



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Efectos del diseño geométrico para mejorarla  
seguridad vial, carretera ruta pe 1s-pk 19 Santa  
Anita-Lima-2020”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Bach. Richard Abel Terry Morales (ORCID : 0000-0002-8837-3551)

**ASESOR:**

MS. ING. Gustavo Adolfo Aybar Arriola (ORCID :0000-0001-8625-3989)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**CALLAO – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, en especial a mi madre, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mi esposa e hijos, por brindarme el apoyo incondicional en todo este tramo de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres: Rómulo y Cristina, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar en mi expectativa, por los consejos, valores y principios que me inculcaron.

Agradecer a mis docentes de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Alas Peruanas, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión.

Agradecer al ingeniero Gustavo Adolfo Aybar Arriola por su asesoría y valioso aporte para mi investigación.

## Resumen

La presente investigación se planteó como objetivo general Evaluar la seguridad de la vía entre la carretera longitudinal de la Costa Sur Ruta PE-1S Puente Peatonal PK 19 Santa Anita, Lima, en función de sus características geométricas. Asimismo, fue pertinente la determinación de objetivos específicos los cuales son: Determinar las características geométricas entre la carretera longitudinal de la Costa Sur Ruta PE-1S Puente Peatonal PK 19 Santa Anita, Lima, 2020; Comparar las características del diseño geométrico actual con las dispuestas en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, para verificar la seguridad de la vía; y, Solucionar los desperfectos geométricos de acuerdo al diseño geométrico actual con las dispuestas en el manual de carreteras DG – 2018. Para el cumplimiento de dichos fines, se optó por una metodología de tipo no experimental porque no se manipularon intencionalmente las variables. Asimismo, el diseño fue transversal debido a su realización en un periodo definido en el año 2020. Además, tuvo un alcance descriptivo porque se observaron y describieron los fenómenos tal y como se presentaron en forma natural. Los resultados del trabajo indicaron el cumplimiento de los objetivos en medida que se evaluó la seguridad de la vía en función de sus características geométricas, afirmando que el índice de accidentes es de  $11\ 500 \times 10^8$  vehículos – milla. A su vez, se halló que los mayores índices de accidentes se encuentran dentro de las características geométricas que no cumplen con los parámetros mínimos de diseño establecidos en el Manual de Carreteras.

**Palabras clave:** Diseño geométrico, seguridad vial, Santa Anita.

## **Abstract**

The present research was proposed as a general objective to evaluate the safety of the road between the longitudinal highway of the South Coast Route PE-1S Pedestrian Bridge PK 19 Santa Anita, Lima, based on its geometric characteristics. Likewise, the determination of specific objectives was pertinent, which are: Determine the geometric characteristics between the longitudinal highway of the South Coast Route PE-1S Pedestrian Bridge PK 19 Santa Anita, Lima, 2020; Compare the characteristics of the current geometric design with those provided in the Highway Manual: Geometric Design DG-2018, to verify the safety of the road; and, Solve the geometric flaws according to the current geometric design with the provisions in the DG - 2018 road manual. For the fulfillment of these purposes, a non-experimental methodology was chosen because the variables were not intentionally manipulated. Likewise, the design was cross-sectional due to its implementation in a defined period in 2020. In addition, it had a descriptive scope because the phenomena were observed and described as they occurred naturally. The results of the work indicated the fulfillment of the objectives as the safety of the road was evaluated based on its geometric characteristics, stating that the accident rate is 11,500 x 10<sup>8</sup> vehicle-miles. In turn, it was found that the highest accident rates are within the geometric characteristics that do not meet the minimum design parameters established in the Highway Manual.

**Keywords:** Geometric design, road safety, Santa Anita.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen .....	4
Abstract .....	5
ÍNDICE DE TABLAS .....	11
ÍNDICE DE FIGURAS .....	12
I. INTRODUCCIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
1.1. Planteamiento del Problema .....	¡Error! Marcador no definido.
1.2. Formulación del Problema:.....	¡Error! Marcador no definido.
II. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	¡Error! Marcador no definido.
2.1. Hipótesis General:.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2. Objetivo General:.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3. Objetivos Específicos: .....	¡Error! Marcador no definido.
III. MARCO TEÓRICO .....	¡Error! Marcador no definido.
3.1. Antecedentes a Nivel Internacional.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2. Antecedentes a Nivel Nacional .....	¡Error! Marcador no definido.
3.3. Bases Teóricas .....	¡Error! Marcador no definido.
IV. METODOLOGÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1. Tipo y diseño de Investigación.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2. Unidad de Estudio.....	¡Error! Marcador no definido.
4.3. Variables.....	¡Error! Marcador no definido.
4.4. Población, muestra y muestreo .....	¡Error! Marcador no definido.
4.5. Muestra .....	¡Error! Marcador no definido.
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	¡Error! Marcador no definido.
4.7. Instrumentos de Recolección de Datos.....	¡Error! Marcador no definido.
4.8. Método de análisis de datos.....	¡Error! Marcador no definido.
V. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS .....	¡Error! Marcador no definido.
5.1. Recursos y Presupuestos .....	¡Error! Marcador no definido.
5.2. Financiamiento.....	¡Error! Marcador no definido.
5.3. Cronograma de Ejecución .....	¡Error! Marcador no definido.
VI. RESULTADOS.....	¡Error! Marcador no definido.
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	¡Error! Marcador no definido.
5.1 Conclusiones.....	¡Error! Marcador no definido.
5.2 Recomendaciones.....	¡Error! Marcador no definido.
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Presupuesto. ....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2. Cronograma del trabajo de investigación....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3. Características del tránsito – Semana 1 ....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4. Características del tránsito – Semana 2 ....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5. Clasificación por orografía .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6. Valores promedios de las pendientes transversales	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7. Elementos de curva .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8. Longitud de tramos en tangente .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 9. Índice de accidentes del ratio mínimo .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 10. Longitud de curva mínima .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 11. Sobreancho .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 12. Distancia de visibilidad curvas horizontales	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 13. Diseño geométrico en perfil .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 14. Elementos y longitud de curva vertical.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 15. Accidentes y pendientes máximas .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 16. Verificación de ancho de calzada y bermas en corte abierto .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 17. Ancho de calzada y bermas en corte cerrado	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 18. Ancho de calzada y bermas a media ladera	¡Error! Marcador no definido.

