dicha ubicación, es ajustado por el software ViDA-iRAP al momento de procesar los datos, esto debido a que más de una contramedida resulta ser viable en una ubicación, lo cual hace que se disminuya el rendimiento de cierta contramedida al ser combinada con otra u otras, por lo que iRAP considera un método multiplicativo para ajustar el número de víctimas prevenidas.

Es importante mencionar que, el análisis de iRAP para las propuestas de contramedidas, estimación de víctimas prevenidas y análisis económico, se basa en un periodo de 20 años, de tal manera que si una contramedida presenta una vida útil de 20 años implicaría que se construya solo una vez, a diferencia de una contramedida con vida útil de 10 años, implicaría que se construya al comienzo de la intervención y se reconstruya luego de 10 años.



7.1.4.3 Análisis Económico

El siguiente paso a seguir se trata del análisis económico de las contramedidas propuestas. De acuerdo a la ficha técnica del (International Road Assessment Programme iRAP, 2015) “Análisis Económico” se llevara a cabo un análisis económico doble durante esta evaluación:

- Durante el proceso de selección de medidas de mejoramiento, cada tratamiento en cada segmento de 100 metros del camino debe generar una relación beneficio costo (RBC) que supere un límite establecido a fin de incluirse en el Plan de Inversión para Vías Más Seguras (SRIP, por sus siglas en inglés).
- Al completar el proceso de selección de medidas de mejoramiento, se lleva a cabo un análisis económico final de todos los tratamientos tanto de manera individual como global para su inclusión en el SRIP.

Así pues, el análisis económico se fundamenta en el beneficio económico que garantice y genere la implementación de las contramedidas, este beneficio se basa en la cantidad de muertos y lesionados graves prevenidos, así como también en el valor económico de una vida humana y el valor económico de un lesionado grave. Para efectos de este estudio se considera los siguientes datos recopiladas por iRAP en las normas calculadas por McMahon y Dahdah (2008):

- El valor estadístico de una vida es de 60 a 80 veces el PIB per cápita (precio actual) para el país afectado, en este caso utilizaremos el valor de 70.
- Por cada fallecimiento ocurre 10 lesionados graves.
- El valor de un lesionado grave es igual al 25% del valor estadístico de la vida.

Por tanto:

$$\text{Beneficio económico} = (\text{n}^\circ \text{ de muertos prevenidos} * 70 * \text{PIB per cápita}) + (\text{n}^\circ \text{ de lesionados graves prevenidos} * 0.25 * 70 * \text{PIB per cápita})$$

Entonces, este beneficio para un segmento de 100 metros para un año determinado es igual a:

$$\text{Beneficio económico para un segmento de 100 metros} / (1+r) ^ \text{año.}$$

Donde “r” vendría a ser la tasa de descuento, la cual es variable por cada país.



Ahora, si queremos hallar para el periodo de análisis (en este caso será de 20 años), se realiza una sumatoria para estos 20 años, como se sabe esto es para un segmento de 100 metros, por lo que el valor del beneficio económico total del tramo de estudio durante el periodo de análisis será la sumatoria del valor del beneficio económico durante el periodo de análisis de todos los segmentos de 100 metros del tramo de estudio.

Por otro lado se tiene el costo económico de las contramedidas para lo cual el software ViDA-iRAP requiere de costos de construcción e información de la vida útil para todas las contramedidas existentes en el programa iRAP (94 contramedidas), estos costos están en función del tipo de zona adyacente a la carretera, ya sea rural o urbana, y para cada uno de estos casos se asignará 3 niveles de costos (alto, medio y bajo), de acuerdo a la dificultad de intervención de la contramedida, por ejemplo, si se quiere añadir un carril y se tiene tipo de zona urbana se requerirá grandes movimientos de tierra y reubicaciones de establecimientos o servicios, por tanto el costo sería "Urbano – Alto". Esta selección del tipo de zona y nivel de costo se podrá realizar al momento de hacer la codificación de atributos viales para segmentos de 100 metros de la vía.

Así se tiene que, el costo económico para un segmento de 100 metros de la vía en un año determinado es igual a:

$$\text{Costo total de la medida de mejoramiento para un segmento de 100 metros} / (1+r)^{(\text{año}-1)}.$$

Donde el costo total de la medida de mejoramiento es igual a la suma de los costos de construcción o restauración para las medidas de mejora seleccionadas, y "r" es la tasa de descuento. Se aplica (año-1) debido a que no se descuenta el costo de la medida en el primer año.

Ahora, para hallar el costo económico para un segmento de 100 metros durante el periodo de análisis, se realizará la sumatoria del costo económico para un segmento de la vía en un año determinado, para 20 años.

Por último, para hallar el costo económico para todos los segmentos de 100 metros de la vía durante el periodo de análisis, se realizará la sumatoria del costo económico para un segmento de la vía durante el periodo de análisis, siendo esta

sumatoria por todos los segmentos de 100 metros que se tenga en el tramo de estudio.

Una vez calculado el beneficio económico y el costo económico se procede a hallar la relación costo beneficio (RBC) de la siguiente manera:

$$\text{Valor del benéfico económico} / \text{valor del costo económico}$$

Este valor de RBC, se puede establecer con un valor límite, lo cual hace que se optimice prioridades de inversión y de esta manera dejar de lado ciertas contramedidas que no superen el límite de RBC establecido y no considerarlas en el plan de inversión (SRIP).

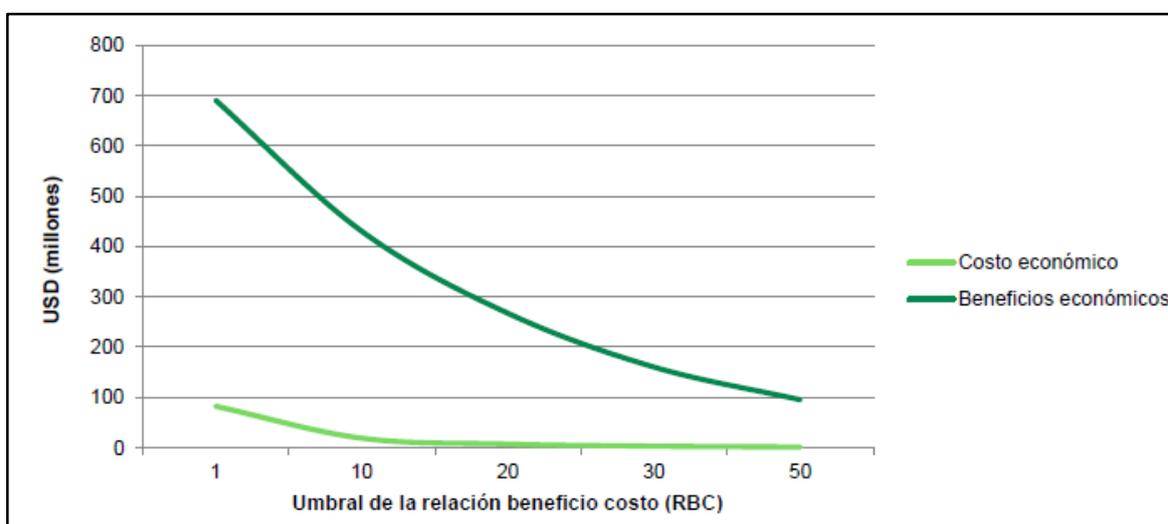


Figura 48. Relación Umbrales de RBC con el Costo y Beneficio

Fuente: iRAP 2015

En la imagen 48, se puede observar de qué manera influye los umbrales de RBC en el costo y beneficio, se observa que, tanto el costo económico como el beneficio económico van disminuyendo a medida que el límite RBC va aumentando, esto quiere decir que a mayor límite de RBC se tienen planes de inversión más económicos. Cabe mencionar que para el presente estudio se utilizó el límite de RBC como 1, lo que quiere decir que, para nuestro estudio, al menos el beneficio económico será igual a la inversión del costo económico.

Se recalca que para el procesamiento e introducción de todos los datos mencionados en este capítulo 7, se utilizó como herramienta el software en línea ViDA.



7.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA iRAP AL TRAMO DE ESTUDIO DE LA CARRETERA CV-310

En este apartado, se aplicará la metodología mostrada en el apartado 7.1 al tramo de estudio de la carretera CV-310. Primeramente, se realizó una inspección visual de la vía recolectando información necesaria, luego, se utiliza el software ViDA para la codificación de atributos viales, posteriormente se procesan los datos obteniendo la clasificación por estrellas, con esto se obtiene un estimado de accidentalidad en la vía y por último se propone contramedidas para prevenir dicha accidentalidad.

7.2.1 Inspección, Codificación y Procesamiento de Datos

Se realizó una inspección visual basada en video a través de un vehículo equipado con cámara de acción Garmin VIRB Elite, la cual, dentro de sus funciones requeridas para el estudio, presenta GPS de alta sensibilidad que realiza rastreo para la ubicación y marcación de datos, estabilización de imagen digital para aumentar la calidad de los videos, altímetro y acelerómetro para tener perfiles de grabación personalizados. El recorrido fue desde el kilómetro 9+100 hasta el 20+100 en el sentido de ida como de vuelta, así también de día como de noche. Se realizaron paradas durante el recorrido para visualizar de mejor manera y recoger la información necesaria de ciertas características de la vía, como detalles de cunetas, desnivel de márgenes de la vía, puntos de acceso importantes etc.



Figura 49. Interfaz de Inspección Visual Mediante Garmin VIRB Edit

Fuente: VIRB Edit

En la figura 49 se tiene la interfaz de la aplicación de Garmin VIRB, la cual se utilizó para realizar el procesamiento de los datos y posterior codificación de estos. Cabe mencionar que, esta herramienta de inspección mencionada anteriormente se complementa con la herramienta incorporada en el software ViDA que también utiliza como una manera de inspección visual a través de Google Earth. Para realizar la codificación y el procesamiento de datos se utilizaron ambas herramientas, pero principalmente se actuó sobre la plataforma online que ofrece el software ViDA, donde para procesar y codificar los datos se creó un alineamiento del eje del tramo de estudio segmentados cada 100 metros, teniendo como longitud de tramo de estudio de 10 kilómetros con 747 metros, por consiguiente, se tuvieron 108 segmentos para codificar.

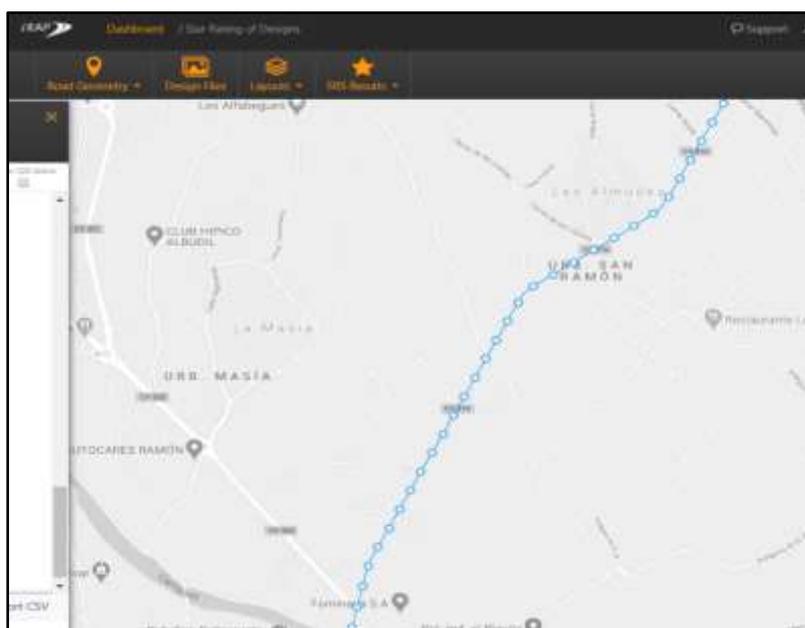


Figura 50. Segmentación del Tramo de Estudio en ViDA Fuente: ViDA - iRAP

Una vez segmentado el tramo de estudio se procede a codificar cada segmento de 100 metros de la vía mediante el software ViDA, la codificación se realizará para todos los atributos viales de la tabla 45. A continuación se mostrarán ejemplos de cómo se realizó la codificación de atributos viales mediante la interfaz de ViDA.

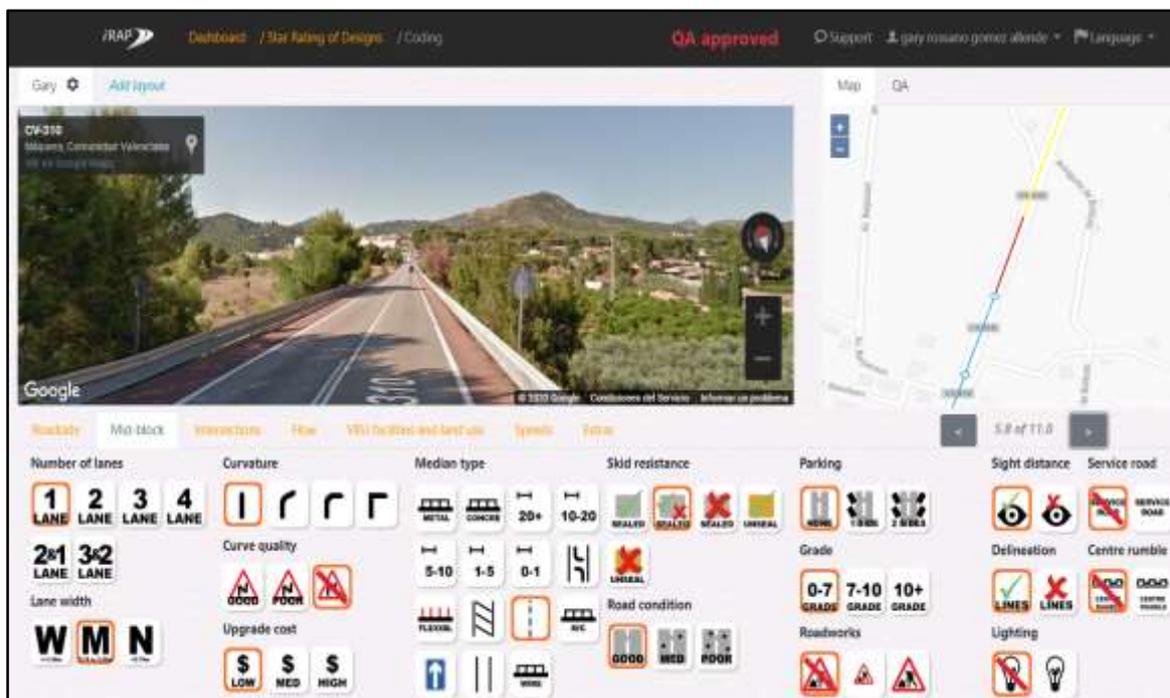


Figura 51 Interfaz de Codificación del Software ViDA

Fuente: ViDA - iRAP

Dentro de estos atributos viales, es importante recalcar que los flujos vehiculares, motociclistas, ciclista y peatonal son considerados muy relevantes para el desarrollo de la metodología, por lo que se hará mención a la obtención de estos flujos para ser codificados.

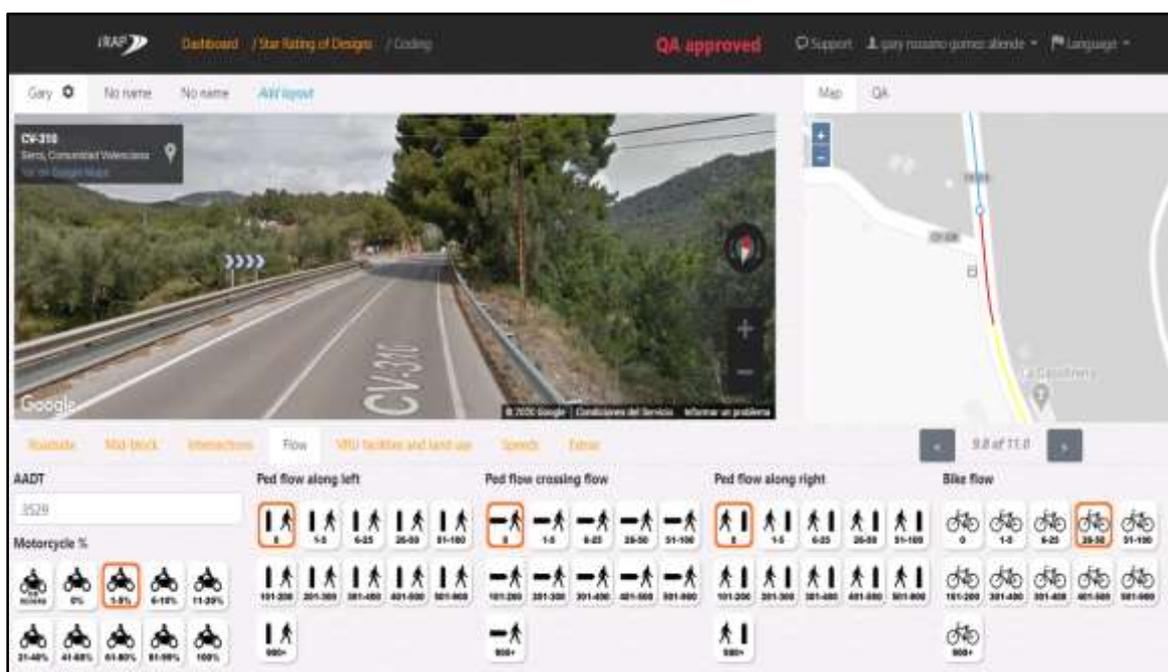


Figura 52. Interfaz de Codificación de Flujos de Usuarios en ViDA

Fuente: ViDA - iRAP

Los flujos vehiculares como para motocicletas fueron obtenidos de las tablas 33, 34 y 35 en el apartado 6.4.

Los flujos ciclistas fueron obtenidos de información observada por el Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras (GIIC) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) mediante aforos ciclistas.

La información presentada en la tabla 52 se utilizará para codificar los volúmenes por hora de tránsito ciclistas a lo largo de la vía en ambos sentidos de circulación y nos servirán para estimar el número de víctimas ciclistas en el tramo de estudio.



Tabla 52. Aforo Ciclista GIIC Año 2017

Lugar de Aforo		Progresiva 9+500 de la carretera CV-310 - Progresiva del tramo de estudio 0+315									
Fecha		Duracion (horas)	Sentido		Duracion (horas)	Sentido		Factor de hora	Duracion (formato decimal)	IH.Ciclista	
			Ida	Vuelta		I total	Dias Laborables			Fines de Semana	
22/02/2017	Miercoles	mañana	3:54:44	33	3:54:44	66	99	0.16	3.91	25.3	
		tarde	1:22:54	11	1:22:54	23	34	0.06	1.38	24.6	
11/03/2017	Sabado	mañana	5:29:24	236	5:29:24	380	616	0.23	5.49		112.2
		tarde	1:10:38	8	1:10:38	128	136	0.05	1.18		115.5
05/04/2017	Miercoles	mañana	3:48:20	29	3:48:20	34	63	0.16	3.81	16.6	
		tarde	1:07:18	12	1:07:18	15	27	0.05	1.12	24.1	
27/06/2017	Martes	mañana	5:03:58	63	5:03:58	79	142	0.21	5.07	28.0	
09/07/2017	Domingo	mañana	3:42:00	94	3:42:00	201	295	0.15	3.70		79.7
11/11/2017	Sabado	mañana	3:44:10	181	3:44:10	236	417	0.16	3.74		111.6
12/11/2017	Domingo	mañana	3:31:08	132	3:31:08	249	381	0.15	3.52		108.3
15/11/2017	Miercoles	mañana	3:52:22	24	3:52:22	38	62	0.16	3.87	16.0	
16/12/2017	Sabado	mañana	3:42:22	102	3:42:22	269	371	0.15	3.71		100.1
15/02/2018	Jueves	mañana	4:52:59	71	4:52:59	97	168	0.20	4.88	34.4	
21/04/2018	Sabado	mañana	3:11:36	93	3:11:36	172	265	0.13	3.19		83.0
22/04/2018	Domingo	mañana	2:22:24	79	2:22:24	272	351	0.10	2.37		147.9
24/05/2018	Jueves	mañana	1:41:20	16	1:41:20	50	66	0.07	1.69	39.1	
31/05/2018	Jueves	mañana	2:25:20	35	2:25:20	87	122	0.10	2.42	50.4	
01/06/2018	Viernes	mañana	2:38:30	30	2:38:30	24	54	0.11	2.64	20.4	
19/07/2018	Jueves	mañana	4:07:00	62	4:07:00	116	178	0.17	4.12	43.2	
28/07/2018	Sabado	mañana	2:41:08	166	2:41:08	140	306	0.11	2.69		113.9
23/09/2018	Domingo	mañana	3:32:26	130	3:32:26	261	391	0.15	3.54		110.4
24/11/2018	Sabado	mañana	10:49:14	269	10:49:14	460	729	0.45	10.82		67.4
28/11/2018	Miercoles	mañana	10:20:24	54	10:20:24	95	149	0.43	10.34	14.4	
Total										28.0	104.6
I:	Intensidad total de ciclistas a ambos lados de la calzada, durante el tiempo de aforo										
IH:	Intensidad horaria de ciclistas										

Fuente: Elaboración propia en base a datos del GIIC - UPV

De la tabla 52, se tiene intensidades ciclistas durante un tiempo determinado por sentido de circulación, como se quiere saber la cantidad de ciclistas que pasan durante una sección de la vía (ambos lados de la calzada), se realiza una suma del aforo en ambos sentidos, luego se divide entre la cantidad de horas aforadas y se realiza un promedio de todos los días aforados.

Para la codificación de la metodología iRAP, se requiere un estimado del flujo ciclista por hora, se sabe que el promedio de intensidad horaria ciclista los fines de semana es mucho mayor al de los días laborables, sin embargo, los fines de semana presenta flujos vehiculares más bajos, por lo que no sería adecuado tomar en cuenta ese valor. iRAP presenta rangos de valores para codificar el flujo horario ciclista por lo que, debido a la información obtenida y a los cálculos realizados se



procederá en relación al valor promedio de los días laborables, estimando un valor entre 30 a 35 ciclistas por hora a lo largo de los segmentos de 100 metros del tramo de estudio.

Los flujos de peatones horarios se registran a lo largo de la vía por el lado del pasajero y por el lado del conductor individualmente, así también cruzando la vía. Para esto iRAP propone estimar estos flujos peatonales, durante la etapa de inspección o codificación, siendo así, durante la inspección se observó los volúmenes de peatones en la vía, diferenciándose estos volúmenes por tipo de zona (comercial, residencial, educacional, industrial, agrícola y áreas rurales). Se registró para zonas comerciales entre 51 a 100 peatones por hora, para zonas residenciales entre 26 a 50 peatones, para zonas industriales entre 6 a 25 y para zonas agrícolas entre 1 a 5 peatones.

Es importante mencionar que se realizaron más de un procesamiento para contemplar de mejor manera todos los atributos viales, y el informe detallado de las condiciones de atributos viales se podrá ver en el anexo 1.

7.2.2 Clasificación por Estrellas

Una vez realizada la codificación se guardan los datos y se genera un archivo de codificación el cual es procesado por el software ViDA para generar la clasificación por estrellas de acuerdo a los puntajes de calificación de estrellas asociadas a la influencia de flujo externo, a velocidades de operación y factores de riesgo de los atributos viales como se mencionó en el apartado 7.1.3. A mayor puntaje de calificación de estrellas mayor será el riesgo de la vía por consiguiente tendrá menor calificación por estrellas.