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Desarrollo de la Seguridad Nominal y Sustantiva. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 2. Factores involucrados en accidentes de tránsito **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3. Rango de velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 4. Valores del bombeo de la calzada. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 5. Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 6. Valores de peralte máximo. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 7. Peralte Mínimo. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 8. Características del tránsito – Semana 1 ... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 9. Características del tránsito – Semana 2 ... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 10. Análisis de seguridad. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 11. Cumplimiento de longitud de tramos en tangente **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 12. Verificación del ratio mínimo. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 13. Índice de accidentes x Ratios de curvas. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 14. Cumplimiento longitud de curva mínima. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 15. Cumplimiento de sobreanchos. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 16. Cumplimiento distancias de visibilidad de curvas horizontales. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 17. Índices de accidentes respecto a diferentes pendientes. .... **¡Error! Marcador no definido.**



Figura 18. Índice de accidentes de anchos de calzada de corte abierto ..... ¡Error!  
**Marcador no definido.**

Figura 19. Accidentes x ancho de calzada y bermas en corte cerrado..... ¡Error!  
**Marcador no definido.**

Figura 20. Accidentes x Ancho de calzada y bermas a media ladera..... ¡Error!  
**Marcador no definido.**

Figura 21. Características geométricas e índice de accidentes¡Error! **Marcador no definido.**

Figura 22. Características que no cumplen con los parámetros¡Error! **Marcador no definido.**

Figura 23. Características que sí cumplen con los parámetros¡Error! **Marcador no definido.**

## I. NTRODUCCIÓN

El bajo nivel de saberes, así como el poco o nulo interés en el Perú respecto a la Seguridad Vial es una problemática compleja y urgente. Cabe recordar que los conceptos de seguridad y resguardo de la vida son principios claves en la Ingeniería Civil. En ese sentido, la presente investigación busca hallar formas para que se reduzcan o erradiquen los factores que suponen un peligro para la vida y salud para todo ciudadano. En ese sentido, las pistas, carreteras, veredas, etc. son un escenario común de los accidentes, y presentan factores de riesgo en sus características geométricas, estos últimos influyen directamente en la provocación de accidentes, son estos los que requieren de un análisis para averiguar su incidencia y los perjuicios generados para los miembros de la sociedad que son, de una u otra manera, usuarios de las carreteras.

La seguridad en las vías busca prevenir o minimizar los efectos de accidentes de tránsito, empleando tecnologías para dicho fin, para cualquier medio de transporte

terrestre. El plan de Tesis se enfoca en la ingeniería vial, el mismo que juega un papel importante para evitar accidentes relacionados a la transitabilidad, deviniendo en una carretera con características geométricas que aseguren la comodidad en su desplazamiento por la carretera.

Actualmente no se cuenta con vías adecuadas ni seguras que cubran los requerimientos de la sociedad; sobre todo en el caso de centros poblados y distritos. Por ello, en la presente investigación se buscó evaluar la influencia de las características geométricas que permitan determinar si la carretera cumple con lo necesario para la garantía de una vía segura.

En el trabajo de investigación se evaluará la influencia de las características geométricas de la carretera longitudinal de la costa sur ruta PE-1S puente peatonal PK19 Santa Anita, Lima, 2020, comparándolas con lo estipulado por el Manual para el Diseño Geométrico de Carreteras Pavimentadas de Alto Volumen de Tránsito, complementaria con la DG-2018, que indica los diferentes parámetros mínimos que se deben efectuar para el diseño de una carretera para garantizar la seguridad vial

De acuerdo con la realidad problemática, Rodríguez (2003) conceptualiza el problema señalando que es el inicio de toda averiguación la cual origina el trabajo científico, el mismo que se interpreta como la orientación del rumbo que este tomará. De la misma manera, manifiesta que no existe investigación científica que no cuente con un problema de investigación, enfatizando que el problema refiere a un conflicto, es aquello que se pretende buscar, desarrollar o determinar.

De acuerdo con lo descrito en el párrafo anterior, el presente trabajo de investigación formula el problema general de la siguiente manera: ¿Las características Geométricas de la carretera longitudinal de la costa sur ruta PE-1S puente peatonal PK19 Santa Anita-Lima 2020 influye en la seguridad de la vía? Y como problemas específicos: ¿Las características Geométricas de la carretera longitudinal de la costa sur ruta PE-1S puente peatonal PK19 Santa Anita-Lima 2020 no se ajusta al diseño geométrico actual con las dispuestas en el manual de carreteras: DG - 2018? ¿Las características Geométricas de la carretera longitudinal de la costa sur ruta PE-1S puente peatonal PK19 Santa Anita-Lima 2020 no verifica la seguridad de la vía?

Respecto a la justificación de la realización del presente trabajo, “Estudio de los Efectos del Diseño Geométrico sobre la Seguridad Vial utilizando la Norma Dg 2018 en la Carretera Longitudinal de la Costa Sur Ruta PE-1S Puente Peatonal PK 19 Santa Anita, Lima, 2020”, tiene una justificación tecnológica puesto que al realizar el análisis comparativo del Manual de carreteras: Diseño geométrico DG-2018 se podrá poner en práctica y corroborar si efectivamente el diseño geométrico de carretera, se lleva a cabo mediante un proceso de diseño iterativo, donde se va construyendo la geometría de la carretera a través de un modelo espacial que continuamente se evalúa, según todos los condicionantes y objetivos del diseño, para proceder a introducir modificaciones continuas en el mismo, buscando la optimización de la realidad física y funcional final. Igualmente, tiene una justificación social dado que esto dará las pautas para que en futuros proyectos de construcción de carreteras se valoren aspectos como la funcionalidad, la seguridad, la comodidad, la integración ambiental en su entorno, la armonía o estética y la economía y por otro lado se justifica económicamente puesto que en la medida que se respeten los lineamientos del diseño geométrico ya establecidos, esto incidirá

en bajar la tasa de accidentalidad, así como minimizar los impactos ambientales, teniendo en cuenta el uso y valores del territorio y los suelos afectados, siendo básica la mayor adaptación física posible a la orografía existente. Así se logra reducir las excavaciones y rellenos, así como los puentes y viaductos, redundando en una menor ocupación de terrenos y en unas barreras físicas y visuales menos intrusivas y costosas.

Igualmente, se verificará técnicamente por qué es precisa la determinación de las características geométricas de la carretera longitudinal de la Costa Sur Ruta PE-1S Puente Peatonal PK 19 Santa Anita, Lima, fundamentando en la metodología de análisis comparativo con las normas del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Para el cumplimiento del diseño adecuado de la carretera con la transitabilidad eficaz dando de esta manera la comodidad y seguridad correspondiente a la vía.

Izcara (2014), la hipótesis es definida como el conjunto de exposiciones de tanteo de algo que será investigado, las mismas que se formulan en base a propuestas. Así, la hipótesis general es que Se podrán mejorar características geométricas de la carretera Longitudinal de la Costa Sur Ruta PE-1S Puente Peatonal PK 19 Santa Anita, Lima, no cumplen con los parámetros de diseño dispuesto en el Manual para el Diseño de Carreteras de alto Volumen de tránsito, complementaria con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, por lo que la vía es insegura.

De la misma manera para Tamayo (1994) los objetivos deben ser entendidos como una proposición clara y exacta de la intención que se desea investigar, con la finalidad de que el objetivo de la persona que investiga sea tomar una determinación y a su vez explicar una teoría que le permita afianzar y a su vez poder solucionar. Así, el objetivo general es Evaluar la seguridad de la vía entre la carretera longitudinal de la Costa Sur Ruta PE-1S Puente Peatonal PK 19 Santa Anita, Lima, en función de sus características geométricas. En tanto, los objetivos específicos son: Determinar las características geométricas entre la carretera longitudinal de la Costa Sur Ruta PE-1S Puente Peatonal PK 19 Santa Anita, Lima, 2020; Comparar las características del diseño geométrico actual con las dispuestas en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, para verificar la

seguridad de la vía y Solucionar los desperfectos geométricos de acuerdo al diseño geométrico actual con las dispuestas en el manual de carreteras DG – 2018.

## II. MARCO TEÓRICO

En los Antecedentes internacionales se tiene a (Maydolly, 2012) en la tesis “PARÁMETROS DE SEGURIDAD VIAL PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS” Universidad Pontificia Bolivariana – Bucaramanga, Colombia.

Este trabajo expuso una serie de requerimientos que debían ser tomados en cuenta para el diseño geométrico de la vía, específicamente para carreteras, con el fin de obtener un grado óptimo de seguridad vial. Así, se hizo un análisis meticuloso de los parámetros para enfatizar su relevancia en la infraestructura de toda vía. Además, se describieron las razones de riesgo y accidentabilidad latentes de omitirse los parámetros señalando la existencia de una responsabilidad en la ingeniería de no considerarse dichos ítems.