Los resultados de calificación por estrellas (se podrán consultar en el anexo 2) se realizan para cada segmento de 100 metros de vía codificada, dentro de esta codificación puede existir fuertes variaciones de elementos de riesgo entre segmentos consecutivos, lo cual hace que se enfoque en el segmento más riesgoso o sitio peligroso. Pero para fines de generar una visión objetiva, significativa y panorámica en medida de seguridad vial del tramo de estudio, iRAP realiza un proceso de suavizado (promedio) el cual consiste en establecer tramos más largos y homogéneos, promediando el SRS de segmentos de 100 metros,

asimismo considerando dos tipos de suavizado “por sección” y “por longitud”, en este caso se realizó por longitud donde se tiene en cuenta, el cambio de tipo de área, cambio de velocidad límite, y si la distancia de sección suavizada es mayor a 3 kilómetros en zona rural o de 1 kilómetro en zona urbana. Se cavila que, si la longitud de una sección suavizada es menor que la longitud suavizada del tipo de área, esta se incorpora a la anterior.

A manera de ejemplo se colocará un diagrama en crudo (figura 53) y otro suavizado (figura 54) del puntaje de calificación por estrellas (SRS) versus la longitud de cada segmento de 100 metros, este ejemplo será para ocupantes de vehículo y los demás diagramas, así como diferentes gráficos representativos de la calificación de estrellas por tipo de accidente se verán en el anexo 3.

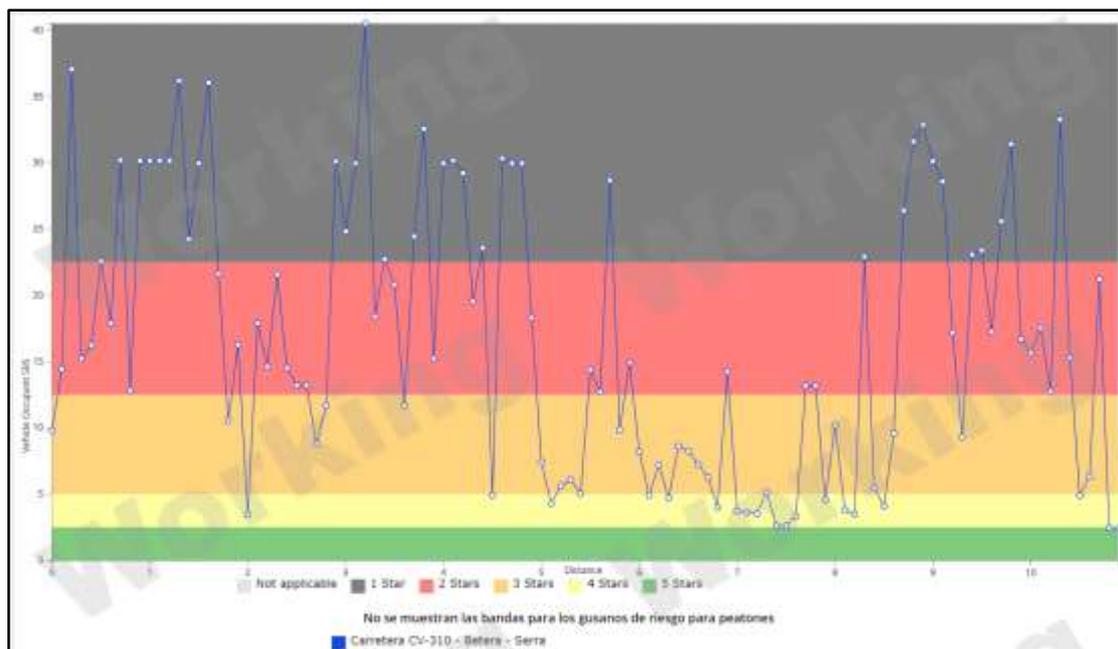


Figura 53. Diagrama de SRS para Ocupantes de Vehículo y Longitud en Crudo Fuente: ViDA - iRAP



Figura 54. Diagrama de SRS para Ocupantes de Vehículo y Longitud Suavizada Fuente: ViDA - iRAP

Así pues, a continuación, se presentan los mapas de clasificación por estrellas para cada tipo de usuario. En la figura 55 se aprecia que la gran parte del tramo de estudio es calificado con 2 estrellas (rojo) generalmente en zona rural y se tiene un tramo intermedio calificado con 3 estrellas (anaranjado) generalmente en zona urbana. Por consiguiente, para ocupantes de vehículo desde el kilómetro 0+000 hasta 4+800 y de 8+300 hasta 10+700 (tramos color rojo) son considerados sitios de mayor riesgo.

En la figura 56 se aprecia un primer y último subtramo (0+000 a 4+800 y 8+800 a 10+700 con color negro) dentro del tramo de estudio que presenta una calificación de 1 estrella siendo considerados como zona rural altamente riesgoso para motociclistas, y se tiene subtramos intermedios en zona urbana que están calificados con 2 y 3 estrellas, representando 2 estrellas un nivel riesgoso (4+800 a 6+100 y 8+300 a 8+700 como color rojo, de 6+200 a 8+200 como color amarillo).



Figura 55. Calificación por Estrellas para Ocupantes de Vehículo

Fuente: ViDA - iRAP



Figura 56. Calificación por Estrellas para Motociclistas

Fuente: ViDA - iRAP

En la figura 57 se aprecia pequeños subtramos al inicio de la vía y un subtramo más largo con calificación de 1 estrella siendo altamente riesgoso para peatones (0+000 a 0+200, 1+600, 2+100, 2+300 y desde 4+900 a 6+100), solamente se realiza la calificación de estrellas para segmentos donde exista tránsito peatonal



Figura 57. Calificación de Estrellas para Peatones

Fuente: VIDA - iRAP

Así también se tiene subtramos con calificación de 3 y 4 estrellas que representan mayor seguridad para peatones generalmente en zona urbana (6+200 a 8+200 color anaranjado – 3 estrellas y 8+300 a 8+700 color amarillo – 4 estrellas). Por último, se aprecia subtramos con calificación de 2 estrellas que representan un nivel riesgoso (8+800 a 8+900, 9+100 a 9+200, 9+700 y 10+100 a 10+700) en la parte final del tramo de estudio considerado como zona rural.



Figura 58. Calificación de Estrellas para Ciclistas

Fuente: VIDA - iRAP



En la figura 58 se aprecia gran parte del tramo de estudio con calificación de 1 estrella (0+000 a 4+800, 5+400 a 6+100 y de 8+800 a 10+700, estos dos últimos subtramos muy cercanos a calificar con 2 estrellas) representando alto nivel de riesgo para ciclistas, generalmente en zona rural, también se aprecia un pequeño tramo con 2 estrellas (4+900 a 5+300) y un subtramo intermedio con calificación de 3 estrellas (6+200 a 8+700) que representa un nivel moderado en medida de seguridad vial para ciclistas. A continuación, se mostrará un cuadro resumen de la clasificación por estrellas y la longitud que abarca cada tipo de rango para cada usuario.

Se puede apreciar de la tabla 53 que, los usuarios más vulnerables y expuestos altamente a riesgos de accidentes en diferentes tramos de vía que sumados hacen 7.7 kilómetros representando el 70 % de longitud total del tramo de estudio, son los ciclistas, seguidamente los motociclistas con 6.9 kilómetros representando el 62 % del total de la longitud. Así también se tiene un pequeño tramo, de 1.9 kilómetros que representa el 17 % de la longitud total del tramo de estudio, considerado altamente riesgoso para peatones.

Tabla 53. Cuadro Resumen de la Clasificación por Estrellas por tipo de Usuario.

Clasificaciones de estrellas	Ocupante del vehículo		Motociclista		Peatonal		Ciclista	
	Longitud (km)	Por ciento	Longitud (km)	Por ciento	Longitud (km)	Por ciento	Longitud (km)	Por ciento
5 estrellas	0,20	1,82%	0,00	0,00%	0,20	1,82%	0,20	1,82%
4 estrellas	0,00	0,00%	0,20	1,82%	0,50	4,55%	0,00	0,00%
3 estrellas	3,40	30,91%	2,10	19,09%	2,10	19,09%	2,60	23,64%
2 estrellas	7,40	67,27%	1,80	16,36%	1,20	10,91%	0,50	4,55%
1 estrella	0,00	0,00%	6,90	62,73%	1,90	17,27%	7,70	70,00%
No aplica	0,00	0,00%	0,00	0,00%	5,10	46,36%	0,00	0,00%
Totales	11,00	100,00%	11,00	100,00%	11,00	100,00%	11,00	100,00%

Fuente: ViDA - iRAP

En resumen:

- El 67 % de vía es considerado como insegura para ocupante de vehículo, mientras un 30 % de vía considerado como aceptable o moderado para el mismo usuario.



- El 78 % de vía es considerado como insegura para motociclistas, mientras un 19 % de vía considerado como aceptable o moderado para el mismo usuario.
- El 28 % de la vía es considerado como insegura para peatones, mientras el 19 % es considerado como aceptable o moderado, el 5 % es considerado como seguro y el 47 % no aplica para este tipo de usuarios.
- El 75 % de vía es considerado como insegura para ciclistas, mientras el 23 % es considerado como aceptable o moderado.

La vía presenta pequeños tramos calificados como "seguros" o de "4 o 5 estrellas", para todos los usuarios de la misma. Pero, en su mayoría presenta tramos calificados como "inseguros" o de "1 o 2 estrellas" para todos los usuarios. La vía también presenta tramos con calificación de 3 estrellas lo que consideramos como aceptable o moderado, sin embargo, eso no quiere decir que sea segura en gran medida, sino que, presenta menor riesgo de severidad y probabilidad de un accidente, por lo que es inquietante, entonces, se necesitaría mayor inversión en infraestructura viaria, el cual presentaría un retorno de inversión positivo en la mayoría de casos.

7.2.3 Estimación de Muertos y Lesionados Graves

Una vez hallada la clasificación por estrellas por tipo de usuario, el software ViDA nos permite estimar los muertos y lesionados graves (MLG o FSI, por sus siglas en inglés) también por tipo de usuario, repartidos a lo largo del tramo de estudio y con mayor incidencia en los tramos peligrosos o con baja calificación de estrellas, todo esto mediante la formulación mencionada en el apartado 7.1.4.1. Así pues, se realizó el cálculo para la estimación de muertos y lesionados graves en cada segmento de 100 metros por año, esto para cada tipo de usuario. Por consiguiente, se realizó la suma de todos los segmentos del tramo de estudio obteniendo un total de 18.7 muertos y lesionados graves al año, en todo nuestro tramo de estudio (10.8 km). Para mayor información se puede consultar el anexo 4



En la figura 59 se aprecia con color negro y rojo los puntos con alta, media-alta incidencia de víctimas. Se aprecia con color amarillo y verde los puntos con baja-media, baja incidencia de víctimas y con color anaranjado los puntos con incidencia media de víctimas.

A continuación, se hará referencia a datos reales de accidentalidad obtenidos de la “Base de datos de la Dirección General de Tráfico (DGT)” y ocurridos en los últimos cinco años a lo largo del tramo de estudio, a manera de realizar una comparación con lo estimado por el software ViDA.

Tabla 55. Datos Reales de Accidentes y Víctimas en el Tramo de Estudio

Año	2015	2016	2017	2018	2019
Nº de Accidentes	18	13	9	21	13
Heridos Leves	13	8	3	25	10
Heridos Graves	1	4	0	0	0
Muertos	1	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DGT

Se aprecia en la tabla 55 que, en el último año hubo una reducción del número de accidentes, por tanto, también en el número de víctimas. El mayor número de accidentes en un año fue de 21 en 2018, y el mayor número de heridos leves fue de 25 en el mismo año. También se aprecia que la cantidad de muertos y heridos graves son mínimas en proporción de 1 muerto y 4 heridos graves por año, lo cual refleja que existe una variación con lo estimado por ViDA, tomando en cuenta que los valores de víctimas para ocupantes de vehículo, motociclistas y peatones son bajos en relación de 2 a 5, sin embargo, el mayor aporte de víctimas se refiere a ciclistas debido a que, el tramo de estudio es considerado una “ruta ciclista” por ende, mayor concurrencia de estos usuarios, combinado con la escasa o insegura infraestructura ciclista, a lo largo de la vía, como también en intersecciones (glorietas) y la influencia del flujo vehicular externo.

Es importante mencionar que, más allá del número de víctimas es importante minimizar el número de accidentes y esto se debe a minimizar las probabilidades de que se inicie un accidente, y a minimizar la severidad del mismo.

Así también se tiene el siguiente cuadro con los puntos del tramo de vía con uno y más de un accidente:



Progresivas con un accidente:

Tabla 56. Progresivas con 1 Accidente

Progresivas con un accidente suscitado											
0+240	0+440	0+840	0+940	1+040	1+140	1+540	1+840	2+040	2+740	3+540	3+640
4+290	4+440	4+540	5+040	6+040	6+540	6+790	7+540	7+790	8+140	8+540	8+640
8+990	9+140	9+540	9+740	9+840	10+040	10+340	10+440	10+840			

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DGT

Progresivas con más de un accidente:

Tabla 57. Progresivas con más de un Accidente

Progresiva	0+140	0+340	0+540	0+940	1+940	2+340	3+340	3+740	3+840	4+140	4+240	4+640	4+840	5+740
Nº de Accidentes	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DGT

Se puede apreciar que todos los accidentes repetitivos se dan desde el kilómetro 0+000 hasta 5+740. Esta información será útil para la realización del diagnóstico de seguridad vial en el tramo de estudio.

8. DIAGNOSTICO DE SEGURIDAD VIAL O PROBLEMÁTICA ASOCIADA

En este apartado se hará enfoque relacionado a la problemática asociada de todos los datos recogidos anteriormente en el apartado de situación actual, análisis del tramo de estudio y desarrollo de la metodología iRAP, teniendo en cuenta que todos estos datos se complementan para formar un diagnóstico de seguridad vial de la carretera, de esta manera se podrá juzgar el estado real del tramo en estudio comprendido entre el kilómetro 9+185 y 19+932 de la carretera CV-310. A continuación, se describirá la problemática de cada análisis del tramo de estudio.

8.1 SITUACION ACTUAL

8.1.1 Tipo de suelo:

Dentro de este tramo de estudio se diferencié 3 subtramos bien marcados, cada uno con características homogéneas.

- Sub tramo I: comprendido desde el kilómetro 0+000 hasta 6+200, este sub tramo se caracteriza como zona rural, atravesando una pequeña zona urbana. La gran parte del suelo adyacente a la calzada es suelo agrícola, existe también en pequeña proporción suelo residencial y suelo comercial.



- Sub tramo II: comprendido desde el kilómetro 6+200 hasta 8+800, este sub tramo se caracteriza como zona urbana, gran parte del suelo adyacente a la calzada es suelo comercial, existe en menor proporción suelo residencial, educacional, industrial y rural.
- Sub tramo III: comprendido desde el kilómetro 8+800 hasta 10+780, este sub tramo se caracteriza como zona rural, gran parte del suelo adyacente a la calzada es suelo rural, existe en menor proporción suelo residencial. Esto debido a que este sub tramo atraviesa el parque natural de la sierra calderona.

8.1.2 Márgenes:

Como se ha visto en el apartado 5.6, donde se realiza un reconocimiento de los elementos de peligro que se encuentran en los márgenes de la vía, se tiene:

- Elementos rígidos como edificaciones de piedra o de hormigón, muros de contención sin protección alguna, a una distancia no mayor de 5 metros desde el borde del carril exterior.
- Postes de metal, madera u hormigón y árboles de más de 10cm de diámetro sin protección alguna, a una distancia no mayor de 5 metros desde el borde del carril exterior.
- Cunetas obstruidas y pasos salva cunetas sin protección generando mayor riesgo a ciclistas, a una distancia no mayor de 5 metros desde el borde del carril exterior
- Cabezales de alcantarillas sin protección, así también barreras metálicas con extremos desprotegidos a una distancia no mayor de 5 metros desde el borde del carril exterior.
- Taludes de desmonte con cara vertical rocosa
- Objetos rígidos y bajos, mayor a 20cm de altura, como bordillos a una distancia no mayor de 5 metros desde el borde del carril exterior.
- Obstrucción de visibilidad en curvas horizontales a causa de vegetación sobresaliente.
- Paradas de autobuses y apartaderos sin las dimensiones requeridas por norma.



- Alumbrado público deficiente.

Del análisis, los elementos con mayor riesgo y en mayor proporción a lo largo de la vía son:

- Poste de más de 10cm de diámetro, en el margen derecho con 2.1 kilómetros de existencia en la vía que representa el 19 % del total de longitud.
- Árbol de más de 10cm de diámetro, en el margen izquierdo y derecho con 1.8 y 1.3 kilómetros de existencia en la vía que representa el 16 % y 12 % del total de longitud respectivamente.
- Estructuras rígidas, en el margen izquierdo, con 1.7 kilómetros de existencia en la vía que representa el 15 % del total de longitud.
- Barreras metálicas sin protección en el margen izquierdo y derecho con 1.5 y 1.6 kilómetros de existencia en la vía representando el 14 % y 15 % del total de la longitud respectivamente.

8.1.3 Señalización:

Como se vio en el apartado 5.7, en cuanto a la problemática de señalización se tiene:

- Respecto a la señalización horizontal, esta se encuentra en un estado deficiente, falta de claridad y deterioro en las marcas viales
- Respecto a la señalización vertical, gran parte de la señalización colocada se encuentra en buen estado, sin embargo, existen lugares donde no son visibles y se encuentran obstruidas. Ausencia de señalización vertical, debería advertirse frecuentemente del tránsito ciclista, además, falta de advertencia de cruces y salidas de vehículos.
- Falta de señalización reflectante, así como capta faros o tachas reflectivas, debido a que durante la circulación nocturna no se tiene buena orientación del camino, salvo zona urbana.

8.1.4 Firme:

Como se vio en el apartado 5.8, se realizó un reconocimiento del firme, así se tiene:



- En términos generales el estado del firme está bien, sin embargo, en menor proporción existe puntos donde se necesitará mantenimiento debido a baja resistencia al deslizamiento, pequeñas fisuras y falta de limpieza de material granular en tramos de acceso de vehículos pesados.

8.1.5 Intersecciones:

Como se vio en el apartado 5.9.1, donde se realizó un análisis de intersecciones. De 8 intersecciones, 5 presentan deficiencias (62%), a continuación, se mostrará las deficiencias o problemática en este aspecto:

- De la tabla 11, la intersección 1 ubicada en la progresiva 0+295 (figura 11), es de tipo "T" presenta una posibilidad de giro cruzando toda la calzada con carril de espera, lo cual se traduce en una maniobra de riesgo, considerando que no se tiene visibilidad y hay presencia de ciclistas.
- De la tabla 11, la intersección 3 ubicada en la progresiva 6+200 (figura 15), es de tipo glorieta y presenta en el sentido decreciente una calle lateral que desfoga en la calzada anular, lo cual se traduce en maniobra de riesgo por colisiones laterales.
- De la tabla 11, la intersección 4 ubicada en la progresiva 6+920 (figura 16), es de tipo "T" pero con una particularidad que presenta una mini glorieta con 4 accesos para canalizar los movimientos de mejor manera, esta presenta inadecuada visibilidad debido al ángulo de incorporación hacia la mini glorieta, presenta mayor tiempo de espera en carriles de giro debido a movimientos conflictivos en la mini glorieta, se recalca la presencia de vehículos pesados que transitan por esta intersección.
- De la tabla 11, la intersección 5 ubicada en la progresiva 7+300 (figura 18), es de tipo glorieta, presenta una inclinación descendente de la plataforma anular lo cual hace que se pierda la visibilidad del trazado, además, una de sus patas es incorpora con ángulo muy cerrado dificultándose la visibilidad al momento de ingresar a la calzada anular.
- De la tabla 11 la intersección 8 ubicada en la progresiva 9+900 (figura 24), es de tipo "T", no presenta visibilidad al momento de incorporarse a la calzada principal, además que no presenta carril de giro.



8.1.6 Accesos:

En el apartado 5.9.2 se realizó el análisis de accesos, más específicamente en la tabla 12, se tiene que la gran mayoría de accesos son deficientes, dentro de la problemática se puede decir que:

- Se tiene gran cantidad de accesos ubicados a ambos lados de la vía, estos pueden ser para caminos agrícolas, pequeñas calles de zona urbana, caminos hacia zona industriales, caminos hacia zona de canteras, propiedades privadas, centros comerciales.
- Cercanía entre un acceso y otro, no se respeta lo indicado por norma.
- Accesos con pendiente elevada o a distinta cota rasante que la calzada principal.
- Accesos con visibilidad deficiente.
- Reducción máxima de velocidad al momento de ingresar a accesos, lo cual se puede traducir en choques por alcance.
- Accesos de propiedades privadas hacia la calzada principal que generan invasión total de arcén para realizar la maniobra de giro.
- Incorporación de accesos con ángulos cerrados o en tramos curvos hacia la calzada principal.
- Accesos de sección angosta y sin pavimentar.

8.2 ANÁLISIS DEL TRAMO DE ESTUDIO

8.2.1 Trazado:

Se realizó el análisis del trazado en el apartado 6.1, que contempla trazado en planta, alzado, sección transversal y coordinación planta alzado. De donde se obtiene la siguiente problemática:

- De la tabla 14 se tiene 25 rectas o tangentes, de las cuales 9 no cumplen con la normativa (36%), las que inician en las progresivas 0+519, 2+697 y 5+329, no cumplen porque superan la longitud máxima requerida, las demás no llegan a la longitud mínima. Se hace mención a la recta que inicia en el PK 9+041, que presenta longitud limitada, lo que representa una problemática para los radios adyacentes.



Tabla 58. Rectas que no Cumplen la Normativa

Datos Característicos de la Carretera					Cumplimiento de Longitud en Tangentes			
Elemento	PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	Vp (km/h)	Tipo	Lmin (m)	Lmax (m)	Cumple
Recta	0+519,300	1+913,202	1393.9	60	o	166.8	1002	No
Recta	2+697,497	3+825,375	1127.88	60	o	166.8	1002	No
Recta	5+329,389	6+181,747	852.358	40	o	111.2	668	No
Recta	7+402,303	7+435,190	32.887	40	s	55.6	668	No
Recta	9+041,641	9+053,197	11.556	40	s	55.6	668	No (Long. Lim.)
Recta	9+312,178	9+365,127	52.949	40	o	111.2	668	No
Recta	9+450,917	9+545,797	94.88	40	o	111.2	668	No
Recta	10+562,702	10+653,413	90.711	40	o	111.2	668	No
Recta	10+708,907	10+747,943	39.036	40	s	55.6	668	No

Fuente: Elaboración propia

- De las 21 curvas horizontales, se realizaron análisis de cumplimiento de coordinación de radios de entrada y de salida, 7 no cumplen con la normativa (33%), de las cuales en el sentido de ida 6 curvas que no cumplen y en el sentido de vuelta 5 curvas. Se hace mención que también se realizó el análisis de curvas de transición, teniendo 4 clotoides, de ellas 3 no cumplen con lo especificado en la norma. (tabla 16).

Tabla 59. Incumplimiento de Curvas Horizontales

Datos Característicos de la Carretera							Cumplimiento de Radios circulares			
Elemento	PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	Radio (m)	Radio Min (m)	Vp (km/h)	Rmin (m)	Rmax (m)	Ida	Vuelta
Curva	0+486,409	0+519,300	32.891	135	130	60				No
Curva	1+913,202	1+995,020	81.818	160	130	60			No	No
Curva	3+825,375	3+919,811	94.436	-225	130	60			No	No
Curva	4+438,529	4+498,178	59.649	220	130	60			No	
Curva	7+784,591	7+857,876	73.285	-80	50	40			No	No
Curva	8+975,651	9+024,660	49.009	53	50	40	73.24	145.6	No	No
Curva	9+053,197	9+117,291	64.094	-100.8	50	40	42.21	69.73	No	Si

Fuente: Elaboración propia

- En relación a trazado en alzado, el tramo de estudio cuenta con una pendiente llana salvo un tramo en el kilómetro 9+200 de aproximadamente



100 metros. Respecto a acuerdos verticales, de 31 acuerdos, 9 no cumplen con lo especificado en la normativa (29%), de los cuales casi todos no tienen percepción visual, que influirá en la coordinación planta – alzado.