Asimismo, en el ámbito nacional, (García, 2016) en el trabajo de investigación “EVALUACION DEL DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA CASMA – HUARAZ, TRAMO KM 135+000 AL KM 145+600, APLICANDO EL MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DG-2014, AÑO 2016”, señala:

El diseño geométrico, partiendo de una óptica técnico – ingenieril, es el elemento más relevante en la infraestructura vial. Y este va del nacimiento de la idea, hasta plasmarla en una obra civil. El autor señala que este diseño se caracteriza por ser iterativo, esto quiere decir que se usa un modelo espacial para construir la geometría de la vía, este va a ser evaluado de forma constante, lo que conllevará a que se modifique continuamente en busca de una optimización de la realidad física y funcional final. El estudio estuvo orientado a evaluar la carretera Casma - Huaraz, en el tramo Km 135+000 – Km 145+600; se trató de un trabajo descriptivo que contrastó el estado y características geométricas de dicho tramo en el año 2016 con el Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2014.

En la tesis de (Calderón et al. 2015) “Inspecciones se Seguridad Vial”, los autores se propusieron ahondar en la problemática de Auditorías e Inspecciones de Seguridad Vial (ASV/ISV) entendiéndolas como una forma de prevención para que se mejoren el el uso y desempeño de las carreteras.

Los autores mostraron, también, ejemplos prácticos en dos carreteras rurales y dos urbanas en Lima Provincia, concluyendo que la influencia humana es un

elemento fundamental, en tanto, el entorno de la carretera no supone gran significancia, no obstante, esto no significa que deba ser ignorado.

Es relevante mencionar acerca de las definiciones de términos básicos como: Carretera. Las carreteras para (Cárdenas, 2013) refieren a una infraestructura de transporte que debe acondicionarse de forma especial en una franja de terreno el cual se denomina derecho de vía. Ello para que los autos, camiones, etc. Transiten continuamente en espacio y tiempo, siempre tomando en consideración los niveles propicios de comodidad y seguridad.

Haque et al. (2015) señalan como “road” a una vía, ruta o camino en tierra entre dos lugares, que ha sido pavimentada o mejorada para permitir el desplazamiento de algún medio de transporte. Las carreteras, según los autores, constan de una, o a veces dos, vías, cada una con uno o más carriles.

Asimismo, el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013) indica que el concepto de carretera está asociado a un camino, de dos ejes (como mínimo) y cuyas características geométricas las establecen las normas técnicas que indica la misma entidad.

Así también se debe indicar las nociones sobre Seguridad Vial. La forma de sensibilizar públicamente acerca de los traumatismos e índices de muerte en las carreteras alrededor del globo es un tema nuevo, de forma relativa (Global Road Safety, 2007). Así, el tema de la seguridad vial se ha estudiado en la última década y cada día que pasa, la ingeniería del transporte amplía su área de investigación (Graná, 2019) en medida que es una preocupación prioritaria que afecta a la socioeconomía a nivel internacional (Islam et al. 2019; World Health Organization, 2013).

En ese sentido, gran porcentaje de ingenieros civil, destacándose ingenieros de puertos, canales, caminos, son indispensables, tanto para diseñar las carreteras, como también las formas en que deben mantenerse y conservarse, la manera de gestionar el tráfico, entre otros. (Martínez, 2018).

En los últimos años el trabajo en esta problemática ha reflejado el grado de protección a sus participantes de los accidentes de tráfico así como lo que supone la gravedad de sus consecuencias (Kurakina et al. 2018).

La misma fuente citando a Hauer (2015) señala que el concepto de seguridad vial se relaciona con la presencia de unidades viales como segmentos de carretera, intersecciones, vehículos y usuarios. Asimismo, la definición del Ministerio de Transporte del Perú lo asocia con la serie de acciones enfocadas en la prevención y evitación de accidentes de transeúntes, conductores y demás usuarios, así como en la reducción de impactos negativos a nivel social causados por los altos índices de accidentes (Manual de Seguridad Vial del Perú, 2016).

Se puede adoptar también como aquella disciplina encargada de estudiar y aplicar los diversos mecanismos y actividades para la garantía del uso óptimo de la vía pública en cuanto a cómo se circula en esta. Esto a la vez que se previenen los accidentes de tránsito (Manual de Transporte Público, 2011).

Así, el (CORESEVI, 2012) resume la seguridad vial como la encargada de prevenir siniestros de tránsito o, aminorar sus consecuencias.

Este concepto en el (Manual de Seguridad Vial, 2017) está relacionado con la universalidad y el enfoque decidido hacia su perfeccionamiento.

Cabe mencionar que existen diversos objetivos y metas, intervenciones y medidas, áreas de política y profesionales que se ven involucrados en una visión integral de la seguridad vial (European Commission, 2010).

Dextre (2010) citado por Briones (2017) asegura que en la seguridad vial se puede desagregar en Seguridad Nominal (o legal), relacionada a las normativas de diseño que tomará en consideración cada país para construir sus vías o la Seguridad Sustantiva que tiene que ver con la cantidad y severidad de accidentes.

Cabe mencionar específicamente sobre la Seguridad vial nominal. Este término guarda relación con qué tan adherido está un determinado proyecto a las normas, guías, criterios y recomendaciones que el organismo vial ha establecido (Fissore, y otros, 2019). Esta se da por preceptos y criterios que recogen las recomendaciones y normas de diseño, donde se muestran parámetros específicos que pueden interpretarse de forma errónea tales como umbrales de la seguridad. No deben entenderse los valores de las normas como la frontera entre lo inseguro y seguro. En ese sentido, el cumplimiento de la seguridad nominal no asegura totalmente que el diseño cuente con la seguridad correspondiente. En este



concepto se sigue acogiendo una mal comprendida y usada seguridad legal, dejando al conductor como único responsable del accidente pese a tener una vía intransitable.

De esta forma, cumplir con los preceptos legales no es sinónimo de garantía de ningún nivel concreto de seguridad vial, debido a que la gran mayoría fueron determinados con el fin de poner límites a las repercusiones económicas (Fissore et al. 2019) o para hacer responsables de forma exclusiva las personas que conducen los vehículos protagonistas de los accidentes, aun cuando la vía por la que se transitó presentó defectos relacionados a riesgos no perceptible o insuperables por los conductores (Gómez y Quispe, 2017).

En tanto, la Seguridad vial sustantiva es ajena a la persona que observa y establece los niveles de seguridad real, o la que se determinó a largo plazo de una vía al especificar parámetros de emplazamiento, geométricas y operacionales. Ello es medido a través de la frecuencia de accidentes por Km al año, y los efectos que dejaron estos ya sea el valor de los daños materiales, gravedad de heridos o, cantidad de fallecidos (Fissore, y otros, 2019).

Esta seguridad hace una estimación para saber si un diseño o mejoramiento de una vía pueda tener resultados positivos en los siniestros a futuro. En este proceso se requiere una serie de metodologías para la predicción de la frecuencia futura de los choques y sus efectos, de acuerdo con los parámetros adheridos en el diseño. Para ello se requiere de un fundamento real, es decir hechos y no supuestos ni conjeturas que no tienen argumentos sólidos. Se han desarrollado, en los últimos años, herramientas y métodos que hacen posible la puesta en marcha de este nuevo conocimiento, dándole la posibilidad al ingeniero de que verifique sus diseños partiendo de una perspectiva de seguridad sustantiva, comparable, contrastable y cuantificable (Fissore, y otros, 2019).

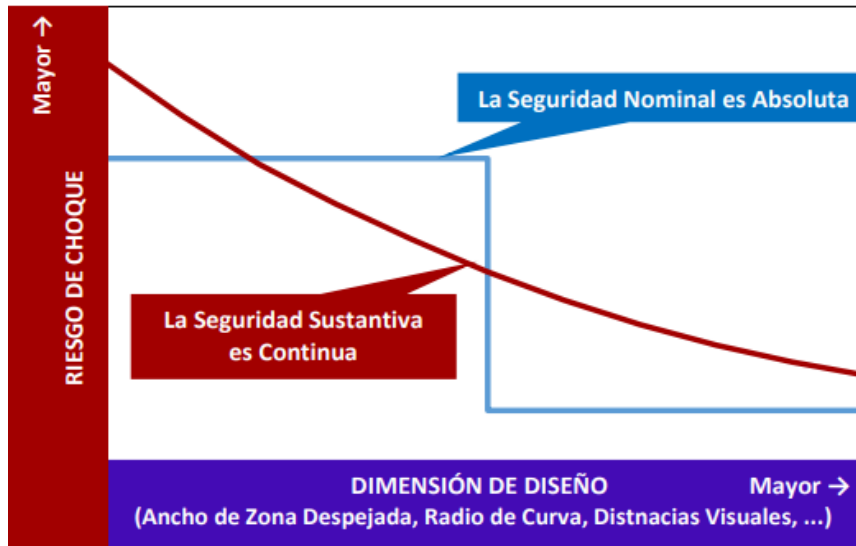


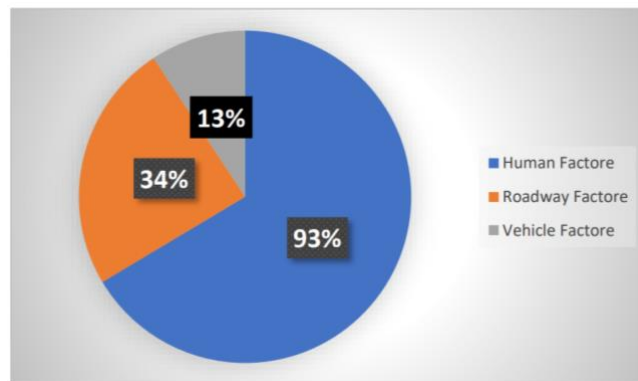
Figura 1. Desarrollo de la Seguridad Nominal y Sustantiva.

Fuente: (Fissore, y otros, 2019)

Con el fin de una reforma respecto al manejo de la seguridad nominal, es necesaria la incorporación de información fidedigna de seguridad en el conjunto de normas de diseño de las vías. Este es un término que debe ser medido de acuerdo con la frecuencia de choque y la gravedad. Pese a que este es un concepto relativamente reciente, va a ser introducido en el diseño de las carreteras. Cabe mencionar que su incorporación precisa de una serie de ítems como son: conocer el vínculo entre decisión de seguridad y diseño a través de una síntesis que se reedite de forma periódica; que los documentos de diseño sean firmados por personas certificadas en conocimiento y, se requiere la orientación política a los que diseñen respecto al nivel de seguridad en las carreteras (Hauer, 1999).