Tabla 60. Incumplimiento de Acuerdos Verticales

Datos Característicos de la Carretera						Cumplimiento de Acuerdos Verticales		
Vertice	Estación	Longitud (m)	Valor de kv	Acuerdo	Vp (km/h)	Kv Min (Dp)	Kv Min (Da)	(L >= Vp)
7	1+805	87,233	3000	Concavo	60	Si	No	Si
8	2+501	50,612	-2000	Convexo	60	Si	Si	No
10	3+478	18,078	-2000	Convexo	60	Si	Si	No
11	3+793	56,869	3500	Concavo	60	Si	No	No
12	4+472	26,440	-1000	Convexo	60	Si	No	No
13	4+618	46,993	1200	Concavo	60	No	No	No
14	5+693	32,298	-500	Convexo	40	Si	Si	No
22	8+874	39,221	800	Concavo	40	Si	No	No
26	9+276	13,458	-1400	Convexo	40	Si	Si	No

Fuente: Elaboración propia

- Del análisis en el apartado 6.1.3, se tiene en las progresivas 2+500, 4+550, 5+700, 7+500, 8+900 y 10+000 que presentan deficiencias en el trazado respecto a la mala coordinación planta alzado e incumplimiento de normativa, también corroborado por la tabla 60.
- En relación a la sección transversal, como se vio en el apartado 6.4.1, se tiene 3 subtramos con secciones transversales marcadas, el primer sub tramo del PK 0+000 a 6+200 no cumple con el ancho de carril requerido para la velocidad de proyecto de ese sub tramo, el segundo sub tramo del PK 6+200 a 9+240 cumple con el ancho de carril, pero no cumple con ancho de arcén requerido. Todo el tramo de estudio no presenta bermas.
- En relación al análisis de visibilidad para curvas horizontales, se toma en cuenta las curvas más perceptibles de ángulos moderados a cerrados. De 13 curvas analizadas 4 curvas presentan deficiencias, estas inician en las progresivas 8+738, 9+053, 9+365 y 10+281.

8.2.2 Consistencia de Diseño:

Se realizó el análisis de consistencia en el apartado 6.3, del cual se tiene la siguiente problemática:

- Se identifican los puntos con consistencia “pobre” y algunos “aceptable” debido a que influyen en el elemento consecutivo, por tanto, se tiene que 4.5 kilómetros, que representan el 42 % de la longitud total del tramo de estudio es considerado inconsistente, más aún desde el kilómetro 0+486 hasta 4+438 que es un tramo rural con rectas extensas para las cuales los radios de curvas sucesivas deberían de ser mayores.
- Se aprecia en la siguiente tabla que la inconsistencia se da similarmente en el sentido de ida como en el de vuelta.

Tabla 61. Incumplimiento de Consistencia

Datos Característicos de la Carretera				Sentido de Ida			Sentido de Vuelta		
Elemento	PK Inicial	PK Final	Radio (m)	V85 (Km/h)	ΔV	Consistencia	V85 (Km/h)	ΔV	Consistencia
Curva	0+486,409	0+519,300	135	72.5	33.5	Pobre	72.5	20.2	Pobre
Recta	0+519,300	1+913,202		105.9	28.8	Pobre	107.2	34.7	Pobre
Curva	1+913,202	1+995,020	160	77.1	20.9	Pobre	77.1	30.1	Pobre
Recta	1+995,020	2+567,305		98.1	11.4	Aceptable	104.3	27.2	Pobre
Curva	2+567,305	2+697,497	-260	86.7	21.9	Pobre	86.7	17.6	Aceptable
Recta	2+697,497	3+825,375		108.6	24.3	Pobre	107.9	21.2	Pobre
Curva	3+825,375	3+919,811	-225	84.3	17.6	Aceptable	84.3	23.6	Pobre
Recta	3+919,811	4+438,529		101.9	18.0	Aceptable	101.6	17.3	Aceptable
Curva	4+438,529	4+498,178	220	83.9	20.9	Pobre	83.9	17.7	Aceptable
Recta	8+843,205	8+907,727		80.2	39.2	Pobre	45.4	31.2	Pobre
Recta	9+041,641	9+053,197		41.8	20.6	Pobre	63.2	22.2	Pobre
Recta	9+117,291	9+239,418		69.7	19.9	Aceptable	95.7	33.2	Pobre
Recta	9+818,666	10+113,247		99.0	23.6	Pobre			

Fuente: Elaboración propia

- Se puede observar que, desde el kilómetro 0+486 hasta 4+498, se tiene un tramo con consistencia pobre debido a que, las curvas ubicadas dentro de este tramo no presentan radios suficientemente grandes para las extensas rectas adyacentes, comparando con los resultados de la clasificación por estrellas obtenidos en el apartado 7.2.2, se comprueba que, para la misma longitud (0+486 a 4+498), se tiene un tramo inseguro clasificado con 1 estrella y 2 estrellas para motociclistas, ocupantes de vehículo y ciclistas.



- Ahora bien, lo contrario sucede desde el kilómetro 8+800 hasta 10+747, se tiene un tramo con consistencia buena porque existe una mejor coordinación geométrica entre curvas y rectas sin cambios bruscos de velocidad, a excepción del kilómetro 8+843 a 9+239, que es inconsistente por presentar 2 curvas de radio cerrado y 2 rectas muy pequeñas que dificultan la maniobra de giro del usuario. Comparando con los resultados de clasificación por estrellas, se comprueba que, para la misma longitud (8+843 hasta 9+239), se tiene un tramo clasificado como inseguro con 2 estrellas y 1 estrella para usuarios motociclistas, ocupantes de vehículo y ciclistas. Para el tramo restante con consistencia buena, se tiene asignado como tramo inseguro mediante la clasificación por estrellas, esto se debe a que, si bien el diseño geométrico puede estar bien, pero la seguridad vial depende de factores como márgenes peligrosos, sección de la vía, intersecciones deficientes, visibilidad deficiente y señalización deficiente.

8.2.3 Tráfico:

Se realizó el análisis de tráfico en el apartado 6.4, del cual se tiene el siguiente diagnóstico:

- Como se vio en dicho apartado, se dividió el tramo de estudio en tres partes, en relación a las estaciones de aforo ubicadas. Se puede decir que, la capacidad de la vía no es superada por la demanda de tráfico debido a que gran parte del tramo de estudio se clasifica con un nivel de servicio "C" y presenta un tramo intermedio con nivel de servicio "D" (zona urbana), en relación a sus velocidades de proyecto de 60 y 40 km/h.
- Debido a que la velocidad de proyecto está condicionada por dos curvas de radios pequeños, la velocidad de circulación de los vehículos es superior llegando al promedio de 80 km/h, para el primer y tercer sub tramo. Por tanto, si se realizaría una evaluación del nivel de servicio para la velocidad de 80 km/h se tendría un nivel de servicio aceptable para esta velocidad (ver tabla 44).



- En relación a la velocidad de circulación del tramo de estudio, esta no es constante debido a que las velocidades de flujo libre son variables para cada uno de los 3 sub tramos divididos.
- Se realizó el análisis de tráfico para el año horizonte del tramo de estudio, donde, los niveles de servicio para cada subtramo son D, E y C respectivamente, en relación a la velocidad de proyecto, lo cual es aceptable para las velocidades de proyecto de 60 y 40 km/h. en caso en un futuro cambien la velocidad de circulación en el sub tramo II a 80 km/h, el nivel de servicio ya no sería admisible y se traduciría en un tramo con mayor probabilidad de accidentes.

8.2.4 Análisis medioambiental:

Este análisis se realizó en el apartado 6.5, del cual se tiene el siguiente diagnóstico:

- Como se sabe, parte del tramo de estudio aproximadamente desde el kilómetro 4, se encuentra incluido dentro del área de protección e influencia del Parque Natural de la Sierra Calderona, el cual está regido por dos instrumentos de gestión y protección que son el Plan de Ordenación de Recursos Naturales (PORN) y el Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG), los cuales mencionan que en el tramo de estudio no se podrá realizar trazados de vías de nueva planta, pero si se podrá realizar ampliaciones, modificaciones y reparaciones puntuales de la plataforma del tramo de estudio con su respectiva evaluación de impacto ambiental.

8.3 PROGRAMA INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE CARRETERAS IRAP.

En el apartado 7, se tiene la descripción de la metodología iRAP y la aplicación de esta al tramo de estudio, dentro de la cual se llegó a la obtener el siguiente diagnóstico o problemática:

- Se realizó la inspección del tramo de estudio para obtener una calificación de la seguridad vial para los usuarios que transitan por la carretera. A continuación, se mostrará un diagrama de clasificación por estrellas, donde se aprecia que para ocupantes de vehículo se tiene el 67 % de la longitud

del tramo de estudio clasificado con 2 estrellas (inseguro). Se aprecia que el 16 % y el 62 % de la longitud total del tramo de estudio se clasifica con 2 y 1 estrella respectivamente (longitud insegura) para motociclistas. Se aprecia que el 11 % y 17 % se clasifica con 2 y 1 estrella respectivamente (longitud insegura) para peatones y, el 5 % y 70 % de la longitud total del tramo de estudio se clasifica con 2 y 1 estrella respectivamente (longitud insegura) para ciclistas.

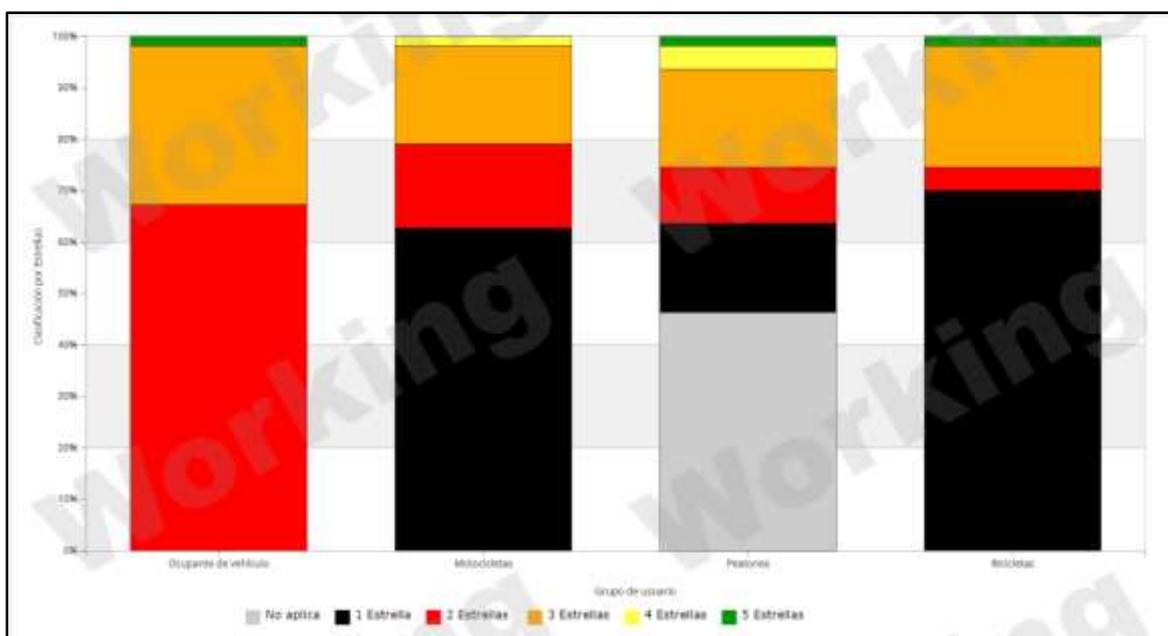


Figura 60. Porcentaje de Clasificación por Estrellas del Tramo de Estudio Fuente: VIDA - iRAP

- De los resultados de la clasificación por estrellas se estiman muertos y lesionados graves a lo largo del tramo de estudio, pero con mayor incidencia en los tramos inseguros. Se estiman: 3 muertos y lesionados graves para ocupantes de vehículos, casi ningún muerto y lesionado grave para motociclistas, 5 muertos y lesionados graves para peatones y 12 muertos y lesionados graves para ciclistas, haciendo un total de 19 muertos y lesionados graves por año.
- La cantidad estimada de muertos y lesionados graves está íntimamente relacionada al volumen de tráfico de cada usuario, por más que la infraestructura viaria sea clasificada con 5 estrellas, las víctimas son nulas si no hay tráfico.



8.3.1 Puntos Conflictivos

En este apartado se hará énfasis en los puntos o tramos de 1 estrella con puntajes más altos de calificación por estrellas, teniendo en cuenta que mientras más alto es el puntaje, mayor riesgo será el segmento y presentará menor asignación de estrellas. En la tabla 62 se apreciará la combinación de diferentes deficiencias y problemáticas recogidas del desarrollo del presente trabajo que, conjuntamente convierten los tramos de vía en puntos conflictivos, corroborando una clasificación de 1 estrella para todos los usuarios de la vía. A lo largo del tramo de estudio existen más puntos con deficiencias, que se vieron en el apartado 8 “Diagnostico o problemática asociada”, que no se tocaran en la siguiente tabla, pero no son menos relevantes, estos puntos podrán estar clasificados con 2 o 3 estrellas.

Tabla 62. Puntos Conflictivos

Nº	Puntos conflictivos	Descripción
1	0+200 a 0+350	Mayor puntaje de riesgo a causa de intersección
		Postes no abatibles y muros de hormigón en márgenes
		Falta de iluminación
		Posibilidad de giro a izquierda cruzando toda la calzada
		Presencia de acceso cercano
		Transito ciclista por arcenes
		6 accidentes suscitados como antecedente
2	1+620	Mayor puntaje de riesgo por salida del camino
		Combinación de accesos en ambas márgenes
		Visibilidad deficiente
		Posibilidad de cruce de toda la calzada
		Recta que incumple la longitud máxima
		Transito ciclista por arcenes
		Falta de iluminación
		Altas velocidades de operación
		Tramo con inconsistencia de diseño
		Márgenes riesgosos
		Señalización deficiente
Parada de bus de servicio público		
3	3+250	Mayor puntaje de riesgo por salida del camino lado del conductor
		Transito ciclista por arcenes
		Márgenes riesgosos (árbol mayor a 10 cm de diámetro)
		Combinación de accesos en ambas márgenes
		Posibilidad de cruce de toda la calzada
		Entrada y salida de vehículos pesados



		Material granular suelto en la calzada
		Señalización deficiente
		Falta de iluminación
		3 accidentes suscitados como antecedente
4	3+850	Mayor puntaje de riesgo por salida del camino lado del conductor
		Tramo curvo con presencia de acceso a distinta cota rasante
		Visibilidad deficiente
		Falta de iluminación
		Estructura rígida en margen izquierdo
		Transito ciclista por arcones
		Señalización deficiente
		Incumplimiento de radio circular
		Inconsistencia de diseño
		2 accidentes suscitados como antecedente
5	4+480	Mayor puntaje de riesgo por salida del camino lado del pasajero
		Tramo curvo con presencia de acceso
		Visibilidad deficiente
		Falta de iluminación
		Señalización deficiente
		Incumplimiento de radio circular
		Incumplimiento de acuerdo vertical
		Transito ciclista por arcones
		Falta de iluminación
		Perdida de percepción visual
		Inconsistencia de diseño
		1 accidente suscitado como antecedente
6	5+680	Mayor puntaje de riesgo por salida del camino
		Tramo recto con presencia de acceso sin pavimentar
		Visibilidad deficiente
		Señalización ausente
		Tramo recto que incumple la longitud máxima
		Pérdida de visión de trazado
		Altas velocidades de operación
		Incumplimiento de acuerdo vertical
		3 accidentes suscitados como antecedente
		Estructura rígida en margen izquierdo
		Tránsito peatonal sin senderos peatonales
		Tránsito ciclista por arcones
		Falta de iluminación
7	8+800 a 9+100	Mayor puntaje de riesgo por salida del camino lado del conductor
		Tramo sinuoso en pendiente ascendente
		Arboles no abatibles y taludes rocosos en márgenes
		Visibilidad deficiente
		Combinación de accesos estrechos



		Parada de bus de servicio público
		Transito ciclista por arcones estrechos
		Probabilidad de cruce de peatones sin cruce peatonal
		Presencia de recta con longitud limitada
		Inconsistencia de diseño
		Incumplimiento de radios de curvas circulares
		Perdida de percepción visual
		Incumplimiento de acuerdo vertical
		Curva muy cerrada, no presenta radio mínimo
		2 accidentes suscitados como antecedente
8	9+800 a 10+000	Mayor puntaje de riesgo por presencia de intersección
		Señalización deficiente
		Visibilidad deficiente
		Ausencia de carriles de giro
		Talud rocoso en margen izquierdo
		Acuerdo vertical con pérdida de visibilidad
		Inconsistencia de diseño
		Transito ciclista por arcones estrechos
		2 accidentes suscitados como antecedente
		Falta de iluminación
9	10+300	Mayor puntaje de riesgo por salida de camino lado del pasajero
		Señalización deficiente
		Visibilidad deficiente
		Talud rocoso en margen izquierdo
		Presencia de acceso cercano a distinta cota rasante
		Salida de vehículos pesados del margen derecho
		Probabilidad de cruce de peatones sin cruce peatonal
		Elemento curvo
		Peatones a ambos márgenes sin senderos peatonales
		Falta de iluminación
1 accidente suscitado como antecedente		

Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que, a lo largo del tramo, del kilómetro 0+000 a 5+740 se tiene como antecedentes más de 1 accidentes ocurrido, y, en los demás puntos como mínimo 1 accidente suscitado (obtenidos de la tabla 56 y 57), estos datos se justifican con el análisis desarrollado por la metodología iRAP, en mapas de clasificación por estrellas y estimación de víctimas.



9. PLAN DE INVERSION PARA VIAS MAS SEGURAS

Una vez identificado los puntos conflictivos, zonas de riesgo con clasificación de "1" o "2" estrellas y realizado el diagnóstico enfocado en el análisis de seguridad vial, lo cual nos dio como resultado la estimación de 19 muertos y lesionados graves por año en el tramo de estudio, se procederá a proponer contramedidas que mejoren la clasificación por estrellas de manera rentable, asimismo, reduzcan la accidentalidad y, por consiguiente, la cantidad de muertos y lesionados graves. Para lo cual, se selecciona, de 94 alternativas de contramedidas, las que cumplan prerequisites o desencadenantes (atributos viales y clasificación por estrellas) de acuerdo al diagnóstico realizado y se adecuen al entorno y características de la infraestructura viaria, antes de ser implementadas.

Como se verá en la tabla 63, dentro de cada contramedida tenemos:

- La vida de servicio de la contramedida, como el estudio es para 20 años, hay contramedidas que tendrán que ser implementadas nuevamente al término de su vida útil, cabe mencionar que, esto viene contemplado en el costo total de cada contramedida.
- Luego se tiene la longitud o cantidad de sitios donde se va a desarrollar la contramedida.
- Posteriormente se tiene la cantidad de muertos y lesionados graves prevenidos al implementar la contramedida, estos están en relación al porcentaje de disminución del factor de riesgo total que generaría la contramedida.
- Asimismo, se tiene el valor del beneficio económico que genera la implementación de la contramedida, esto está en relación a la cantidad de muertos y lesionados graves prevenidos, siendo, el valor de la vida humana, 70 veces el PIB per cápita, mencionado en las formulas del apartado 7.1.4.3. En este caso se consideró como PIB de España - Producto Interior Bruto "2019", la suma de 26,450 euros, también se tiene en cuenta que por cada muerto existe 10 lesionados graves y, el valor de la lesión grave es equivalente al 25 % del valor de la vida humana. Así también debido a que existen contramedidas que, serán implementadas nuevamente al término de su vida útil se utiliza una tasa de descuento del 3.5% para proyectos de



inversión, este valor está recomendado en el Manual del Plan de Inversión de iRAP (International Road Assessment Programme IRAP, 2014).

- En seguida se tiene, el costo estimado de cada contramedida que está en relación al tipo de zona que atraviesa el lugar de la actuación, puede ser costo bajo, medio o alto por zona rural o urbana ya sea dependiendo de las dificultades que se requieran para implementar la contramedida. Estos costos se recabaron de anteriores proyectos de mantenimiento y construcción de vías alrededor del mundo que utiliza como punto de partida el programa iRAP, si bien para cada país varía el costo de ejecución material, así como los porcentajes de costos indirectos, se hizo un ajuste al momento de procesar estos costos totales, y se adecuó a los costos que se utiliza en España. Cabe mencionar que, una vez colocados los costos totales de las contramedidas para ser procesados por el software ViDA también se coloca el valor para la tasa de descuento que influirá en el costo total del plan de inversión (tasa de descuento igual a 3.5% como se mencionó en el párrafo anterior). Estos costos se podrán ver en el anexo 5.
- Inmediatamente después se tiene el costo por muerto y lesionado grave salvado por la implementación de la contramedida.
- Por último, se tiene, la relación costo beneficio RBC, que viene a ser el cociente de los beneficios económicos generados entre el costo total de la contramedida, obteniendo para cada contramedida un valor de RBC, en este estudio se procesaron los datos colocando un valor mínimo de RBC, que fue de 1, esto quiere decir que al menos se considera las contramedidas que el beneficio generado sea igual al costo de implementación de la contramedida.

Por lo tanto, en el presente proyecto se tiene como resultado la implementación de 25 contramedidas rentables, cada una con sus características calculadas y procesadas en el software ViDA, siguiendo el procedimiento desarrollado en el apartado 7.1.4, todo esto por un periodo de 20 años desde su implementación, que es lo que establece el programa iRAP con el objetivo de salvar vidas.

Es importante recalcar que, el análisis para la implementación de cada contramedida fue para cada segmento de 100 metros del tramo de estudio.