También es relevante exponer sobre el Estudio de accidentalidad. Los índices de accidentalidad y mortalidad en el país, por causa de los accidentes de tránsito aumentan cada día (Perez y Gonzalez, 2019). Al respecto, se deben considerar tres factores principales que se atribuyen a los accidentes de tráfico, a saber, factores relacionados con el ser humano, factores relacionados con el vehículo y factor relacionado con la carretera (Haddon, 1970 citado en Islam, 2019).

Figura 2. Factores involucrados en accidentes de tránsito



Fuente: AASHTO (2008) citado en Islam (2019)

Cabe mencionar que según narra Huvarinen et al. (2017) los estudios mundiales han mostrado que alrededor del 27% de los accidentes en el sistema “persona - vehículo - entorno vial” son causados por el problema de interacción entre los elementos “persona - entorno vial”.

En ese sentido, y debido a las altas tasas de accidentalidad en las vías es necesario estudiar los hechos de tal manera que permitan identificar eficazmente la incidencia de estos factores en el accidente, ya que, aunque los reportes señalan al conductor como principal culpable de forma mayoritaria, es poco común analizar que el comportamiento erróneo del conductor estuvo forzado por deficiencias en el diseño geométrico, siendo este último una causa probable de la decisión equivocada.

Respecto al concepto de Accidente de tránsito; se reconoce este tipo de incidencias como eventos, usualmente no planificados, causados por al menos un vehículo que está moviéndose, generando perjuicios a bienes o ciudadanos envueltos en dicho suceso. Este accidente deriva en víctimas mortales o con lesiones severas. Los daños, según Keall y Newstead (2018) van a depender de las particularidades de cada persona, tales como estado de salud, edad, clase de accidente, género, tipo de trauma, elementos de protección, rapidez con la que se presenta la ayuda a los heridos, etc.

En esa línea, los Sitios Críticos son los puntos de alta concentración de eventos accidentales donde se generan o se espera que se genere una alta cantidad de

colisiones en contraste con otros espacios. En este lugar es donde se van a concentrar cantidades elevadas de heridos y fallecidos (Manepalli, 2009).

Se tienen también, Elementos de seguridad vial. Estos ítems pueden presentarse individualmente o en conjunto. En los accidentes de tránsito hacen referencia al vehículo, acción del ser humano, el entorno y la vía (Chocontá, 2011).

Así también, mencionar el Diseño geométrico de la vía el cual implica el procedimiento para hallar la correlación de los elementos físicos de la carretera y las condiciones en las que operan los vehículos, así como las particularidades que presenta el terreno (Chocontá, 2011).

En los últimos años se ha observado que el diseño de la vía o el manejo incorrecto de la infraestructura puede inducir un mal comportamiento o falta de apreciación del riesgo aumentando la tasa de accidentes (Madsen & Lahrmann, 2016; Corazza et al. 2016). Igualmente, la existencia de curvas verticales, horizontales o combinadas, son un elemento que influencia este problema (CONASET, 2003). En ese sentido, la elección de la velocidad, por ejemplo, va a ser un efecto luego de analizar opciones de trazado que puedan tomar en consideración la orografía (concepto detallado más adelante) del territorio (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008). Por todo ello, la seguridad del usuario es una de las cuestiones más importantes en el diseño de carreteras (Demasi et al. 2018).

Cabe mencionar que el diseño de carreteras geométricas es una tarea ardua, que debe llevarse a cabo tratando de hacer concesiones entre los diferentes factores involucrados y, al mismo tiempo, se debe cumplir con las normas y regulaciones pertinentes (Colonna et al. 2020).

El Diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal se compone de alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, estos elementos hacen posible que se de un cambio fluido al pasar de un estado a otro, por ejemplo, el traspase de curvas rectas a circulares o al revés.

Se debe procurar que el alineamiento horizontal no interrumpa los vehículos, a la vez que se pueda mantener una velocidad regular a lo largo del mayor tramo posible.

En ese sentido, el (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018) detalla que el elemento clave es el relieve del terreno, este mismo representa el control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad de diseño que paralelamente, va a controlar la distancia de visión.

El Diseño Geométrico horizontal se compone de alineaciones rectas, grado de curvatura variable, y curvas circulares que hacen posible que se pase de un alineamiento recto a curvas o a la inversa (DG, 2014).

Cabe mencionar que la tasa de accidentes de las curvas horizontales es inversamente proporcional al radio de curvatura, ello va a tener gran significancia en vías en las que el radio de curvatura va de 430 m a menos (CONASET, 2003).

El Diseño Geométrico Vertical, en tanto, se compone de un grupo de rectas que se entrelazan por curvas verticales parabólicas, y donde las rectas colindantes. En su despliegue, se define el sentido de las pendientes de acuerdo con el avance de los kilómetros, en positivas, las que suponen un incremento de cotas y negativas las que generan un aminoramiento (DG, 2014).

En las curvas verticales las tasas de accidentes suelen incrementarse en las zonas más altas o más bajas de una curva vertical (CONASET, 2003).

Asimismo, el combinar curvas horizontales y verticales, conlleva a fallas en la forma en que perciben el camino los conductores, por lo que deben evitarse. En ese sentido, los accidentes se incrementan al coincidir una curva horizontal con los puntos más elevados o bajos de una vertical (CONASET, 2003).