Tabla 63. Plan de Inversión para Vías más Seguras - Moneda (Euros)

Nº	Contramedida	Vida de Servicio (años)	Longitud (km) / Sitios (und)	Muertos y Lesionados Graves Prevenidos	Valor Presente Total de los Beneficios de Seguridad	Costo Estimado	Costo por Muerto y Lesionado Grave salvado	Programa de Relación Costo Beneficio BCR
1	Carril Bici (fuera de la carretera)	20	8.5	103	43,120,141	2,518,519	24,451	17
2	Carril Adicional (2+1 con barrera de protección)	20	5.2	56	23,564,931	5,814,074	103,288	4
3	Bandas Sonoras	10	6.8	28	11,514,802	172,158	6,259	67
4	Alumbrado Público	20	7.2	25	10,529,766	719,111	28,590	15
5	Resistencia al Deslizamiento (carretera pavimentada)	10	4.2	20	8,415,715	244,034	12,139	34
6	Provisión de Sendero Lado del Conductor (adyacente a la carretera)	20	3.3	19	8,017,462	536,667	28,022	15
7	Mejorar la Delineación	5	4.7	18	7,660,342	258,818	14,144	30
8	Distancia Visual (eliminación de obstrucciones)	20	2.8	17	6,946,685	564,444	34,016	12
9	Provisión de Sendero Lado del Pasajero (adyacente a la carretera)	20	2.9	16	6,508,391	469,600	30,206	14
10	Barreras de Protección (lado del conductor)	20	5.6	10	4,372,915	606,823	58,093	7
11	Barreras de Protección (lado del pasajero)	20	4.9	9	3,615,823	533,187	61,732	7
12	Calmar el Tráfico	10	1.9	6	2,670,567	93,199	14,610	29
13	Mejorar la Delineación en Curvas	5	0.8	5	2,259,748	26,756	4,957	84
14	Ensanchamiento de Carriles (hasta 0.5m)	10	1.3	2	939,995	303,194	135,030	3
14	Señalización y Delineación (intersección)	5	6 sitios	1	518,914	151,560	122,271	3
15	Sellado de Arcén Lado del pasajero (> a 1m)	20	0.8	1	492,540	58,540	49,756	8
16	Cercas Peatonales	20	1.6	1	482,240	11,852	10,289	41



17	Sellado de Arcén Lado del conductor (> a 1m)	20	0.8	1	437,215	58,540	56,052	7
18	Alumbrado Público (intersección)	20	1 sitio	1	343,339	22,222	27,096	15
19	Cruce Peatonal Señalizado (vía principal)	20	2 sitios	0.4	170,991	96,296	235,762	2
20	Despejar los Peligros del Camino Lado del Pasajero	20	0.6	0.30	129,171	17,108	55,446	8
21	Cruce Peatonal Elevado No Señalizado	10	3 sitios	0.31	126,770	113,928	376,226	1
22	Despejar los Peligros del Camino Lado del Conductor	20	0.5	0.27	115,467	13,259	48,073	9
23	Cruce Peatonal Señalizado (calle lateral)	20	1 sitio	0.21	90,402	38,889	180,087	2
24	Carril de Giro Protegido (intersección no señalizado de 3 patas)	10	1 sitio	0.11	41,063	44,432	452,977	1

Fuente: Elaboración propia en base a VIDA - iRAP

Es así como se puede apreciar la efectividad de cada contramedida, sin embargo, al momento de proponer las contramedidas nos encontramos con algunas que son más viables que otras, debido a la presencia de limitaciones para su implementación, pero que de todas maneras se consideran en el plan con una visión radical para enfrentar a los problemas de seguridad vial que acoge el tramo de estudio, también para ser tomadas en cuenta en investigaciones o estudios futuros. La tabla 63 está organizada de mayor a menor beneficio económico de arriba hacia abajo, así, tenemos los siguientes comentarios:

En primera instancia se tiene la implementación de un carril bici fuera de la carretera ubicado a lo largo de 8.5 km del tramo de estudio, esta contramedida es la que genera mayor prevención de víctimas (103 víctimas), pero a partir del kilómetro 5.0 aproximadamente, se ve influida por la zona de protección del Parque Natural de la Sierra Calderona, por tanto, se tendría que evaluar en qué medida sería conveniente realizar la intervención para no generar impacto ambiental negativo en la zona, debido a que se permite realizar modificaciones puntuales, mas no globales. Cabe mencionar que, esta contramedida presenta una relación costo beneficio de 17, lo cual indica que la implementación sería muy rentable en

el plan, viendo la cantidad de vidas que se salvarían. En la siguiente figura se aprecia los segmentos donde se recomienda la implementación.

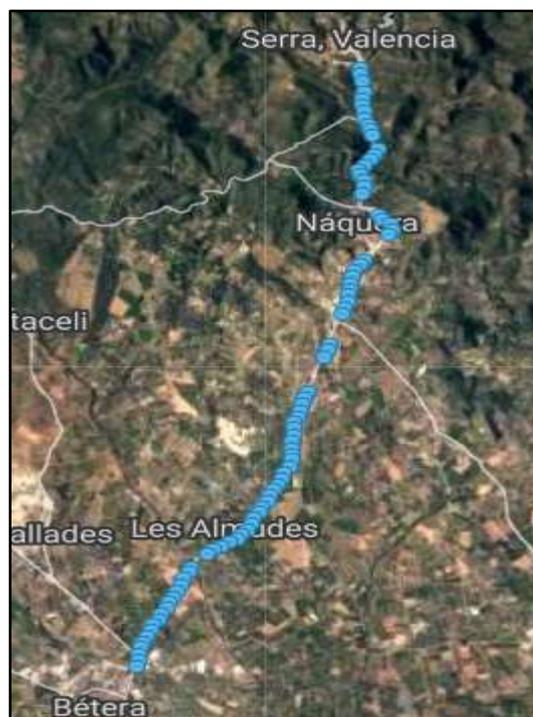


Figura 61. Carril Bici - Fuera de la Carretera

Fuente: ViDA - iRAP

Se tiene la implementación de un carril adicional (carretera 2+1) en la primera parte del tramo de estudio aproximadamente hasta el kilómetro 5.0, debido a que se tiene una zona rural con rectas largas donde los vehículos optan por velocidades mayores entre 80 y 90 km/h, sin embargo, para que los vehículos tengan una opción segura de adelantamiento, si bien no existe durante este tramo alguna intersección considerable, pero se debería tener en cuenta los accesos más relevantes. Se deberá acompañar con señalización antes de ingresar al carril de adelantamiento para que los conductores puedan realizar el alcance en zonas seguras. También se recomienda efectuar un análisis de tráfico más a detalle para priorizar el margen del carril de adelantamiento debido a que la topografía es llana. Por otra parte, tenemos la implementación de la contramedida ensanchamiento de carril hasta 0.5m debido a que, la sección del tramo de estudio presenta carriles de 3m de ancho, sin embargo, en la primera mitad del tramo de estudio no se considera esta contramedida porque ya se propone adicionar un carril, luego, del kilómetro 6.3 al 6.9 (tramo recto) si se propone ampliar el carril debido a que el

volumen de tráfico supera los 10,000 vh/día, y, del kilómetro 8.7 al 9.1 también se propone esta contramedida debido al ancho de carril reducido y por ser tramo curvo, donde se tiene mayor riesgo de choque por este motivo. En la figura 62 se tiene al lado izquierdo la propuesta de un carril adicional y al lado derecho el ensanchamiento de carril.

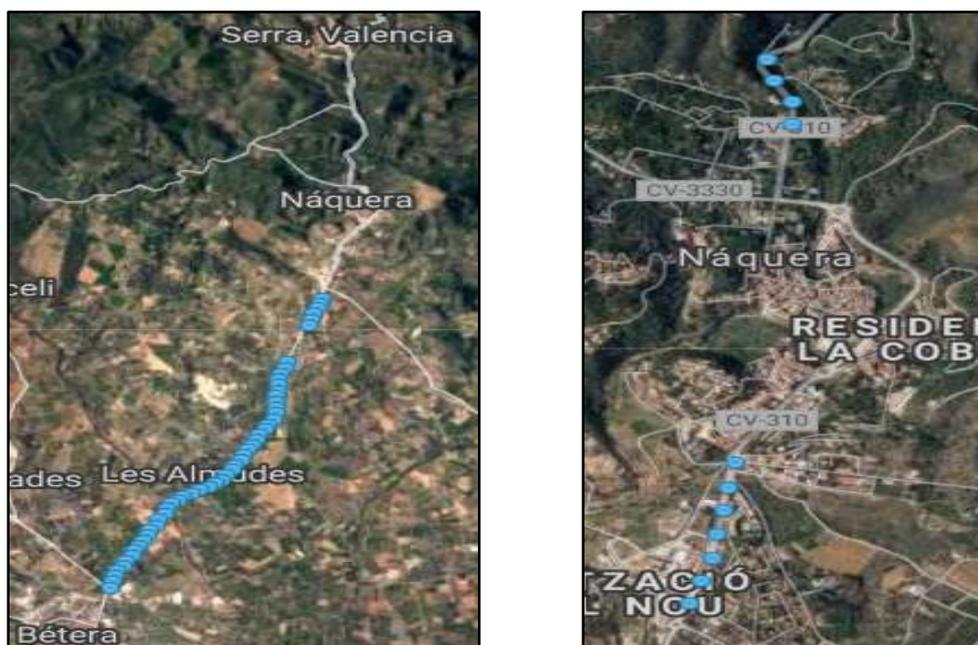


Figura 62. Carril Adicional (carretera 2+1) y Ensanchamiento de Carril Fuente: ViDA - iRAP

Otra implementación son las provisiones de senderos peatonales adyacentes a la carretera, donde se ha visto tráfico peatonal desde el kilómetro 5.0 al 6.2, se considera un tramo de riesgo debido a que los peatones transitan por el arcén, en el kilómetro 8.8 y 8.9 será necesario el sendero peatonal debido a la presencia de paradero público con accesos deficiente, generalmente la colocación de senderos peatonales será indispensable donde haya tránsito peatonal adyacente a la vía. También se propone cercas peatonales donde haya posibilidad de cruce de peatones y velocidades de vehículos superiores a 35 km/h, además de flujos vehiculares mayores a 10,000 vh/día. En las siguientes figuras se puede ver la colocación de cercas peatonales en zona urbana en la imagen de la derecha y los lugares que requieren de senderos peatonales en la imagen de la izquierda.

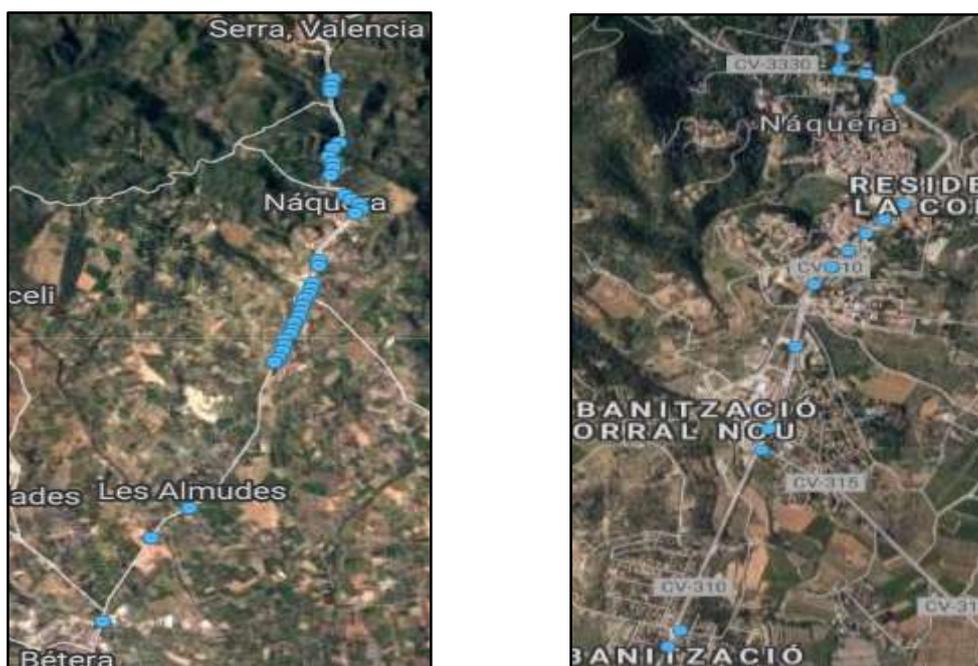


Figura 63. Provisión de Sendero Peatonal y Cercas Peatonales

Fuente: VIDA - iRAP

Ahora, se tiene como contramedida la eliminación de la obstrucción de la distancia visual, considerando que, gran parte del tramo de estudio no presenta visibilidad en los accesos, donde se tiene que actuar, sin embargo no se ha considerado la reubicación y combinación de accesos debido al costo elevado que presenta y no genera mayores beneficios económicos para ser considerado rentable ($RBC < 1$), eso no quita que se deba dejar de lado este problema, lo que se recomienda es prohibir las salidas o entradas de ciertos accesos a lo largo del tramo de estudio, o alertar con señalización la salida de vehículos pesados en puntos críticos como se vio en el apartado de "Diagnostico de Seguridad Vial". Existe puntos donde se requiere no solo de una simple eliminación de obstáculos que obstruyan la visibilidad como puede ser vegetación, mobiliario urbano, ya sea en intersecciones, tramos rectos y curvos, sino que existe lugares donde se debería eliminar un terraplén o un talud como el caso del kilómetro 10.4 y 9.1 o cortes de crestas de rasante para mejorar la visibilidad como en el kilómetro 4.4, 5.9 y 9.8, eventualmente en estos casos subirían los costos, de todas formas se consideró en el plan obteniendo un valor de costo beneficio ($RBC = 12$).

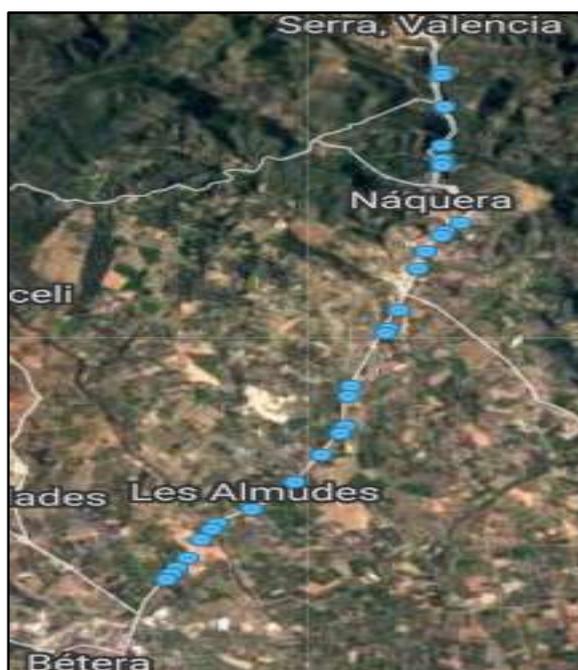


Figura 64. Eliminación de la Obstrucción de la Distancia Visual

Fuente: ViDA - iRAP

La colocación de barreras de protección se ubica a lo largo del tramo de estudio generalmente en la zona rural debido a las velocidades elevadas, existen lugares donde no se colocaron barreras de protección porque los elementos peligrosos serán retirados (considerados en la contramedida “Despejar los peligros del camino”). Se proponen barreras metálicas con protección para motociclistas.

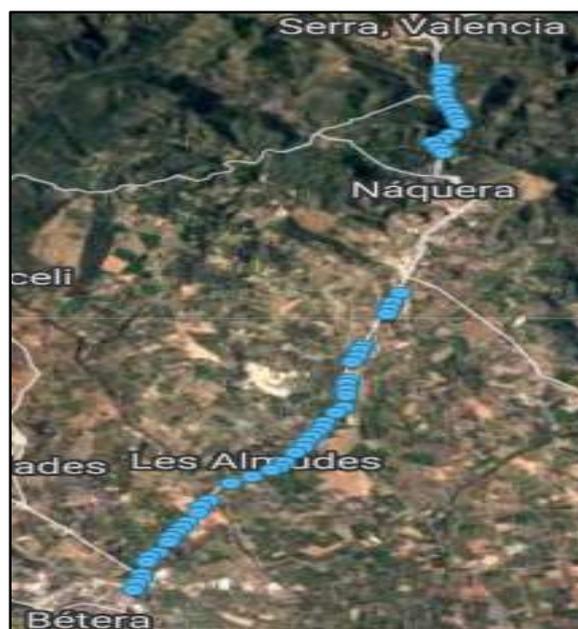


Figura 65. Barreras de Protección

Fuente: ViDA - iRAP

Mejorar la delineación es una contramedida que se propone a lo largo de toda la vía, en mayor proporción en zona rural, donde la señalización es deficiente, esta delineación ayudara a juzgar la posición de los usuarios en el transcurso de la vía, así como los peligros que se avecinan. Esta contará con señalización vertical y horizontal, principalmente marcadores reflectantes, publicaciones de guía, marcadores Chevron y señales de control de velocidad.

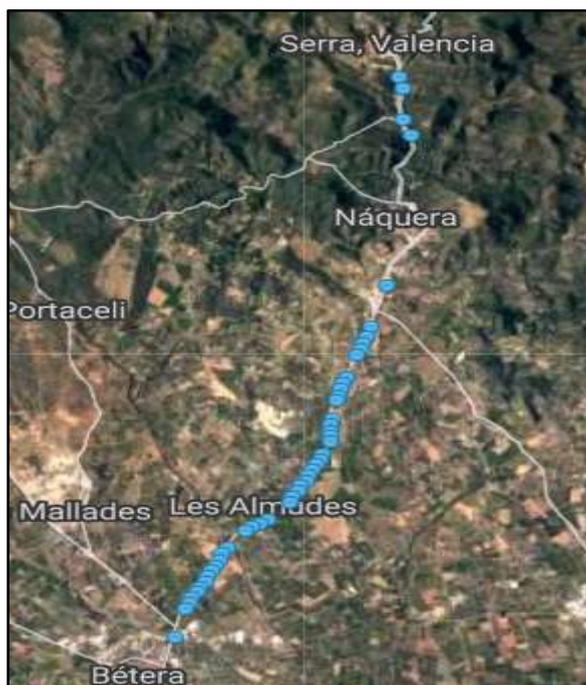


Figura 66. Mejorar la Delineación Fuente: ViDA - iRAP

A continuación, se tendrá imágenes con mayor detalle de las contramedidas propuestas:

Tabla 64. Imágenes de Contramedidas Propuestas

<p>Carril Adicional (Carretera 2+1 con barrera)</p>		<p>Bandas Sonoras</p>	
<p>Alumbrado Público</p>		<p>Senderos Peatonales</p>	



Mejorar Delineación		Mejorar la Resistencia al Deslizamiento	
Mejorar la Visibilidad (Eliminación de obstrucciones)		Barreras de Protección Flexibles	
Carril Bici (Fuera de la carretera)		Ampliación de Carril hasta 0.5m	
Cercas Peatonales		Arcén Pavimentado	
Calmar el Tráfico		Cruce Peatonal Señalizado	
Despeje de Elementos Peligrosos de la Vía		Carril de Giro en Intersección	

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, se tiene un resumen de lugares donde se aplicaron contramedidas.



Tabla 65. Número de Conrmedidas por cada Segmento de 100m

Segmentos de 100 metros	Carril Adicional (2+1 con barrera)	Carril Bici (fuera de la carretera)	Despejar los Peligros del Camino Lado del Conductor	Despejar los Peligros del Camino Lado del Pasajero	Señalización y Delineación (intersección)	Provisión de Sendero Lado del Conductor (adyacente a la carretera)	Provisión de Sendero Lado del Pasajero (adyacente a la carretera)	Improve curve delineation	Improve Delineation	Ensanchamiento de Carriles (hasta 0.5m)	Cercas Peatonales	Carril de Giro Protegido (intersección no señalizado de 3 patas)	Barreras de Protección (lado del conductor)	Barreras de Protección (lado del pasajero)	Bandas Sonoras	Sellado de Arcén Lado del conductor (> a 1m)	Sellado de Arcén Lado del pasajero (> a 1m)	Cruce Peatonal Señalizado(calle lateral)	Distancia Visual (eliminación de obstrucciones)	Cruce Peatonal Señalizado	Resistencia al Deslizamiento (carretera pavimentada)	Alumbrado Público (Intersección)	Alumbrado Público	Calmar el Tráfico	Cruce Peatonal Elevado No Señalizado	Total general
0										1			1	1	1										4	
0.1		1				1	1		1				1	1	1										7	
0.2		1			1					1			1	1	1							1			7	
0.3	1	1											1	1	1								1		6	
0.4	1	1											1	1	1								1		5	
0.5	1	1											1	1	1								1		6	
0.6	1	1							1				1	1	1								1		6	
0.7	1	1							1				1	1	1								1		7	
0.8	1	1							1				1	1	1								1		5	
0.9	1	1							1				1	1	1				1				1		8	
1	1	1							1				1	1	1				1				1		8	
1.1	1	1							1				1	1	1				1				1		8	
1.2	1	1							1				1	1	1				1				1		7	
1.3	1	1							1				1	1	1				1				1		8	
1.4	1	1							1				1	1	1								1		6	
1.5	1	1							1				1	1	1								1		7	
1.6	1	1				1			1				1	1	1				1				1		9	
1.7	1	1							1				1	1	1				1				1		7	
1.8	1	1												1	1				1				1		6	
1.9	1	1						1						1	1				1				1		6	
2	1													1	1								1		3	
2.1	1	1					1		1				1	1	1								1		8	
2.2	1	1							1				1	1	1								1		6	
2.3	1	1				1			1				1	1	1				1				1		9	
2.4	1	1							1					1	1								1		6	
2.5	1	1											1	1	1								1		5	
2.6	1	1											1	1	1								1		5	
2.7	1	1											1	1	1								1		5	
2.8	1	1							1					1	1								1		5	
2.9	1	1							1				1	1	1				1				1		8	
3	1	1							1				1	1	1								1		6	
3.1	1	1							1				1	1	1								1		7	
3.2	1	1							1				1	1	1						1		1		8	
3.3	1	1							1				1	1	1							1		1	6	
3.4	1	1							1				1	1	1				1				1		8	
3.5	1	1							1				1	1	1								1		6	
3.6	1	1							1					1	1								1		5	
3.7	1	1							1				1	1	1								1		6	
3.8	1	1						1					1	1	1				1		1		1		8	
3.9	1	1							1					1	1				1				1		7	
4	1	1							1				1	1	1								1		7	
4.1	1	1							1				1	1	1								1		7	
4.2	1	1							1				1	1	1								1		7	
4.3	1	1							1				1	1	1								1		6	
4.4	1	1						1						1	1				1				1		7	
4.5	1	1												1	1								1		4	
4.6	1	1							1				1	1	1				1				1		8	
4.7	1	1							1				1	1	1								1		7	
4.8	1	1							1				1	1	1								1		7	
4.9	1	1					1		1				1	1	1								1	1	7	



5	1				1	1		1													1	1		7		
5.1					1	1															1	1		4		
5.2					1	1				1											1			5		
5.3		1	1		1	1				1											1	1		7		
5.4					1	1		1															1	4		
5.5	1				1	1		1			1	1	1								1			9		
5.6	1	1			1	1		1			1	1	1								1			9		
5.7	1	1			1	1		1			1	1	1										1	9		
5.8	1	1			1	1		1				1	1										1	6		
5.9	1				1	1		1			1	1	1								1			9		
6	1				1	1					1	1											1	6		
6.1					1	1																	1	3		
6.2				1	1					1						1							1	5		
6.3	1				1	1			1	1											1			7		
6.4	1				1	1			1	1											1			6		
6.5	1								1												1	1	1	5		
6.6	1								1	1											1		1	6		
6.7	1				1				1	1											1		1	6		
6.8	1				1	1			1														1	5		
6.9	1			1					1												1	1		6		
7	1									1											1	1		4		
7.1	1								1														1	4		
7.2	1								1												1	1	1	5		
7.3			1	1						1											1		1	6		
7.4										1												1		2		
7.5										1											1	1		3		
7.6																						1		1		
7.7	1				1	1															1			4		
7.8	1				1	1															1			4		
7.9	1				1	1																		3		
8	1				1	1	1														1			5		
8.1	1									1											1			3		
8.2																					1			1		
8.3		1	1							1											1		1	5		
8.4		1	1							1											1		1	5		
8.5		1	1							1											1			4		
8.6	1		1	1	1	1															1		1	8		
8.7	1				1	1	1		1												1	1		8		
8.8	1				1	1	1		1		1										1	1		9		
8.9	1				1				1		1										1			5		
9	1								1												1		1	5		
9.1	1				1		1			1											1	1		7		
9.2	1				1					1											1		1	5		
9.3	1	1																					1	3		
9.4	1										1	1	1								1		1	6		
9.5											1	1	1								1		1	5		
9.6	1						1			1	1	1	1	1	1						1		1	8		
9.7	1					1				1	1	1	1	1	1						1		1	9		
9.8	1			1						1	1	1	1	1	1						1	1		10		
9.9	1							1		1	1	1	1	1	1						1		1	8		
10	1									1	1	1	1	1	1								1	7		
10.1	1				1						1	1	1	1	1						1			7		
10.2	1				1	1					1	1	1	1	1						1			9		
10.3	1				1	1	1				1	1	1	1	1						1	1		12		
10.4					1		1				1	1	1								1		1	7		
10.5	1																					1		2		
10.6	1							1																2		
10.7	1											1									1			3		
10.8										1											1			2		
10.9																					1		1	2		
	52	86	5	6	6	33	29	8	47	13	16	1	56	49	68	8	8	1	28	2	42	1	72	19	3	659

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 65 se tiene en cuenta, los tramos de vía que necesitaron mayor intervención y que tipo de contramedida fue la que mayormente se incorporó a lo largo del tramo de estudio. Así también, se tiene colocado un numero 1 en cada casillero que corresponde al lugar de propuesta de contramedida, de donde se obtiene al lado extremo derecho de la tabla la sumatoria de la cantidad de contramedidas por segmento de 100m, y, en la parte inferior de la tabla se tiene la sumatoria de la cantidad de segmentos en los que ha sido necesario implementar una contramedida.



De la figura 67 se puede observar que, la parte del tramo de estudio con color verde presenta una reducción de 2 a 5 muertos y lesionados graves (MLG) por kilómetro por año, el color azul representa de 0 a 2 MLG por kilómetros por año.

Consecuentemente a esta reducción de víctimas e implementación de contramedidas, se tiene una mejor clasificación por estrellas del tramo de estudio, así, mejorando la seguridad vial para los tipos de usuarios de la vía.

Tabla 67. Clasificación de Estrellas Después de la Implementación de Contramedidas

Clasificaciones de estrellas	Ocupante del vehículo		Motociclista		Peatonal		Ciclista	
	Longitud (km)	Por ciento	Longitud (km)	Por ciento	Longitud (km)	Por ciento	Longitud (km)	Por ciento
5 estrellas	6,10	55,45%	1,40	12,73%	3,40	30,91%	9,50	86,36%
4 estrellas	3,20	29,09%	5,70	51,82%	2,20	20,00%	0,20	1,82%
3 estrellas	1,50	13,64%	3,40	30,91%	0,20	1,82%	1,20	10,91%
2 estrellas	0,10	0,91%	0,40	3,64%	0,00	0,00%	0,10	0,91%
1 estrella	0,10	0,91%	0,10	0,91%	0,10	0,91%	0,00	0,00%
No apta	0,00	0,00%	0,00	0,00%	3,10	28,36%	0,00	0,00%
Totales	11,00	100,00%	11,00	100,00%	11,00	100,00%	11,00	100,00%

Fuente: ViDA - iRAP

Se puede observar cambios positivos significativos en especial para usuarios ciclistas y peatones que presentaban gran porcentaje clasificado con 1 estrella, estos valores son porcentajes suavizados para cada usuario del tramo de estudio. Como se sabe a lo largo del desarrollo del presente proyecto la carretera CV-310 tiene un nivel de seguridad vial bajo, por lo que la posible ocurrencia de accidentes y por tanto fatalidades, a causa de deficiencias de la infraestructura viaria es un problema a enfrentar por más mínima que sea la deficiencia, ya que, posteriormente se puede lamentar. Por lo que es obligación de las entidades que administran o gestionan las vías en cada país, invertir en seguridad vial, puesto que, se cuenta con una herramienta metodológica como es el uso del programa iRAP, que está demostrado que sus resultados son positivos en un determinado tiempo. De esta manera será competencia de las autoridades autorizar la construcción de las contramedidas a implementar realizando análisis externos como: Evaluaciones de impacto ambiental, presupuesto financiero, prioridades de actuaciones de diferentes proyectos, este último en relación a datos reales de



accidentalidad, en unas vías más que otras y así, concretar la ejecución de un proyecto.



10. CONCLUSIONES

1. Se logró realizar la verificación del cumplimiento de diseño geométrico del tramo de estudio entre los PPKK 9+185 y 20+240 de la carretera CV-310, concluyendo con los siguientes resultados:
 - a) Se obtuvo que, el 37% de elementos geométricos (curvas horizontales y rectas) no cumplen con la normativa vigente.
 - b) Se obtuvo que, el 35% de elementos geométricos (curvas verticales) no cumplen con la normativa vigente.
 - c) Se obtuvo que, el 62% del total de intersecciones del tramo de estudio no cumple con la normativa vigente.
 - d) Se obtuvo que, tanto para el cumplimiento de la sección transversal y accesos del tramo de estudio, más del 70% no cumple con la normativa vigente.
2. En relación a la evaluación de consistencia de diseño geométrico del tramo de estudio de la carretera CV-310, se concluye que, 4.5 kilómetros que, representa el 42% del total de longitud del tramo de estudio es inconsistente. La evaluación de la consistencia se ve limitada por presencia de tramos urbanos donde la velocidad de los vehículos se ve afectada o influenciada por glorietas, reductores de velocidad e intersecciones semaforizados, por lo que esos tramos no fueron considerados en la evaluación de la consistencia.
3. Se logró realizar la clasificación por estrellas del tramo de estudio de la carretera CV-310, concluyendo que, dicha clasificación es distinta para cada tipo de usuario, así se tiene los resultados con mayor inseguridad:
 - a) Para ocupantes de vehículos el 67% de la longitud total de la vía está clasificada con 2 estrellas.
 - b) Para motociclistas el 16% de la longitud total de la vía está clasificada con 2 estrellas y el 62% de la longitud total de la vía clasificada con 1 estrella.
 - c) Para peatones el 11% de la longitud total de la vía está clasificada con 2 estrellas y el 17% de la longitud total de la vía clasificada con 1 estrella.



- d) Por último, para ciclistas se tiene el 5% de la longitud total de la vía clasificada con 2 estrellas y el 70% clasificada con 1 estrella.
4. Se logró realizar la estimación de víctimas a consecuencia de posibles accidentes en el tramo de estudio de la carretera CV-310, concluyendo con un total de 19 muertos y lesionados graves en los tramos inseguros, de los cuales el 63% representa víctimas de usuarios ciclistas.
 5. De la evaluación realizada al tramo de estudio de la carretera CV-310, se observó e identificó diferentes tramos de la carretera que tienen deficiencias e inseguridad, concluyendo en la identificación de puntos conflictivos debido a la combinación de deficiencias de seguridad vial, estos puntos se encuentran en las progresivas: 0+250, 1+620, 3+250, 3+850, 4+480, 5+680, 9+000, 9+900 y 10+300.
 6. En función a los resultados expuestos anteriormente, utilizando la metodología iRAP en la evaluación de la seguridad vial entre los PPKK 9+185 a 19+932 de la carretera CV-310 se puede concluir que, teniendo un flujo vehicular con nivel de servicio estable y un porcentaje bajo de vehículos pesados, el tramo de estudio es inseguro.
 7. En relación al Plan de Inversión para Vías más Seguras (SRIP), se concluye con un total de 25 contramedidas propuestas que generan un costo de 13,487,209 de euros, frente a las deficiencias de seguridad vial a lo largo del tramo de estudio, para salvar a 342 personas obteniendo un beneficio de seguridad de 143,085,397 euros durante 20 años (ver tabla 65).



11. RECOMENDACIONES

1. El análisis de diseño geométrico, consistencia de diseño, tráfico y medioambiental no está considerado en la metodología iRAP, sin embargo, esos análisis indirectamente son parte del modelo iRAP ya que, se complementan reflejándose en los resultados de clasificación por estrellas y son fundamentales a la hora de tomar decisiones.
2. El modelo iRAP utiliza una metodología muy práctica y dinámica para la evaluación mediante inspecciones visuales de seguridad vial de carreteras divididas con calzadas separadas ya sea de 2 o más carriles por sentido, carreteras no divididas, como carreteras convencionales de un carril por sentido, o caminos de un solo carril, con el fin de verificar la condición actual de la vía. Todas las carreteras necesitan ser evaluadas, se sabe que las autopistas presentan clasificaciones de estrellas de 3 para arriba, sin embargo, se tienen que evaluar. No obstante, las carreteras que a nivel mundial y más aún en los países en desarrollo necesitan mayor prioridad de evaluación y actuación son las carreteras convencionales, donde cada país debería generar un plan para que todas o la gran mayoría de sus carreteras convencionales en un determinado tiempo puedan alcanzar un estándar de 3 estrellas, lo que significa una reducción de la mortalidad, teniendo en cuenta que, si bien no se evitan los accidentes, pero se reduce la severidad del mismo. Asimismo, la vulnerabilidad de usuarios en carreteras se reduciría significativamente, separando los flujos de tráfico de un sentido y el otro, segregando a usuarios peatones y/o ciclistas de la vía a una distancia prudente, o en todo caso si es adyacente a la vía mediante barreras de protección y realizando un mantenimiento a los márgenes de la vía para reducir el riesgo de severidad y probabilidad de un accidente.
3. Si bien el modelo de inspección de iRAP utiliza la recolección de datos mediante videos es importante tomar datos in situ, para validar y actualizar la información además de precisar de mejor manera los resultados.
4. Del desarrollo del presente estudio se puede decir que, la velocidad de operación de los vehículos y los flujos de tráfico de los usuarios de la vía, son datos muy trascendentales, dependerán de estos el buen desempeño



- de la seguridad vial en el tramo de carretera. Se recomienda generar estudios más detallados acerca de velocidades y flujos de tráfico debido a que se podrían extremar o minimizar la estimación de víctimas, por consiguiente, los beneficios económicos al momento de proponer contramedidas. Asimismo, se recomienda la correcta aplicación o utilización de la velocidad media, que es la que se utiliza al momento de estimar accidentalidad, debido a que, una carretera que tiene bastante flujo vehicular tendrá mayor exposición a accidentes, pero puede ser altamente congestionada y por lo tanto la estimación de víctimas disminuirá.
5. Se planteó un total de 25 contramedidas propuestas de 94 alternativas que presenta el programa iRAP, donde se puede optar por muchas más contramedidas de acuerdo a las necesidades y al tipo de vía, sin embargo, la propuesta de la implementación de las contramedidas no presentan detalles a profundidad, por lo que se requiere que estas sean afinadas para ser concretizadas, lo cual depende, no solo de una persona sino de un grupo de especialistas en diferentes ámbitos para llevar a cabo el Plan de Inversión para Vías más Seguras.
 6. Del plan detallado en este estudio se tiene que, la opción con más víctimas prevenidas sería la de implementar un carril bici fuera de la carretera, debido a la gran afluencia de ciclistas, cabe mencionar que, en estos últimos tiempos la movilidad ciclista va en aumento y más aún en carreteras convencionales que se usa la bicicleta para fines de ocio, deporte y salud. De todas maneras, esta posibilidad deberá ser evaluada con mayor profundidad y estudios que justifiquen su implementación, teniendo en cuenta las restricciones que se generarían por atravesar la zona protegida del Parque Natural de la Sierra Calderona.
 7. El plan de inversión requiere de la utilización de costos de contramedidas con unidades muy globales, por lo que se recomienda para estudios futuros realizar un estudio de costos con mayor experiencia en mantenimiento y construcción de obras viales, debido a que cada país presenta distintos costos de materiales, mano de obra y porcentajes presupuestales.



8. El desarrollo del presente proyecto fue la evaluación de un tramo de la carretera convencional CV-310, por lo que se recomienda para investigaciones futuras la evaluación del total de la carretera CV-310 con la misma metodología para obtener resultados más objetivos y homogéneos.
9. La metodología iRAP que se utilizó en el presente estudio, fue para una carretera en funcionalidad o construida, que normalmente las inspecciones de seguridad vial se hacen para este tipo de vías. Sin embargo, se viene estableciendo una metodología proporcionada también por iRAP que, se podrá utilizar para proyectos en etapa de diseño, en otras palabras se podrá realizar mediante la evaluación de clasificación por estrellas las auditorias de seguridad vial desde el proceso de licitación, con el objetivo de obtener mayor competitividad generando propuestas con mayor rendimiento donde la clasificación por estrellas y los beneficios económicos asociados con cada diseño se podrá estandarizar globalmente. Asimismo, permitiría una inversión integral desde el inicio y no se necesitaría de mayor inversión con el pasar de los años.



12. BIBLIOGRAFIA

Area de Carreteras de la Diputación Provincial de Valencia. (2018). *Libro de aforos 2018*.

Area de Carreteras de la Diputación Provincial de Valencia. (2018). *Mapa de Tráfico del Area de Carreteras de la Diputación de Valencia 2018*.

Conselleria de Medio ambiente. (2001). *Plan de Ordenacion de Recursos Naturales del Parque Natural de la Sierra Calderona*.

Directiva 2008/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. (2008). *Gestion de la seguridad vial de las infraestructuras viarias*.

García Jiménez, M. E., (2017). *Desarrollo de modelos de velocidad de operación de vehículos ligeros en carreteras convencionales considerando sus características geométricas y operacionales*.

Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras GIIC. (2016). *Memoria científico-técnica de proyectos individuales. Bike2Lane - Mejora de la seguridad y operación de carreteras convencionales con ciclistas*.

Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras GIIC. (2018). *Capacidad y nivel de servicio en carreteras convencionales*

Grupo de Trabajo de Seguridad Vial. (2018). Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos en carreteras de características reducidas.

Hurtado Beltrán, A., Serna Rodriguez, M., Chávez Cardenas, J. A., (2014). *Aplicación de la metodología iRAP y el software ViDA-iRAP en un tramo de autopista en México*.



Institut Cartogràfic Valencià - Generalitat Valenciana.

<http://www.icv.gva.es/es>

Instituto Nacional de Estadística - Comunidad Valenciana. (2019)

<https://www.ine.es/>

International Road Assessment Programme iRAP. (2013). *Documento metodológico - Tipos de accidente.*

International Road Assessment Programme iRAP. (2014). *Documento metodológico - Calibración y estimación de víctimas.*

International Road Assessment Programme iRAP. (2014). *iRAP Star Rating and Investment Plan Quality Assurance Guide.*

International Road Assessment Programme IRAP. (2014). *iRAP Star Rating and Investment Plan Coding Manual.*

International Road Assessment Programme iRAP. (2015). *Documento metodológico - Análisis económico.* (2008).

International Road Assessment Programme iRAP. (2015). *Documento metodológico - Bandas de Clasificación por Estrellas.*

International Road Assessment Programme iRAP. (2015). *Documento metodológico - Medidas de Mejoramiento.*

International Road Assessment Programme iRAP. (2016). *Star Rating and Investment Plan Data Analysis and Reporting Specification.*

International Road Assessment Programme iRAP. (2017). *Performing Assessments and Creating Reports Using ViDA.*



International Road Assessment Programme iRAP. (2017). *Star Rating and Investment Plan Implementation Support Guide*.

International Road Assessment Programme iRAP. (2019). *Manual de codificación de iRAP*.

International Road Assessment Programme. <https://www.irap.org/>

Martinez Serrano, I. (2019). *Estudio sobre la seguridad ciclista en carreteras convencionales mediante encuesta. Propuesta de mejora de la CV-310, entre los P.K 10+000 y 15+750, de los TT.MM. de Bétera y Náquera (Valencia)*.

Ministerio de Fomento, D. G. de C. (1987). *Norma 8.2 Marcas viales, Instrucción de Carreteras*

Ministerio de Fomento, G. de E. (2010). *Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento. FOM/3317, 13*.

Ministerio de Fomento, D. G. de C. (2014). *Norma 8.1 Señalización vertical, Instrucción de Carreteras*.

Ministerio de Fomento, D. G. de C. (2016). *Orden circular 37/2016. Base de precios de referencia de la dirección general de carreteras*.

Ministerio del Fomento, D. G. de C. (2016). *Norma 3.1 Trazado, Instrucción de Carreteras*.



Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial*.

Pérez Castro, J. G., Abarca Pérez, E., & Mendoza Díaz, A. (2013). *Proyecto de mejoramiento de un tramo carretero a partir de su evaluación con el modelo iRAP*. Instituto Mexicano Del Transporte.

Pérez Zuriaga, A. M., Camacho Torregrosa, F. J., & García Garcia, A. (2011). *La velocidad de operación y su aplicación en el análisis de la consistencia de carreteras para la mejora de la seguridad vial*. In *Cuaderno Tecnológico de la PTC (Vol. 6)*.

PIB de España - Producto Interior Bruto 2019 | datosmacro.com.
<https://datosmacro.expansion.com/pib/espana>

Transportation Research Board (TRB), (2010). *Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2010*

Urzúa, J., Centeno, A. G., (2014). *IRAP, una herramienta para la mejora de la seguridad vial*. IV Congreso Ibero - Americano de Seguridad Vial.

Valenciana, G. (2006). *Proyecto Plan Rector de Uso y Gestión - Parque Natural de la Sierra Calderona*.

Valenciana, G. (2017). *Libro blanco sobre la protección de las personas usuarias de la bicicleta en la Comunitat Valenciana*



ANEXOS

ANEXO 1. Condiciones Detalladas de la Codificación del Tramo de Estudio



Tabla 68. Condiciones de la Carretera - Borde del Camino

Gravedad en la carretera: distancia del lado del conductor	km	%	Gravedad en carretera: objeto del lado del conductor	km	%
0 a <1 m	0,70	6,6	Barrera de seguridad - hormigón	0,30	3
1 a <5m	10,10	92	Barrera de seguridad: apta para motocicletas	0,90	8
5 a <10m	0,10	1	Cara vertical agresiva	1,20	11
>= 10m	0,10	1	Zanja de drenaje profundo	0,20	2
Gravedad en carretera - distancia del lado del pasajero			Gravedad en carretera - objeto del lado del pasajero		
0 a <1 m	1,80	dieciséis	Árbol >= 10cm de diámetro	1,80	dieciséis
1 a <5m	8,70	79	Cartel, poste o poste >= 10 cm de diámetro	1,30	12
5 a <10m	0,30	3	Estructura rígida / puente o edificio	1,70	15
>= 10m	0,20	2	Estructura o edificio semirrígido	1,40	13
Hombro estruendo tiras			Gravedad en carretera - objeto del lado del pasajero		
No presente	11,00	100	Extremo de barrera de seguridad sin protección	1,50	14
Hombro pavimentado - lado del pasajero			Gravedad en carretera - objeto del lado del pasajero		
Mediano (>= 1,0m a <2,4m)	5,90	54	Cantos rodados grandes >= 20 cm de alto	0,70	6,6
Estrecho (>= 0m a <1,0m)	5,10	46	Gravedad en carretera - objeto del lado del pasajero		
Hombro pavimentado - lado del conductor			Gravedad en carretera - objeto del lado del pasajero		
Mediano (>= 1,0m a <2,4m)	6,00	55	Barrera de seguridad - metal	0,70	6,6
Estrecho (>= 0m a <1,0m)	5,00	45	Barrera de seguridad - hormigón	0,30	3
			Barrera de seguridad: apta para motocicletas	1,60	15
			Cara vertical agresiva	0,80	7,7
			Árbol >= 10cm de diámetro	1,30	12
			Cartel, poste o poste >= 10 cm de diámetro	2,10	19
			Estructura rígida / puente o edificio	1,30	12
			Estructura o edificio semirrígido	0,20	2
			Extremo de barrera de seguridad sin protección	1,60	15
			Cantos rodados grandes >= 20 cm de alto	1,00	9,9
			Ninguna	0,10	1

Fuente: VIDA - iRAP



Tabla 69. Condiciones de la Carretera - Mitad del Bloque

Etiqueta de calzada	km	%	Costo de actualización	km	%
Camino indiviso	11,00	100	Bajo	2,90	26
Tipo medio	km	%	Medio	6,00	55
Carril de giro central continuo	0,40	4,4	Alto	2,10	19
Trama central (> 1m)	1,70	10	Tiras estruendosas de la línea central	km	%
Línea central	7,80	71	No presente	10,90	99
Amplia línea central (0,3 ma 1 m)	1,70	15	Presente	0,10	1
Numero de carriles	km	%	Ancho de carril	km	%
Uno	11,00	100	Mediano (>= 2,75 ma <3,25 m)	11,00	100
Curvatura	km	%	Calidad de curva	km	%
Recta o suavemente curvada	8,30	75	Adecuado	1,90	17
Moderar	1,90	17	Pobre	0,80	7,7
Águdo	0,50	5,5	No aplica	8,30	75
Muy afilado	0,30	3	Condiciones del camino	km	%
Grado	km	%	Buena	9,70	88
> = 0% a <7,5%	10,80	98	Medio	1,30	12
> = 7,5% a <10%	0,20	2	Definición	km	%
Resistencia al deslizamiento / agarre	km	%	Adecuado	5,10	46
Señado - adecuado	1,50	14	Pobre	5,90	54
Señado - mediano	9,10	83	Estacionamiento de vehículos	km	%
Señado - pobre	0,40	4,4	Ninguna	9,60	87
Alumbrado público	km	%	Un lado	1,30	12
No presente	7,30	66	Dos lados	0,10	1
Presente	3,70	34	Obras de carretera	km	%
Via de acceso	km	%	No hay obras viales	11,00	100
No presente	8,40	85	Distancia de la vista	km	%
Presente	1,60	15	Adecuado	7,80	71
			Pobre	3,20	29

Fuente: ViDA - iRAP



Tabla 70. Condiciones de la Carretera – Intersecciones

Tipo de intersección	km	%	Canalización de intersección	km	%
Rotonda	0,40	4,4	No presente	10,20	93
3 patas (sin señalizar) con carril de giro protegido	0,20	2	Presente:	0,80	7,7
3 patas (sin señalizar) sin carril de giro protegido	0,20	2	Calidad de intersección	km	%
4 patas (señalizado) sin carril de giro protegido	0,10	1	Adecuado	0,30	3
Ninguna	10,10	92	Pobre	0,60	5,5
Volumen de intersección de carreteras	km	%	No aplica	10,10	92
5,000 a 10,000 vehículos	0,30	1	Puntos de acceso a la propiedad	km	%
1,000 a 5,000 vehículos	0,50	5,5	Acceso comercial 1+	1,50	14
100 a 1.000 vehículos	0,30	3	Acceso residencial 3+	2,10	19
Ninguna	10,10	92	Acceso residencial 1 o 2	2,10	19
			Ninguna	5,30	48

Fuente: ViDA - iRAP

Tabla 71. Condiciones de la Carretera - Flujos de Tráfico

Flujo del vehículo (AADT)	km	%	Motociclista observó flujo	km	%
1000 - 5000	3,60	33	Ninguna	11,00	100
5000 - 10000	6,20	56			
10000-15000	1,20	11			
Ciclista observó flujo	km	%	Flujo observado peatonal a través del camino:	km	%
Ninguna	11,00	100	Ninguna	11,00	100
El peatón observó el flujo a lo largo del camino del lado del conductor	km	%	Flujo observado por peatones a lo largo del camino del lado del pasajero	km	%
Ninguna	11,00	100	Ninguna	11,00	100
Motociclista%	km	%	Flujo de horas pico peatonal a través de la carretera	km	%
1% - 5%	11,00	100	0 0	8,70	79
Ciclista hora pico flujo	km	%	1 a 5	0,90	8
26 a 50	11,00	100	6 a 25	1,00	9,9
			26 a 50	0,40	4,4
Flujo de horas pico peatonal a lo largo del camino del lado del conductor	km	%	Flujo de horas pico peatonales a lo largo del camino del lado del pasajero	km	%
0 0	5,50	50	0 0	6,30	57
1 a 5	3,50	32	1 a 5	2,80	25
6 a 25	1,30	12	6 a 25	1,30	12
26 a 50	0,50	5,5	26 a 50	0,60	5,5
51 a 100	0,20	2			