Sección Transversal. Para diseñar la sección transversal es preciso que se describan los elementos que componen la vía en un plano vertical normal al alineamiento horizontal, ello va a hacer posible que se defina la disposición y dimensiones de los ítems en cuestión, así como el punto al que corresponde a las secciones y cómo estos se relacionan con el terreno (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018).

Esta sección debe proyectarse como una solución integral sobre todo en espacios de gran aglomeración de ciudadanos, o en zonas de comercio, así como en las que haya gran cantidad de tránsito vehicular, maquinaria, animales, etc.; de tal forma que el tránsito en dicha vía tenga un despliegue fluido y seguro.

(CONASET, 2003) apunta la complejidad del vínculo entre el flujo vehicular y los elementos de la sección transversal. En ese sentido, al diseñarla se recomienda:

- Incrementar la seguridad considerando un ancho de 3.65 m por carril como mínimo.
- Se sabe que las bermas son una forma de colaborar con la seguridad. No obstante, de ser angostas o por el contrario muy anchas, se relacionan con aumento de accidentes
- Las calzadas independientes, a modo de separador central generando dos sentidos de tránsito es una contribución al aminoramiento de accidentes.
- Proveer aceras o veredas para el peatón que lo protejan de la circulación de vehículos.

Diseño de Intersecciones. Para llegar a una solución de una intersección vial se deben tomar en consideración un conjunto de elementos como la topografía, capacidad de vías, características geométricas y flujo vehicular. Así, se presentan diversas alternativas para su evaluación y selección (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018).

Según, (CONASET, 2003); es recomendable reducir la cantidad de intersecciones, considerando los aspectos narrados a continuación:

- Reducir la cantidad de puntos de conflictos potenciales en intersecciones.
- Corroborar que haya buena visibilidad.
- No caer en problemas de percepción.
- Consideración adecuada del viraje de los vehículos.
- Proporcionar cruces de calzada seguros.

Jerarquización vial. Este concepto refiere al orden de las vías que forman parte del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), con jerarquías, de forma específica en las siguientes:

- Red vial nacional: Refiere a las carreteras nacionales compuestas por vías transversales y longitudinales principales, los mismos que representan el cimiento el SINAC. Se entienden como receptores de las vías que vienen de los departamentos o regiones y de las rurales o vecinales.
- Red vial departamental o regional: La componen el total de vías de la red perteneciente a un gobierno regional. Su función es la articulación de la red vial nacional con la vecinal o rural.
- Red vial vecinal o rural: La componen las vías desprendidas de la red vial en el área local. Su propósito recae en la articulación de capitales de provincia con las de distrito (con centros poblados, entre sí y con las vías nacionales, departamentales o regionales).

Clasificación por Demanda. En el Perú, según el Manual de Carreteras (2018), y de acuerdo con su demanda, las carreteras se dividen en:

- Autopistas de primera clase: Cuentan con IMDA (Índice medio diario anual) que supera los 6 mil veh/día, calzadas separadas por un mínimo de 6.00 m; tiene dos o más carriles, cada uno con 3.60 m de ancho como mínimo. Control de accesos (ingresos y salidas) total que otorguen flujos ininterrumpidos, no tienen cruces ni pasos a nivel y cuentan con puentes para peatones en las áreas urbanizadas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.
- Autopistas de segunda clase: Su IMDA va de 6,000 y 4,001 veh/día, de calzadas separadas por separadores de entre 6.00 m hasta 1.00 m, precisa que se instale un sistema para contener vehículos. Las calzadas requieren de dos carriles o más de al menos 3.60 m de ancho, con control parcial de accesos y continuos flujos de vehículos. Es posible que cuenten con pasos o cruces y algunos puentes en áreas urbanizadas. La rodadura de las vías debe estar pavimentada.
- Carretera de primera clase: Su IMDA va de 4,000 a 2,001 veh/día. Calzadas de dos carriles con un mínimo de anchura de 3.60 m. Es posible que tengan pasos vehiculares o cruces y se recomienda que tengan puentes para los peatones o elementos de seguridad vial, que hagan posible tener

velocidades de operación, más seguras. La superficie de rodadura debe estar igualmente con pavimento.

- Carretera de segunda clase: Su IMDA va de 2,000 y 400 veh/día. Calzadas de dos carriles con un ancho mínimo de 3.30 m. Es posible que tengan pasos vehiculares o cruces y es recomendable que cuenten con puentes o dispositivos de seguridad vial que hagan posible las velocidades de operación, más seguras. La superficie de rodadura debe estar igualmente pavimentada.
- Carretera de tercera clase: Tienen un IMDA menor a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo. Sus carriles pueden ser hasta de 2.50 m, excepcionalmente, siempre y cuando se tenga el sustento técnico.

Funcionan con soluciones que se denominan económicas o básicas, de forma consistente al aplicar estabilizadores en los suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En las que ya tienen pavimento, es necesario que cumplan con las especificaciones geométricas para las carreteras de 2da clase.