Fuente: ViDA - iRAP

Tabla 72. Condiciones de la Carretera - Instalaciones y Usos de Suelo

Uso del suelo - lado del conductor	km	%	Uso del suelo - lado del pasajero	km	%
Áreas no desarrolladas	1,20	11	Áreas no desarrolladas	2,40	22
Agricultura y agricultura	5,00	45	Agricultura y agricultura	5,30	48
Residencial	3,50	32	Residencial	2,00	18 años
Comercial	1,10	10	Comercial	1,30	12
Educativo	0,20	2			
Tipo de área	km	%	Instalaciones de cruce de peatones - carretera inspeccionada	km	%
Área rural / abierta	8,30	75	Señalizado sin refugio	0,20	2
Ciudad o pueblo urbano / rural	2,70	25	Cruce marcado no señalado con refugio	0,70	6,6
Supervisor de cruce de zona escolar	km	%	Cruce marcado no señalado sin refugio	0,30	3
Supervisor de cruce de zona escolar no presente	0,20	2	Ninguna instalación	9,50	86
No aplicable (no hay escuela en el lugar)	10,80	98	Cruce marcado sin señalización elevado sin refugio	0,30	3
Calidad de paso de peatones	km	%	Instalaciones de cruce de peatones - carretera que se cruza	km	%
Adecuado	1,50	14	Señalizado sin refugio	0,10	1
No aplica	9,50	86	Cruce marcado no señalado con refugio	0,10	1
Instalaciones para vehículos motorizados de dos ruedas	km	%	Cruce marcado no señalado sin refugio	0,40	4,4
Ninguna	11,00	100	Ninguna instalación	10,40	95
Instalaciones para bicicletas	km	%	Advertencia de zona escolar	km	%
Camino todoterreno con barrera	0,10	1	Zona escolar signos estáticos o marcas viales	0,20	2
Carril en carretera	2,70	25	No aplicable (no hay escuela en el lugar)	10,80	98
Ninguna	8,20	75	Acera - lado del pasajero	km	%
Cercas peatonales	km	%	Barrera física	0,50	3
No presente	10,80	98	Separación no física 1,0 m a <3,0 m	0,10	1
Presente	0,20	2	Separación no física 0 m a <1,0 m	1,10	10
Acera - lado del conductor	km	%	Ninguna	8,10	74
Barrera física	0,40	4,4	Ruta informal >= 1,0 m	0,20	3
Separación no física >= 3,0 m	0,40	4,4	Ruta informal 0 m a <1,0 m	1,10	10
Separación no física 0 m a <1,0 m	1,20	11			
Ninguna	7,90	72			
Ruta informal 0 m a <1,0 m	1,10	10			

Fuente: ViDA - iRAP



Tabla 73. Condiciones de la Carretera - Velocidades

Limite de velocidad	km	%	Limite de velocidad del motociclista	km	%
<30 km / h	0,60	5,5	<30 km / h	0,60	5,5
40km / h	2,90	26	40km / h	2,90	26
50km / h	0,40	4,4	50km / h	0,40	4,4
60km / h	2,70	25	60km / h	2,70	25
70km / h	0,30	3	70km / h	0,30	3
80km / h	4,10	37	80km / h	4,10	37
Velocidad de funcionamiento (media)	km	%	Velocidad de funcionamiento (percentil 85)	km	%
40km / h	0,70	6,6	45km / h	0,70	6,6
45km / h	1,40	13	50km / h	1,40	13
50km / h	0,30	3	55km / h	0,30	3
55km / h	1,50	14	60km / h	1,10	10
65km / h	2,10	19	65km / h	0,40	4,4
70km / h	0,70	6,6	75km / h	2,10	19
75km / h	0,50	5,5	80km / h	0,70	6,6
80km / h	0,80	7,7	85km / h	1,00	9,9
85km / h	2,90	26	90km / h	0,30	3
90km / h	0,10	1	95km / h	3,00	27
Límites de velocidad diferencial	km	%	Límite de velocidad de camiones	km	%
No presente	11,00	100	<30 km / h	0,60	5,5
Gestión de la velocidad / calma del tráfico	km	%	40km / h	2,90	26
No presente	10,10	92	50km / h	0,40	4,4
Presente	0,90	8	60km / h	2,70	25
			70km / h	0,30	3
			80km / h	4,10	37

Fuente: VIDA - iRAP



ANEXO 2. Resultados de Clasificación por Estrellas



Tabla 74. Resultados de Clasificación por Estrellas por tipo de Usuarios

Distancia	Ocupantes de Vehículo				Motociclistas				Peatones				Ciclistas			
	Puntaje de SRS	Puntaje Suavizado	SRS Crudo	SRS Suavizado	Puntaje de SRS	Puntaje Suavizado	SRS Crudo	SRS Suavizado	Puntaje de SRS	Puntaje Suavizado	SRS Crudo	SRS Suavizado	Puntaje de SRS	Puntaje Suavizado	SRS Crudo	SRS Suavizado
0	10	22	3	2	11	29	3	1	0	80	5	1	0	109	5	1
0.1	14	22	2	2	16	29	2	1	19	80	1	1	40	109	2	1
0.2	44	22	1	2	55	29	1	1	56	80	1	1	117	109	1	1
0.3	15	22	2	2	17	29	2	1					57	109	2	1
0.4	16	22	2	2	21	29	2	1					86	109	1	1
0.5	23	22	1	2	27	29	1	1					86	109	1	1
0.6	18	22	2	2	24	29	1	1					110	109	1	1
0.7	30	22	1	2	37	29	1	1					131	109	1	1
0.8	13	22	2	2	22	29	2	1					131	109	1	1
0.9	30	22	1	2	37	29	1	1					186	109	1	1
1	30	22	1	2	37	29	1	1					186	109	1	1
1.1	30	22	1	2	37	29	1	1					186	109	1	1
1.2	30	22	1	2	37	29	1	1					131	109	1	1
1.3	36	22	1	2	45	29	1	1					157	109	1	1
1.4	24	22	1	2	30	29	1	1					131	109	1	1
1.5	30	22	1	2	37	29	1	1					131	109	1	1
1.6	36	22	1	2	45	29	1	1	172	80	1	1	223	109	1	1
1.7	22	22	2	2	26	29	1	1					65	109	1	1
1.8	11	22	3	2	12	29	3	1					48	109	2	1
1.9	16	22	2	2	23	29	1	1					137	109	1	1
2	3	22	4	2	6	29	3	1					32	109	2	1
2.1	18	22	2	2	22	29	2	1	85	80	1	1	75	109	1	1
2.2	15	22	2	2	18	29	2	1					75	109	1	1
2.3	22	22	2	2	27	29	1	1	145	80	1	1	129	109	1	1
2.4	15	22	2	2	18	29	2	1					53	109	2	1
2.5	13	22	2	2	17	29	2	1					71	109	1	1
2.6	13	22	2	2	17	29	2	1					50	109	2	1
2.7	9	22	3	2	11	29	3	1					48	109	2	1
2.8	12	22	3	2	19	29	2	1					131	109	1	1
2.9	30	22	1	2	37	29	1	1					131	109	1	1
3	25	22	1	2	34	29	1	1					111	109	1	1
3.1	30	22	1	2	37	29	1	1					92	109	1	1
3.2	41	22	1	2	55	29	1	1					173	109	1	1
3.3	18	22	2	2	24	29	1	1					92	109	1	1
3.4	23	22	1	2	28	29	1	1					131	109	1	1
3.5	21	22	2	2	28	29	1	1					92	109	1	1



Evaluación de la seguridad vial de la carretera CV-310 entre los PPKK 9+185 y 20+240 (Tramo "Bétera – Serra"), utilizando la metodología iRAP



3.6	12	22	3	2	22	29	2	1					92	109	1	1
3.7	24	22	1	2	34	29	1	1					111	109	1	1
3.8	33	22	1	2	51	29	1	1					232	109	1	1
3.9	15	22	2	2	21	29	2	1					130	109	1	1
4	30	22	1	2	37	29	1	1					131	109	1	1
4.1	30	22	1	2	37	29	1	1					92	109	1	1
4.2	29	22	1	2	36	29	1	1					92	109	1	1
4.3	20	22	2	2	27	29	1	1					92	109	1	1
4.4	24	22	1	2	31	29	1	1					205	109	1	1
4.5	5	22	4	2	9	29	3	1					34	109	2	1
4.6	30	22	1	2	37	29	1	1					131	109	1	1
4.7	30	22	1	2	37	29	1	1					92	109	1	1
4.8	30	22	1	2	37	29	1	1					92	109	1	1
4.9	18	8	2	3	25	13	1	2	88	60	1	1	114	57	1	2
5	7	8	3	3	12	13	3	2	79	60	1	1	80	57	1	2
5.1	4	8	4	3	7	13	3	2	56	60	1	1	45	57	2	2
5.2	6	8	3	3	14	13	2	2	40	60	3	1	28	57	3	2
5.3	6	8	3	3	8	13	3	2	37	60	3	1	18	57	3	2
5.4	5	12	3	3	6	16	3	2	26	82	1	1	18	60	3	1
5.5	14	12	2	3	18	16	2	2	109	82	1	1	61	60	1	1
5.6	13	12	2	3	16	16	2	2	131	82	1	1	61	60	1	1
5.7	29	12	1	3	35	16	1	2	101	82	1	1	92	60	1	1
5.8	10	12	3	3	17	16	2	2	84	82	1	1	109	60	1	1
5.9	15	12	2	3	18	16	2	2	109	82	1	1	87	60	1	1
6	8	12	3	3	11	16	3	2	64	82	1	1	36	60	2	1
6.1	5	12	4	3	6	16	3	2	30	82	1	1	17	60	3	1
6.2	7	6	3	3	27	9	1	3	36	19	3	3	54	29	2	3
6.3	5	6	4	3	6	9	3	3	35	19	3	3	30	29	2	3
6.4	9	6	3	3	12	9	3	3	64	19	1	3	45	29	2	3
6.5	8	6	3	3	11	9	3	3	0	19	4	3	56	29	2	3
6.6	7	6	3	3	9	9	3	3	0	19	4	3	53	29	2	3
6.7	6	6	3	3	8	9	3	3	23	19	3	3	25	29	3	3
6.8	4	6	4	3	6	9	3	3	36	19	1	3	25	29	3	3
6.9	15	6	2	3	22	9	2	3	0	19	5	3	52	29	2	3
7	4	6	4	3	5	9	4	3	12	19	4	3	13	29	3	3
7.1	4	6	4	3	5	9	4	3	17	19	3	3	14	29	3	3
7.2	4	6	4	3	5	9	4	3	16	19	3	3	18	29	3	3
7.3	5	6	3	3	14	9	2	3	31	19	3	3	30	29	2	3
7.4	3	6	4	3	3	9	4	3	4	19	5	3	4	29	5	3
7.5	3	6	4	3	3	9	4	3	4	19	5	3	6	29	4	3
7.6	3	6	4	3	4	9	4	3	7	19	4	3	4	29	5	3
7.7	13	8	2	3	17	11	2	3	9	6	2	3	19	12	3	3
7.8	13	8	2	3	17	11	2	3	9	6	2	3	19	12	3	3
7.9	5	8	4	3	6	11	3	3	3	6	3	3	6	12	4	3



Evaluación de la seguridad vial de la carretera CV-310 entre los PPKK 9+185 y 20+240 (Tramo "Bétera – Serra"), utilizando la metodología iRAP

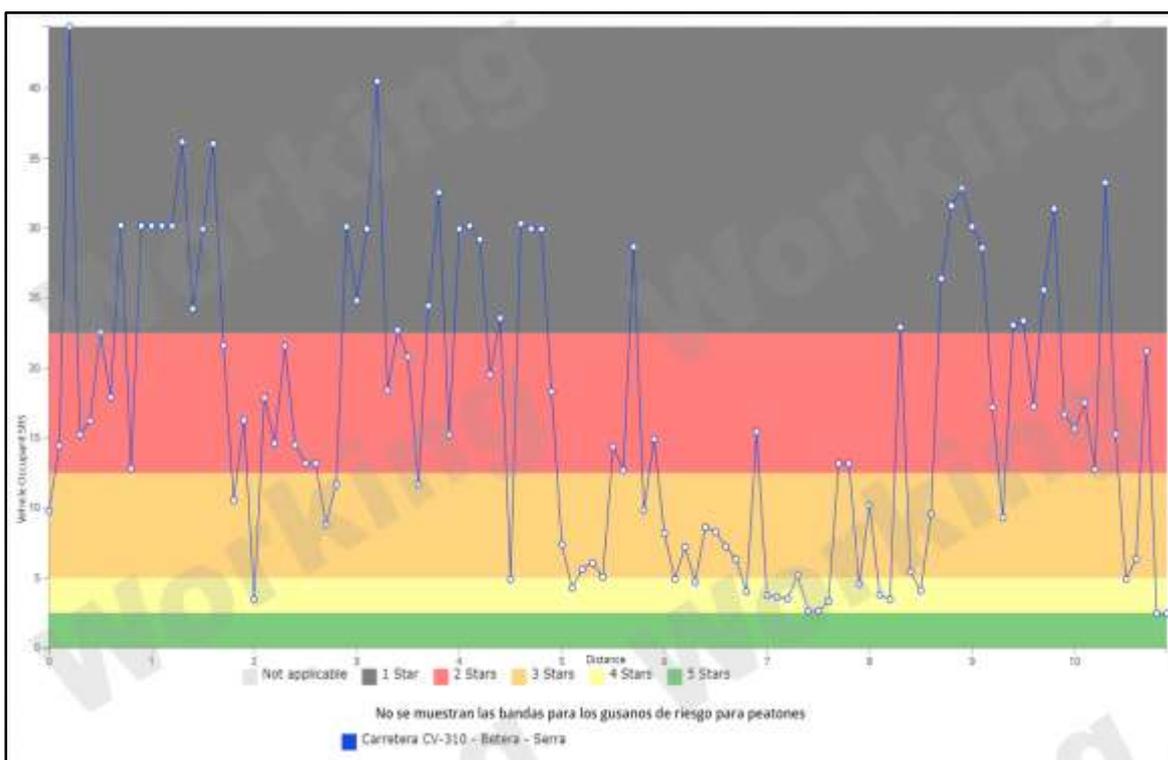


8	10	8	3	3	15	11	2	3	7	6	3	3	16	12	3	3
8.1	4	8	4	3	5	11	4	3	7	6	4	3	5	12	4	3
8.2	3	8	4	3	6	11	3	3	3	6	3	3	6	12	4	3
8.3	23	14	1	2	28	18	1	2	2	17	5	4	26	23	3	3
8.4	5	14	3	2	6	18	3	2	2	17	5	4	8	23	4	3
8.5	4	14	4	2	5	18	4	2	3	17	5	4	4	23	5	3
8.6	10	14	3	2	13	18	2	2	21	17	3	4	11	23	3	3
8.7	26	14	1	2	38	18	1	2	56	17	1	4	66	23	1	3
8.8	32	21	1	2	49	29	1	1	167	87	1	2	112	61	1	1
8.9	33	21	1	2	51	29	1	1	137	87	1	2	97	61	1	1
9	30	21	1	2	48	29	1	1					114	61	1	1
9.1	29	21	1	2	47	29	1	1	212	87	1	2	167	61	1	1
9.2	17	21	2	2	25	29	1	1	83	87	1	2	58	61	2	1
9.3	9	21	3	2	11	29	3	1					24	61	3	1
9.4	23	21	1	2	30	29	1	1					69	61	1	1
9.5	23	21	1	2	32	29	1	1					55	61	2	1
9.6	17	21	2	2	20	29	2	1					32	61	2	1
9.7	26	21	1	2	33	29	1	1	69	87	1	2	49	61	2	1
9.8	31	21	1	2	45	29	1	1					65	61	1	1
9.9	17	21	2	2	20	29	2	1					55	61	2	1
10	16	21	2	2	19	29	2	1					27	61	3	1
10.1	18	21	2	2	23	29	1	1	55	87	1	2	39	61	2	1
10.2	13	21	2	2	15	29	2	1	54	87	2	2	22	61	3	1
10.3	33	21	1	2	48	29	1	1	198	87	1	2	116	61	1	1
10.4	15	21	2	2	19	29	2	1	65	87	1	2	52	61	2	1
10.5	5	21	4	2	9	29	3	1	0	87	5	2	18	61	3	1
10.6	6	21	3	2	10	29	3	1	0	87	4	2	25	61	3	1
10.7	21	21	2	2	28	29	1	1	0	87	4	2	34	61	2	1
10.8	2	2	5	5	3	3	4	4	2	3	5	5	3	3	5	5
10.9	2	2	5	5	3	3	4	4	5	3	5	5	3	3	5	5

Fuente: Elaboración propia en base a VIDA - iRAP

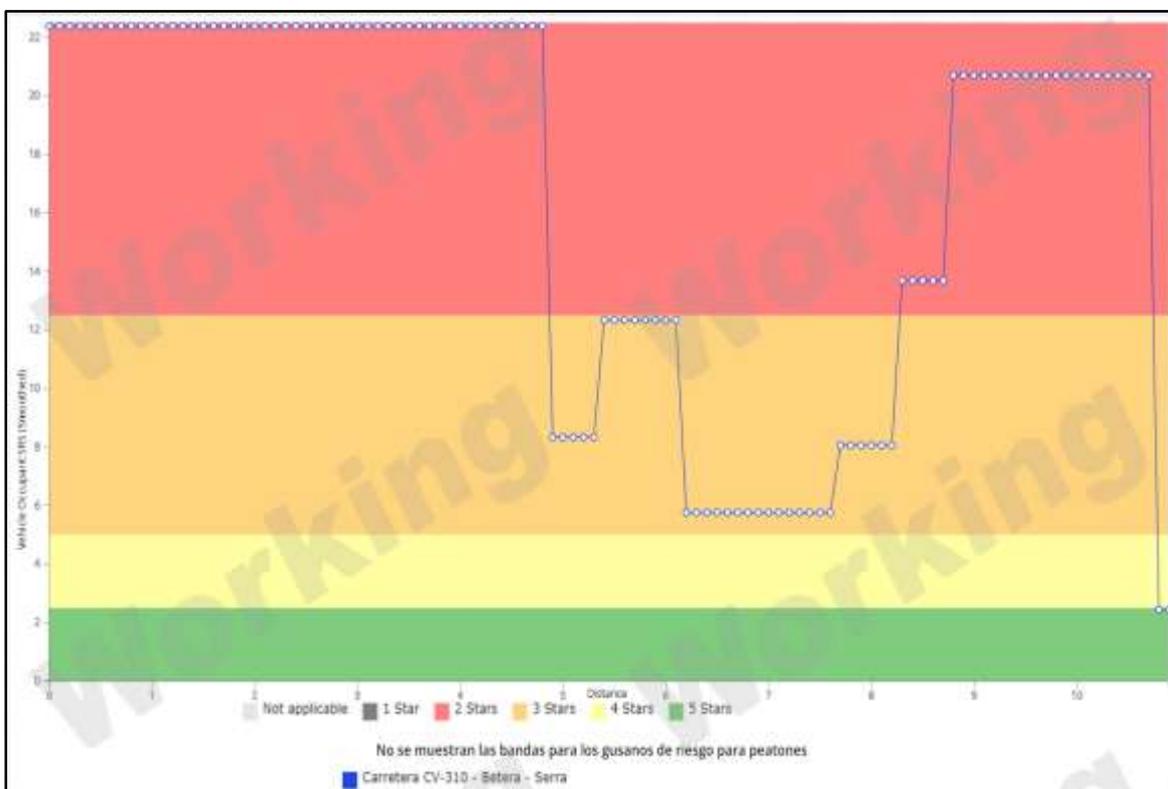


ANEXO 3. Diagramas de SRS en Crudo, Suavizado y por Tipo de Choque para cada Tipo de Usuario



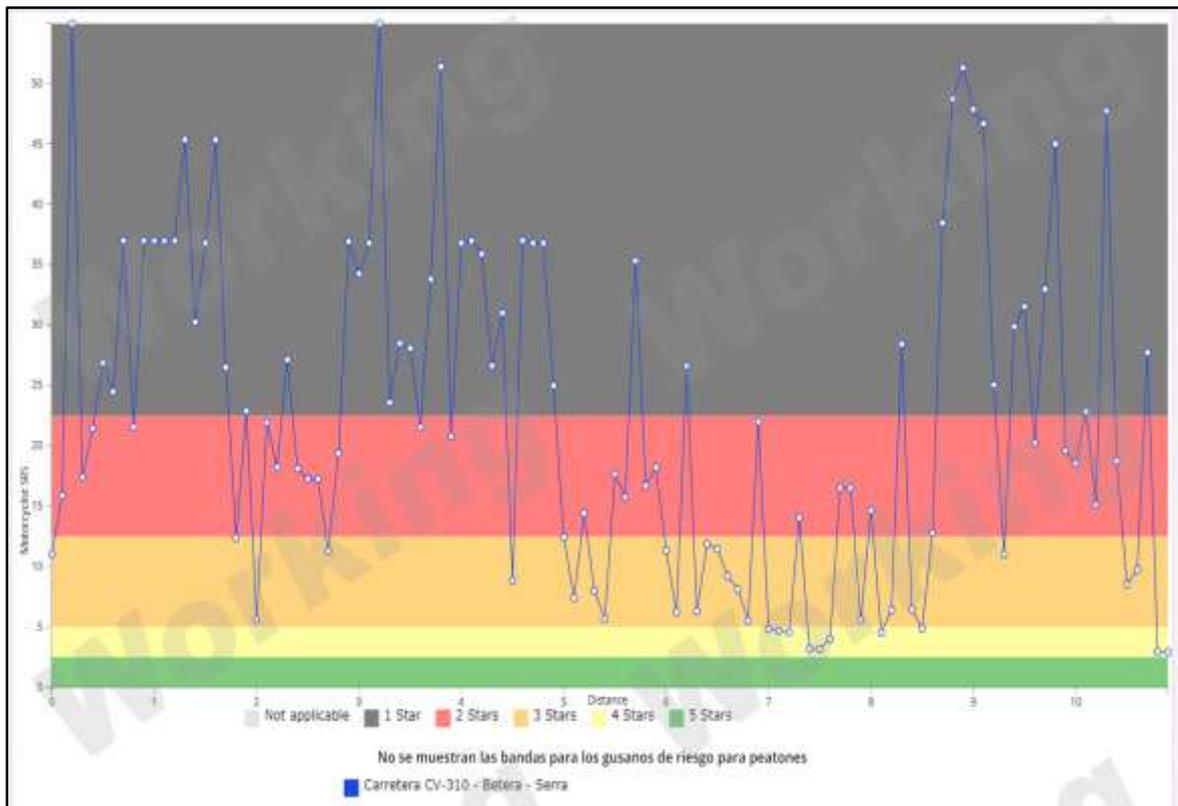
Fuente: ViDA - iRAP

Figura 68. Diagrama en Crudo para Ocupantes de Vehículo



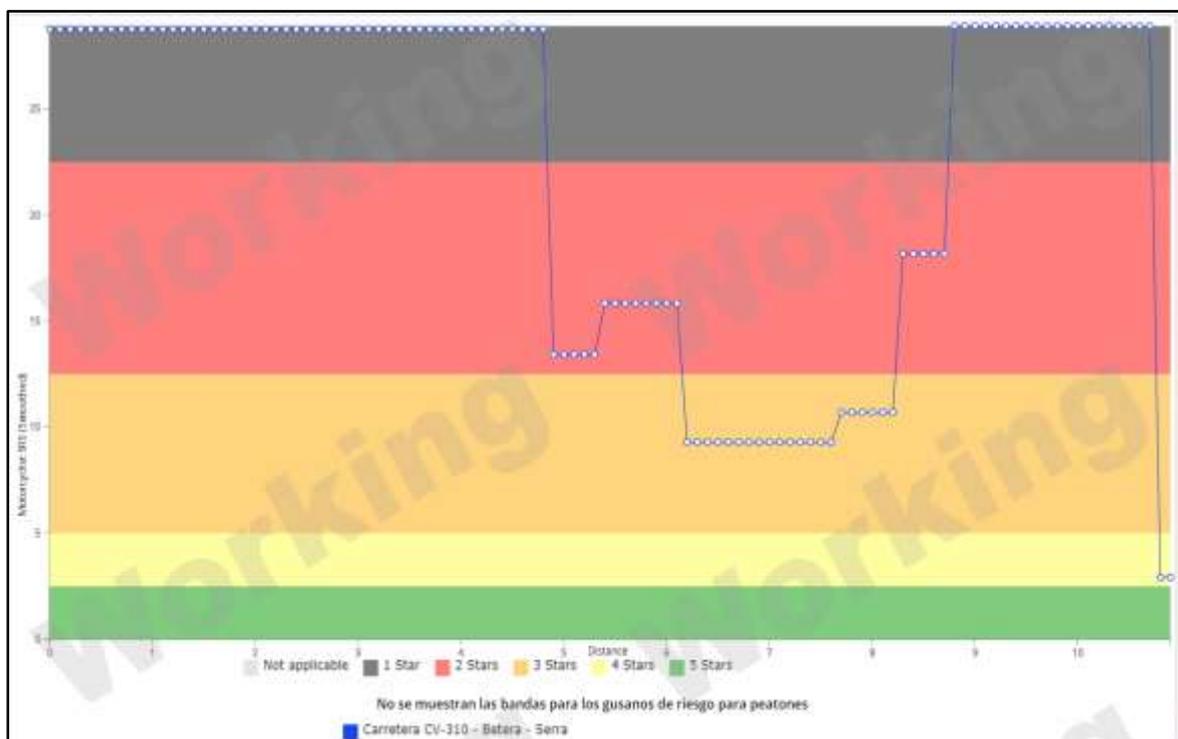
Fuente: ViDA - iRAP

Figura 69. Diagrama Suavizado para Ocupantes de Vehículos



Fuente: ViDA - iRAP

Figura 70. Diagrama en Crudo para Motociclistas



Fuente: ViDA - iRAP

Figura 71. Diagrama Suavizado para Motociclistas

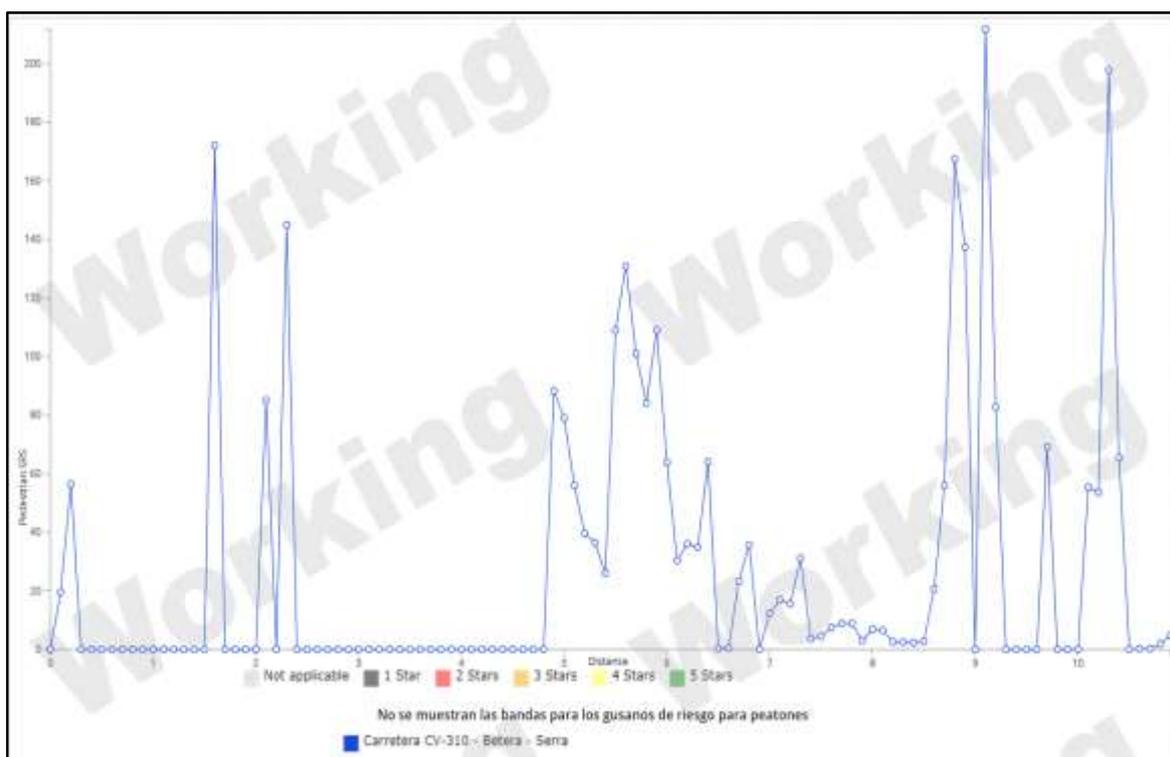


Figura 72. Diagrama en Crudo para Peatones

Fuente: ViDA - iRAP

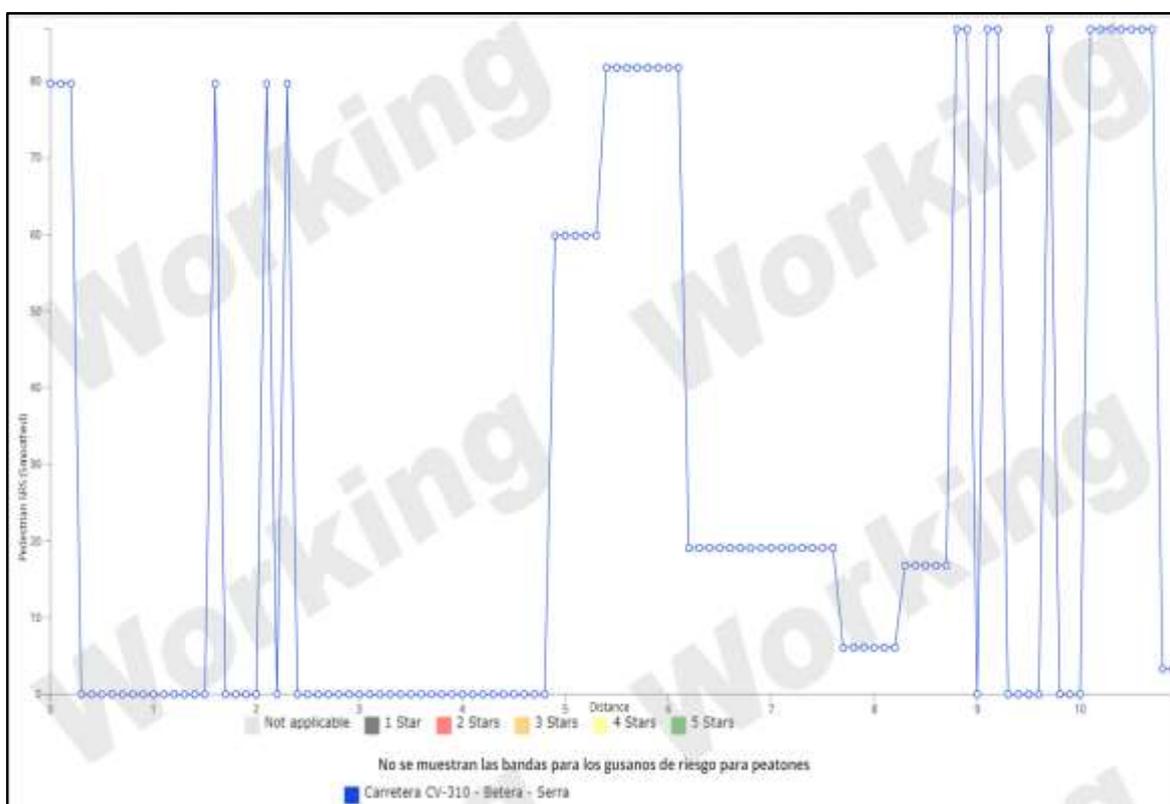


Figura 73. Diagrama Suavizado para Peatones

Fuente: ViDA - iRAP

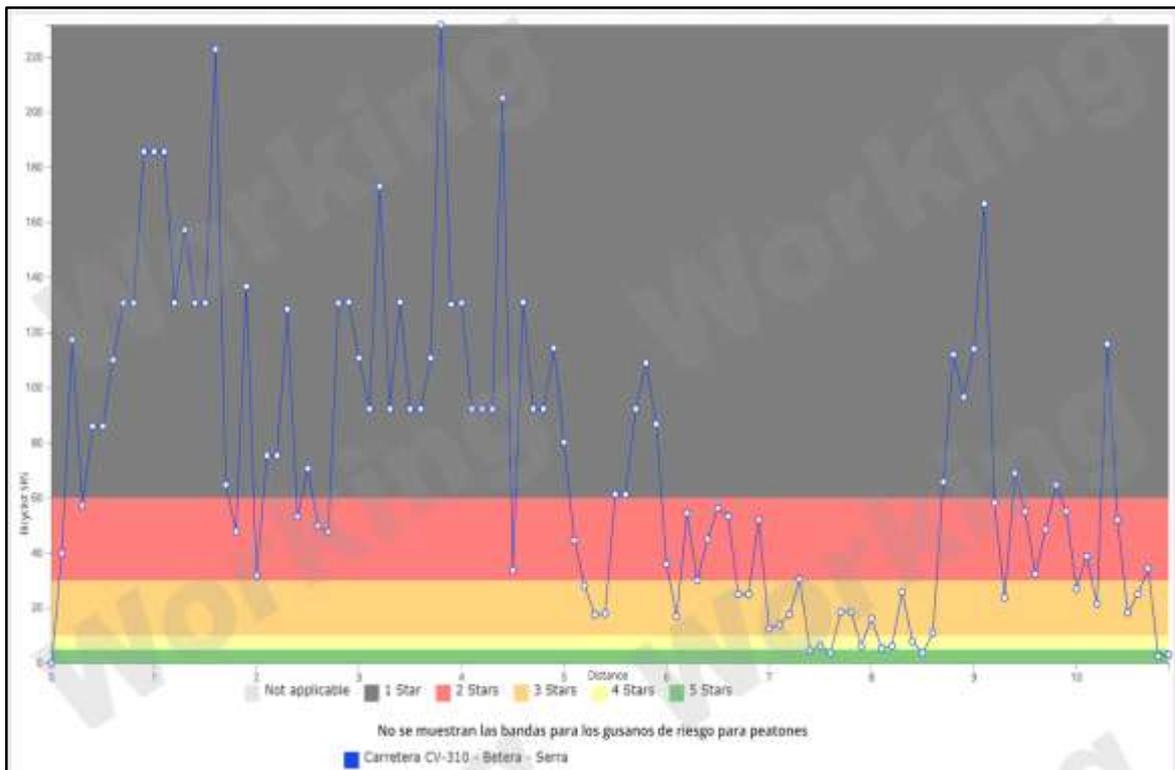


Figura 74. Diagrama en Crudo para Ciclistas

Fuente: ViDA - iRAP

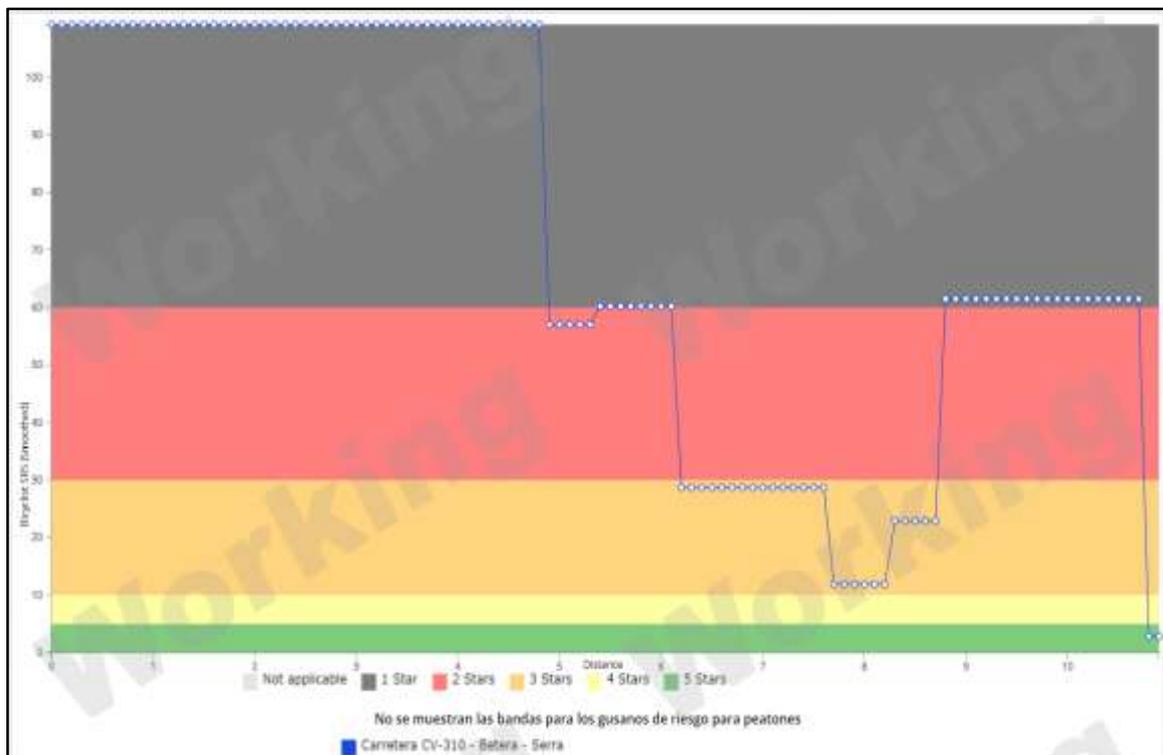


Figura 75. Diagrama Suavizado para Ciclistas

Fuente: ViDA - iRAP

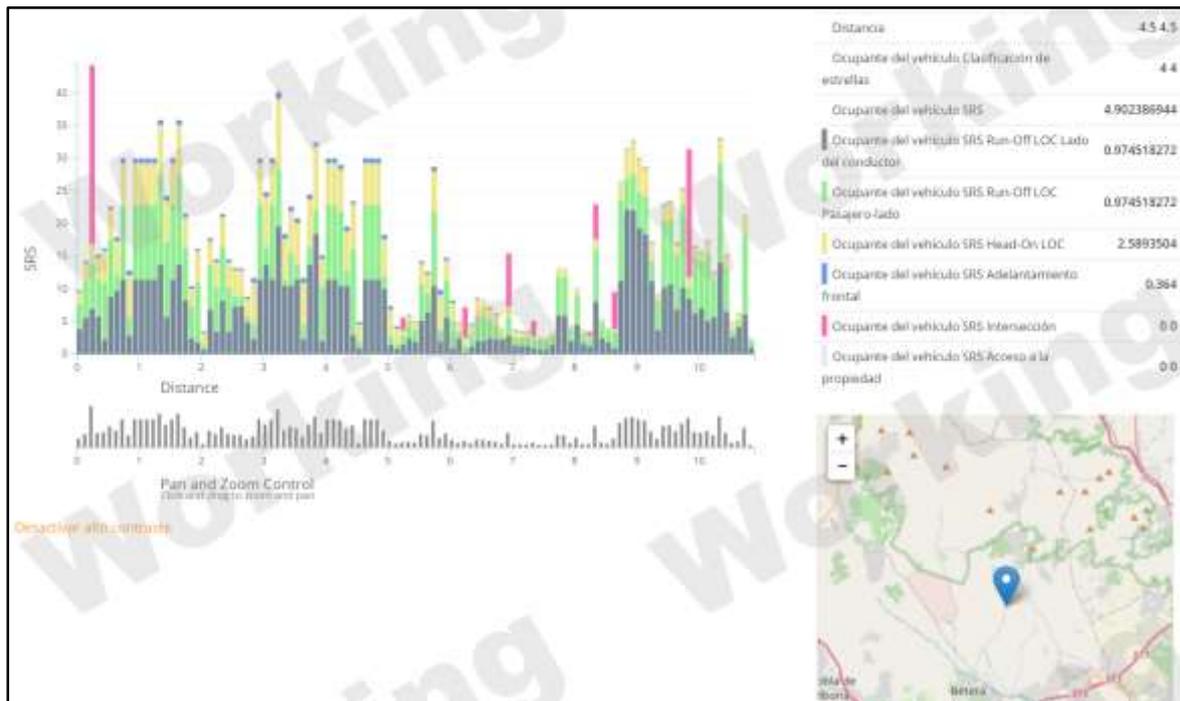


Figura 76. Diagrama de SRS por Tipo de Choque para Ocupantes de Vehículo

Fuente: ViDA - iRAP

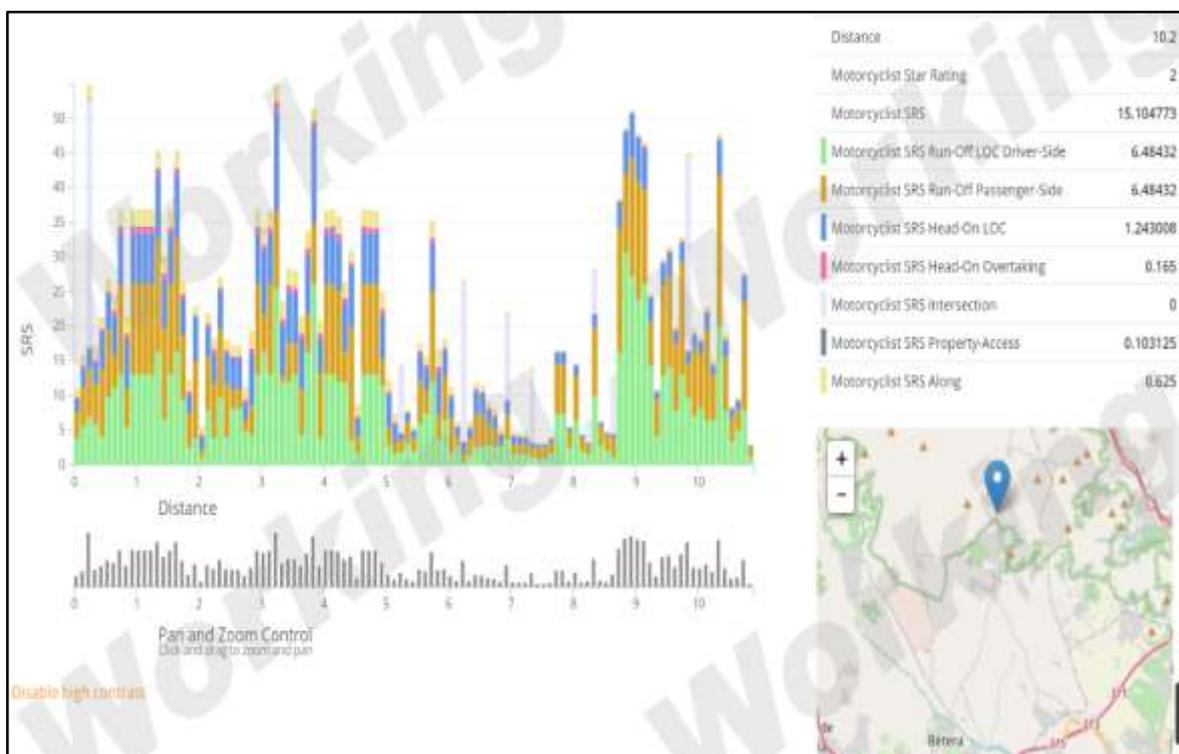


Figura 77. Diagrama de SRS por Tipo de Choque para Motociclistas

Fuente: ViDA - iRAP

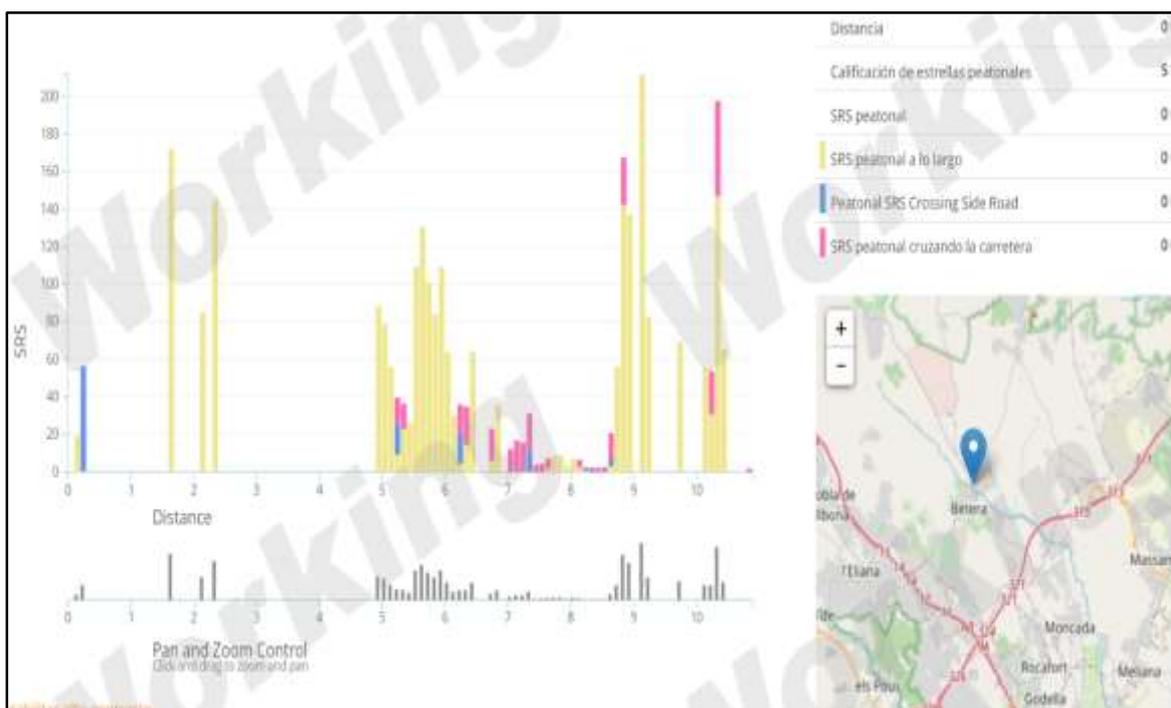


Figura 78. Diagrama de SRS por Tipo de Choque para Peatones

Fuente: ViDA - iRAP

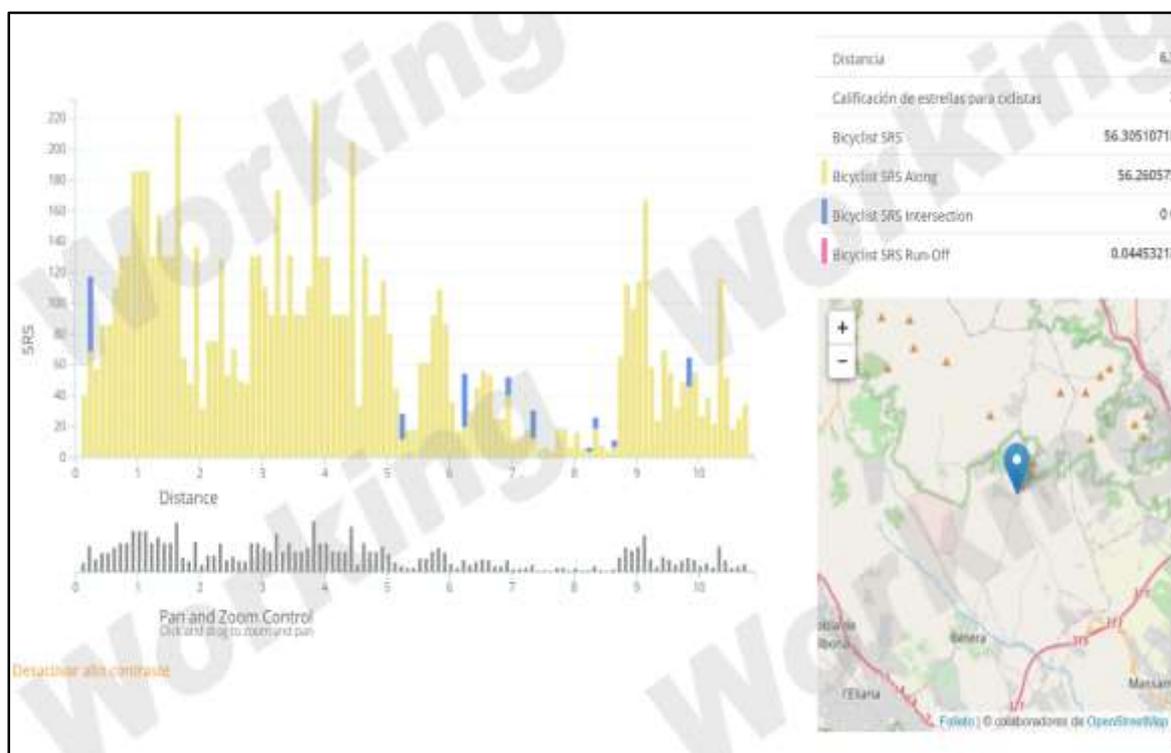


Figura 79. Diagrama de SRS por Tipo de Choque para Ciclistas

Fuente: ViDA - iRAP



ANEXO 4. Resultados de Estimación de Muertos y Lesionados Graves por Año por Tipo de Usuario



Tabla 75. Resultados de Estimación de Víctimas por Año

Distancia	Estimación Total de Fatalidad para Ocupantes de Vehículo por Kilómetro por Año	Estimación Total de Fatalidad para Motociclistas por Kilómetro por Año	Estimación Total de Fatalidad para Peatones por Kilómetro por Año	Estimación Total de Fatalidad para Ciclistas por Kilómetro por Año	Estimación Total de Fatalidad por 100 metros por Año	Estimación Total de Muertos y Lesionados Graves por 100 metros por Año
0	0.01282	0.00037	0.00000	0.00003	0.00132	0.01455
0.1	0.01961	0.00055	0.02803	0.05165	0.00999	0.10984
0.2	0.06476	0.00206	0.05012	0.16080	0.02777	0.30552
0.3	0.02169	0.00064		0.07857	0.01009	0.11098
0.4	0.02743	0.00093		0.14140	0.01698	0.18674
0.5	0.03811	0.00117		0.14142	0.01807	0.19877
0.6	0.02551	0.00090		0.15083	0.01772	0.19496
0.7	0.04379	0.00138		0.18350	0.02287	0.25153
0.8	0.01861	0.00081		0.18344	0.02029	0.22314
0.9	0.04373	0.00138		0.26054	0.03056	0.33621
1	0.04373	0.00138		0.26054	0.03056	0.33621
1.1	0.04373	0.00138		0.26054	0.03056	0.33621
1.2	0.04373	0.00138		0.18350	0.02286	0.25147
1.3	0.05245	0.00169		0.22072	0.02749	0.30235
1.4	0.03514	0.00113		0.18347	0.02197	0.24171
1.5	0.04341	0.00137		0.18348	0.02283	0.25109
1.6	0.05225	0.00169	0.15394	0.31265	0.05205	0.57258
1.7	0.03003	0.00095		0.08639	0.01174	0.12911
1.8	0.01467	0.00044		0.06387	0.00790	0.08688
1.9	0.02133	0.00077		0.17008	0.01922	0.21139
2	0.00455	0.00019		0.03960	0.00443	0.04877
2.1	0.02428	0.00076	0.06130	0.09757	0.01839	0.20230
2.2	0.01987	0.00064		0.09755	0.01181	0.12987
2.3	0.02928	0.00095	0.10444	0.16622	0.03009	0.33098
2.4	0.01970	0.00063		0.06887	0.00892	0.09812
2.5	0.01791	0.00060		0.09144	0.01100	0.12095
2.6	0.01791	0.00060		0.06456	0.00831	0.09138
2.7	0.01224	0.00040		0.06371	0.00764	0.08399
2.8	0.01695	0.00072		0.18344	0.02011	0.22123
2.9	0.04366	0.00138		0.18394	0.02290	0.25187
3	0.03600	0.00128		0.15542	0.01927	0.21197
3.1	0.04341	0.00137		0.12954	0.01743	0.19175
3.2	0.05874	0.00205		0.24286	0.03036	0.33401
3.3	0.02670	0.00088		0.12950	0.01571	0.17279
3.4	0.03294	0.00106		0.18390	0.02179	0.23970
3.5	0.03018	0.00105		0.12952	0.01607	0.17682



3.6	0.01695	0.00081		0.12950	0.01473	0.16198
3.7	0.03545	0.00126		0.15542	0.01921	0.21134
3.8	0.04522	0.00183		0.30899	0.03560	0.39165
3.9	0.02120	0.00074		0.17370	0.01956	0.21520
4	0.04341	0.00137		0.18348	0.02283	0.25109
4.1	0.04373	0.00138		0.12955	0.01747	0.19212
4.2	0.04235	0.00134		0.12955	0.01732	0.19056
4.3	0.02834	0.00099		0.12951	0.01588	0.17473
4.4	0.03982	0.00135		0.33729	0.03785	0.41630
4.5	0.00830	0.00039		0.05545	0.00641	0.07055
4.6	0.05220	0.00164		0.22079	0.02746	0.30209
4.7	0.04341	0.00137		0.12954	0.01743	0.19175
4.8	0.04341	0.00137		0.12954	0.01743	0.19175
4.9	0.02654	0.00093	0.07898	0.16053	0.02670	0.29368
5	0.01250	0.00054	0.29749	0.13195	0.04425	0.48674
5.1	0.00563	0.00025	0.13907	0.05544	0.02004	0.22043
5.2	0.00810	0.00054	0.06123	0.03582	0.01057	0.11625
5.3	0.00897	0.00030	0.07970	0.02355	0.01125	0.12378
5.4	0.00782	0.00023	0.03827	0.02663	0.00730	0.08025
5.5	0.01885	0.00060	0.13549	0.07626	0.02312	0.25431
5.6	0.01664	0.00053	0.16257	0.07624	0.02560	0.28158
5.7	0.04157	0.00132	0.18052	0.12954	0.03529	0.38824
5.8	0.01431	0.00063	0.15043	0.15287	0.03182	0.35005
5.9	0.01958	0.00061	0.13549	0.10801	0.02637	0.29006
6	0.01076	0.00038	0.07947	0.04475	0.01354	0.14890
6.1	0.00761	0.00025	0.04468	0.02507	0.00776	0.08538
6.2	0.01924	0.00183	0.05049	0.06889	0.01404	0.15449
6.3	0.01341	0.00046	0.07247	0.04419	0.01305	0.14359
6.4	0.02452	0.00087	0.14178	0.06630	0.02335	0.25680
6.5	0.02352	0.00084	0.00025	0.08287	0.01075	0.11823
6.6	0.02061	0.00067	0.00035	0.07845	0.01001	0.11010
6.7	0.01795	0.00059	0.04314	0.03685	0.00985	0.10838
6.8	0.01140	0.00041	0.07881	0.03682	0.01274	0.14018
6.9	0.04263	0.00156	0.00032	0.07004	0.01145	0.12600
7	0.01014	0.00034	0.01670	0.01686	0.00440	0.04844
7.1	0.00984	0.00033	0.02290	0.01868	0.00517	0.05691
7.2	0.00954	0.00032	0.02112	0.02392	0.00549	0.06038
7.3	0.01371	0.00096	0.03909	0.03862	0.00924	0.10161
7.4	0.00231	0.00007	0.00501	0.00602	0.00134	0.01475
7.5	0.00230	0.00007	0.00601	0.00854	0.00169	0.01861
7.6	0.00292	0.00009	0.00618	0.00502	0.00142	0.01563
7.7	0.01154	0.00037	0.01191	0.02508	0.00489	0.05379
7.8	0.01154	0.00037	0.01191	0.02508	0.00489	0.05379
7.9	0.00399	0.00013	0.00408	0.00860	0.00168	0.01848



Evaluación de la seguridad vial de la carretera CV-310 entre los PPKK 9+185 y 20+240 (Tramo "Bétera – Serra"), utilizando la metodología iRAP



8	0.00894	0.00033	0.00920	0.02167	0.00401	0.04416
8.1	0.00333	0.00010	0.00610	0.00717	0.00167	0.01836
8.2	0.00296	0.00014	0.00319	0.00789	0.00142	0.01560
8.3	0.01958	0.00062	0.00310	0.03286	0.00562	0.06177
8.4	0.00493	0.00015	0.00335	0.01121	0.00196	0.02160
8.5	0.00360	0.00011	0.00373	0.00504	0.00125	0.01371
8.6	0.00891	0.00031	0.02440	0.01558	0.00492	0.05411
8.7	0.02394	0.00089	0.07922	0.09345	0.01975	0.21727
8.8	0.02297	0.00091	0.17397	0.12553	0.03234	0.35572
8.9	0.02389	0.00096	0.07718	0.10825	0.02103	0.23131
9	0.02190	0.00089		0.12781	0.01506	0.16566
9.1	0.02226	0.00093	0.13162	0.20744	0.03623	0.39848
9.2	0.01340	0.00050	0.05150	0.07248	0.01379	0.15166
9.3	0.00676	0.00021		0.02670	0.00337	0.03704
9.4	0.01797	0.00060		0.08577	0.01043	0.11478
9.5	0.01821	0.00063		0.06847	0.00873	0.09604
9.6	0.01344	0.00040		0.04029	0.00541	0.05955
9.7	0.01992	0.00066	0.08593	0.06044	0.01669	0.18363
9.8	0.02514	0.00092		0.08046	0.01065	0.11718
9.9	0.01300	0.00039		0.06862	0.00820	0.09022
10	0.01220	0.00037		0.03358	0.00462	0.05077
10.1	0.01365	0.00046	0.03437	0.04833	0.00968	0.10648
10.2	0.00995	0.00030	0.05238	0.02686	0.00895	0.09844
10.3	0.02590	0.00095	0.21438	0.14409	0.03853	0.42386
10.4	0.01190	0.00038	0.04070	0.06481	0.01178	0.12955
10.5	0.00451	0.00020	0.00000	0.02705	0.00318	0.03494
10.6	0.00584	0.00023	0.00016	0.03688	0.00431	0.04743
10.7	0.01951	0.00065	0.00020	0.05053	0.00709	0.07799
10.8	0.00208	0.00006	0.00116	0.00318	0.00065	0.00714
10.9	0.00206	0.00006	0.00300	0.00397	0.00091	0.01000

Fuente: Elaboración propia en base a ViDA - iRAP



ANEXO 5. Costos de Contramedidas por tipo de Zona



Tabla 77. Punto de Partida para Costos de Contramedidas

DATOS DE CONTRAMEDIDA					COSTOS (Euros)					
ID	Contramedida	Codigo de calzada	Unidad de costo	Vida de servicio (años)	Costo bajo rural	Costo medio rural	Costo alto rural	Costo bajo urbano	Costo medio urbano	Costo alto urbano
1	Mejorar la delimitación	Individual	km de carril	5	8,333	8,333	8,333	12,963	14,815	20,370
2	Carril bici en carretera	Individual	por km	20	9,259	12,037	14,815	9,259	12,037	14,815
3	Carril bici fuera de la carretera	Individual	por km	20	231,481	277,778	324,074	370,370	416,667	462,963
4	Carril de motocicletas (logotipos pintados solo en carretera)	Individual	por km	5	7,407	7,407	7,407	12,963	14,815	20,370
5	Carril de motocicletas (construcción en carretera)	Individual	por km	20	27,778	57,407	86,111	27,778	57,407	86,111
6	Carril de motocicleta (segregado)	Individual	por km	20	185,185	254,630	324,074	231,481	300,926	370,370
7	Realineamiento horizontal	Individual	km de carril	20	231,481	370,370	509,259	555,556	740,741	925,926
8	Mejora la delimitación de curvas	Individual	km de calzada	5	9,000	9,000	9,000	14,000	16,000	22,000
9	Ampliación de carril (hasta 0,5 m)	Individual	km de carril	10	37,963	49,352	64,157	49,352	64,157	86,611
10	Ampliación de carril (> 0.5m)	Individual	km de carril	10	49,352	64,157	83,426	64,157	83,426	112,593
11	Carril de giro protegido (3 piernas sin señalizar)	Individual	interseccion	10	9,259	30,000	175,926	18,519	101,852	279,630
12	Carril de giro protegido (4 piernas sin señalizar)	Individual	interseccion	10	16,667	92,593	288,889	36,111	228,704	521,296
13	Delimitación y señalización (intersección)	Multi	interseccion	5	6,790	6,790	6,790	8,642	8,642	8,642
14	Provisión de giro protegido en el sitio señalado existente (3 patas)	Individual	interseccion	10	70,370	110,185	262,963	101,852	193,519	410,185
15	Provisión de giro protegido en el sitio señalado existente (4 patas)	Individual	interseccion	10	135,185	214,815	454,630	196,296	412,963	774,074
16	Señalización de intersección (3 patas)	Multi	interseccion	20	185,185	185,185	185,185	240,741	240,741	240,741
17	Señalización de intersección (4 patas)	Multi	interseccion	20	296,296	296,296	296,296	356,481	356,481	356,481
18	Grado de separación o paso a desnivel	Multi	interseccion	20	14,814,815	17,592,593	21,296,296	19,444,444	22,222,222	25,000,000
19	Mejora de cruce ferroviario	Multi	interseccion	20	49,074	55,556	62,037	49,074	55,556	62,037
20	Rotonda	Multi	interseccion	20	296,296	416,667	583,333	296,296	416,667	583,333
21	Achurado central o trama central	Individual	por km	10	13,889	13,889	13,889	13,889	13,889	13,889
22	Tira retumbante / poste flexible	Individual	por km	10	16,667	16,667	16,667	16,667	16,667	16,667
23	Carril central de giro completo	Individual	por km	10	370,370	481,481	625,926	370,370	481,481	625,926
24	Barrera mediana central (sin duplicación)	Multi	por km	10	240,741	240,741	240,741	240,741	240,741	240,741
25	Duplicación con barrera de mediana	solo indivisa	km de calzada	20	1,481,481	1,777,778	2,133,333	1,777,778	2,133,333	2,666,667



Evaluación de la seguridad vial de la carretera CV-310 entre los PPKK 9+185 y 20+240 (Tramo "Bétera – Serra"), utilizando la metodología iRAP



26	Duplicada - <1m mediana	solo indivisa	km de calzada	20	1,409,815	1,691,667	2,030,556	1,691,667	2,030,556	2,537,963
27	Duplicada - 1-5 m mediana	solo indivisa	km de calzada	20	1,973,704	2,367,593	2,842,593	2,367,593	2,842,593	3,551,852
28	Duplicada - 5-10m mediana	solo indivisa	km de calzada	20	2,819,463	3,383,333	4,060,185	3,383,333	4,060,185	5,074,074
29	Duplicada - 10-20m mediana	solo indivisa	km de calzada	20	3,448,148	4,137,037	4,964,815	4,137,037	4,964,815	6,206,481
30	Duplicada - >20m mediana	solo indivisa	km de calzada	20	3,888,889	4,666,667	5,600,000	4,666,667	5,600,000	7,000,000
31	Via de servicio	Individual	por km	20	1,018,519	1,222,222	1,466,667	1,222,222	1,466,667	1,759,259
32	Carril adicional (carretera 2 + 1)	Individual	por km	20	987,037	1,283,333	1,668,093	1,283,333	1,668,093	2,166,667
33	Implementar red unidireccional	solo indivisa	km de calzada	20	16,667	16,667	16,667	21,296	21,296	21,296
34	Mejora de la calidad de las instalaciones de cruce de peatones	Individual	unidad	10	12,593	15,111	18,111	12,593	15,111	18,111
35	Isla de refugio	Individual	unidad	10	12,593	15,111	18,111	12,593	15,111	18,111
36	Cruce sin señalizar	Multi	unidad	10	7,407	7,407	7,407	7,407	7,407	7,407
37	Cruce señalizado	Multi	unidad	20	38,889	38,889	38,889	48,148	48,148	48,148
38	Instalaciones peatonales separadas por grado o a desnivel	Multi	unidad	20	324,074	342,593	361,111	370,370	379,630	388,889
39	Rehabilitación de la superficie de la carretera	Individual	km de carril	10	74,074	83,333	92,593	74,074	83,333	92,593
40	Despejar los peligros en el camino - lado del pasajero	Individual	km lineal	20	15,278	21,389	29,938	15,278	21,389	29,938
41	Despejar los peligros en el camino - lado del conductor	Individual	km lineal	20	15,278	21,389	29,938	15,278	21,389	29,938
42	Mejora de la pendiente lateral - lado del pasajero	Individual	km lineal	20	222,685	289,537	376,296	222,685	289,537	376,296
43	Mejora de la pendiente lateral - lado del conductor	Individual	km lineal	20	222,685	289,537	376,296	222,685	289,537	376,296
44	Barreras en carretera - lado del pasajero	Individual	km lineal	20	102,827	111,111	116,959	102,827	111,111	116,959
45	Barreras en carretera - lado del conductor	Individual	km lineal	20	102,827	111,111	116,959	102,827	111,111	116,959
46	sellado de hombro o arcen lado de pasajero (<1m)	Individual	km lineal	20	39,815	51,852	67,287	51,852	67,287	90,838
47	sellado de hombro o arcen lado de pasajero (>1m)	Individual	km lineal	20	51,852	67,287	90,838	67,287	90,838	122,630
48	Restringir / combinar puntos de acceso directo	Individual	por km	10	115,741	115,741	115,741	115,741	115,741	115,741
49	Provisión de sendero lado del pasajero (adyacente a la carretera)	Individual	por km	20	120,000	156,000	202,667	120,000	156,000	202,667
50	Provisión de sendero del lado del pasajero (> 3 m de la carretera)	Individual	por km	20	112,593	135,185	162,222	112,593	135,185	162,222



Evaluación de la seguridad vial de la carretera CV-310 entre los PPKK 9+185 y 20+240 (Tramo "Bétera – Serra"), utilizando la metodología iRAP



51	Revisiones de gestión de velocidad	Individual	km de calzada	5	16,667	16,667	16,667	16,667	16,667	16,667
52	Calmar el tráfico	Individual	km de calzada	10	28,704	28,704	28,704	28,704	28,704	28,704
53	Realineamiento vertical (mayor)	Individual	km de carril	20	231,481	370,370	509,259	555,556	740,741	925,926
54	Adelantamiento o carril adicional	Individual	km lineal	20	370,370	481,481	625,926	370,370	481,481	625,926
55	mejora de cruce de mediana	Multi	interseccion	10	62,963	78,704	110,185	89,815	112,037	157,407
56	Despejar los peligros en el camino (carril bici)	Individual	por km	20	18,333	25,667	35,926	18,333	25,667	35,926
57	Mejora de la pendiente lateral (carril bici)	Individual	por km	20	222,685	289,537	376,296	222,685	289,537	376,296
58	Barreras en carretera (carril bici)	Individual	por km	20	195,370	211,111	222,222	195,370	211,111	222,222
59	Despejar los peligros en el camino (carril seg Motociclista) lado del pasajero	Individual	por km	20	18,333	25,667	35,926	18,333	25,667	35,926
60	Mejora de la pendiente lateral (carril seg Motociclista) lado del pasajero	Individual	por km	20	222,685	289,537	376,296	222,685	289,537	376,296
61	Barreras de carretera (carril seg Motociclista) lado del pasajero	Individual	por km	20	195,370	211,111	222,222	195,370	211,111	222,222
62	Revisiones de gestión de velocidad (Motocilista carril)	Individual	km de calzada	5	16,667	16,667	16,667	16,667	16,667	16,667
63	Barrera mediana central (carril Motociclista)	Multi	por km	10	208,333	208,333	208,333	208,333	208,333	208,333
64	Resistencia al deslizamiento (camino pavimentado)	Individual	km de carril	10	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000
65	Resistencia al deslizamiento (camino sin pavimentar)	Individual	km de calzada	10	23,148	23,148	23,148	23,148	23,148	23,148
66	Pavimentar la superficie de la carretera	Individual	km de carril	10	117,593	117,593	117,593	117,593	117,593	117,593
67	alumbrado publico (bloque medio)	Individual	km de carril	20	44,444	53,333	66,667	44,444	53,333	66,667
68	Alumbrado público (intersección)	Individual	interseccion	20	22,222	22,222	22,222	22,222	22,222	22,222
69	Alumbrado público (cruce de peatones)	Individual	unidad	20	11,111	11,111	11,111	11,111	11,111	11,111
70	Hombro estruendo tiras	Individual	km de calzada	10	14,815	14,815	14,815	14,815	14,815	14,815
71	Mejoras de estacionamiento	Individual	km de calzada	20	125,000	125,000	125,000	125,000	125,000	125,000
72	Distancia visual (eliminación de obstrucciones)	Individual	km de calzada	20	155,556	200,000	266,667	155,556	200,000	266,667
73	Cercas peatonales	Individual	km de calzada	20	7,407	7,407	7,407	7,407	7,407	7,407
74	Instalaciones peatonales separadas a desnivel lateral	Individual	interseccion	20	416,667	416,667	416,667	416,667	416,667	416,667
75	lado de carretera peatonal señalizada -cruce de peatones	Individual	unidad	20	38,889	38,889	38,889	38,889	38,889	38,889



Evaluación de la seguridad vial de la carretera CV-310 entre los PPKK 9+185 y 20+240 (Tramo “Bétera – Serra”), utilizando la metodología iRAP



76	lado de carretera peatonal sin señalizar - cruce de peatones	Individual	interseccion	10	7,407	7,407	7,407	7,407	7,407	7,407
77	Provisión de sendero lado del pasajero (con barrera)	Individual	por km	20	224,074	268,889	322,667	224,074	268,889	322,667
78	Provisión de sendero del lado del pasajero (camino informal > 1m)	Individual	por km	10	14,815	17,778	21,296	14,815	17,778	21,296
79	Provisión de senderos del lado del conductor (ruta informal > 1 m)	Individual	por km	10	14,815	17,778	21,296	14,815	17,778	21,296
80	Provisión de sendero lado del conductor (con barrera)	Individual	por km	20	224,074	268,889	322,667	224,074	268,889	322,667
81	Provisión de senderos del lado del conductor (> 3 m de la carretera)	Individual	por km	20	112,593	135,185	162,222	112,593	135,185	162,222
82	Provisión de sendero lado del conductor (adyacente a la carretera)	Individual	por km	20	120,000	156,000	202,667	120,000	156,000	202,667
83	Sellado del hombro o arcen del lado del conductor (<1 m)	Individual	km lineal	20	39,815	51,852	67,287	51,852	67,287	90,838
84	sellado de hombro lado del conductor (> 1m)	Individual	km lineal	20	51,852	67,287	90,838	67,287	90,838	122,630
85	Realineación (mejora de la distancia visual)	Individual	km de carril	20	333,333	400,000	539,815	333,333	400,000	539,815
86	Barrera mediana central (1 + 1)	solo indivisa	por km	20	208,333	208,333	208,333	208,333	208,333	208,333
87	Despeje los peligros en el camino (carril seg Motociclista) lado del conductor	Individual	por km	20	18,333	25,667	35,926	18,333	25,667	35,926
88	Mejora de la pendiente lateral (carril seg Motociclista) lado del conductor	Individual	por km	20	222,685	289,537	376,296	222,685	289,537	376,296
89	Barreras en la carretera (carril seg Motociclista) lado del conductor	Individual	por km	20	195,370	211,111	222,222	195,370	211,111	222,222
90	Amplia línea central	solo indivisa	km lineal	20	14,815	14,815	14,815	14,815	14,815	14,815
91	Advertencia de zona escolar: signos y marcas	Individual	km de carril	5	13,889	13,889	13,889	13,889	13,889	13,889
92	Advertencia de zona escolar: baliza intermitente	Individual	unidad	20	74,074	74,074	74,074	74,074	74,074	74,074
93	Zona escolar - guardia de cruce / supervisor	solo indivisa	unidad	1	27,778	27,778	27,778	27,778	27,778	27,778
94	Cruce elevado sin señalizar	Multi	unidad	10	22,222	22,222	22,222	22,222	22,222	22,222

Fuente: Elaboración propia en base a VIDA - iRAP