- Trochas carrozables: son transitables pero incumplen los parámetros geométricos de una carretera. Su IMDA, generalmente, 200 veh/día a menos. Calzadas de 4.00 m de ancho como mínimo, y precisan de la construcción de ensanches llamados plazoletas de cruce, cada 500 m por lo menos. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

Clasificación por orografía. En el país, de acuerdo con la orografía que predomina en el terreno por dónde va el trazado, las carreteras pueden clasificarse en:

- Terreno plano (Tipo 1): Indica la existencia de pendientes transversales al eje de la vía, equivalentes al diez por ciento o menor; sus pendientes longitudinales generalmente son de tres por ciento o menos, requieren un mínimo de movimiento de tierras, ello infiere que no se precisa grandes dificultades para trazarla.
- Terreno ondulado (Tipo 2): Cuenta con pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se hallan entre 3% y 6



- %, demandan un movimiento de tierra moderado, permitiendo un alineamiento relativamente recto y sin mayores dificultades para su trazo.
- Terreno accidentado (Tipo 3): Este tipo presenta pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y predominan pendientes longitudinales entre 6% y 8%, por lo que implica movimientos de tierras considerables. En ese sentido, supone dificultad para trazarse.
  - Terreno escarpado (Tipo 4): Cuenta con pendientes transversales al eje de las vías de más del 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales superan el 8%, suponiendo un máximo de movimiento de tierras. Este terreno supone grandes complejidades al ser trazada.

Es necesario ahondar también en la noción de Características de tránsito. Estas particularidades refieren a qué tan predecibles son los volúmenes de demanda, su composición y la evolución, y las modificaciones que ocurran durante el proyecto. Los indicadores principales el IMDA, la distribución según el tipo de vehículo y el incremento del tránsito.

- Índice medio diario anual (IMDA): Refleja el promedio aritmético de los volúmenes para cada día anualmente, que existe o se prevé en una sección determinada de la carretera. Con este valor se puede tener una idea de la relevancia de la vía en la sección que se consideró, de forma cuantitativa, ello va a hacer posible el cálculo de factibilidad económica. Los valores de IMDA para tramos específicos de carretera, le dan al proyectista los datos precisos para la determinación de las características de diseño de la vía, clasificación y el desarrollo de programas para su mejoría y conservación. Los valores vehículo/día importan porque permiten que se evalúen programas de seguridad a la vez que miden el servicio que se proporcionó por el transporte. Las carreteras son diseñadas para un determinado volumen relacionado con la demanda diaria promedio (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018).
- Clasificación por tipo de vehículo de diseño: está expresado en porcentajes, y relacionado con el IMDA a las diversas clasificaciones de vehículos; según

Reglamento Nacional de Vehículos, son: Categoría L, Categoría M, Categoría N, Categoría O, Categoría S.

- Velocidad de diseño: La velocidad de diseño, entendida además como velocidad directriz, es la máxima cifra que, en condiciones de seguridad, se mantiene a lo largo de una porción de la vía.

La opción de la velocidad directriz va a fundamentarse en el tipo de carretera, topografía, volúmenes de tránsito, funciones de la vía, condiciones climáticas, etc. (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018).

CLASIFICACIÓN	Rangos de velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.											
	OROGRAFIA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO O VTR (Km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de tercera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

Figura 3. Rango de velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

Fuente: (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018).

Respecto al Ancho de la calzada en curva; a los anchos mínimos de calzada en tangente se van a aumentar los sobre anchos que corresponden a los tramos en curvas.

Sobre las Bermas, refieren a aquellas franjas longitudinales, que se encuentran en paralelo y adyacentes a la calzada o superficie de rodadura de la carretera.

Su propósito recaer en confinar la capa de rodadura y son utilizadas como espacio seguro para estacionar autos, en situaciones de emergencia. Además, las bermas representan una mejoría respecto a cómo funciona el tráfico y la seguridad. Otras misiones son proteger al pavimento y a sus capas inferiores, detenciones ocasionales, etc.

El Bombeo, por su parte, refiere a la inclinación transversal con valor mínimo de la calzada en tramos contiguos, se determina por el propósito de que se evacúen las aguas superfluas. Este elemento va a depender de los niveles de precipitación y la clase de superficie de rotura.

Tipo de superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial	2,5	2,5 – 3,0
Afirmado	3,0 – 3,5	3,0 – 4,0

Figura 4. Valores del bombeo de la calzada.

Fuente: (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018).

El Peralte indica la Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, cuya finalidad es contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo. En esa línea, el Valor del peralte (Máximos y mínimos) Las curvas horizontales deben ser peraltadas; con excepción de los valores establecidos fijados en la Figura N.º “4”

Velocidad (km/h)	40	60	80	≥100
Radio (m)	3 500	3 500	3 500	7 500

Figura 5. Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte.

Fuente: (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018).

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Atravesamiento de zonas urbanas	6,0%	4,0%
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8,0%	6,0%
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12,0%	8,0%
Zona rural con peligro de hielo	8,0%	6,0%

Figura 6. Valores de peralte máximo.

Fuente: (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018).

Peralte mínimo	Velocidad de diseño km/h	Radios de curvatura
$V \geq 100$		$5.000 \leq R < 7.500$
$40 \leq V < 100$		$2.500 \leq R < 3.500$

Figura 7. Peralte Mínimo

Fuente: (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de Investigación**

##### **Enfoque de investigación**

Utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población (Hernández Sampieri, y otros, 2018)

##### **Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo aplicada, puesto que está dirigida a la solución de problemas prácticos y específicos en un área determinada, aplicando conocimientos existentes, y no creando nuevos conocimientos (Hernández Sampieri, y otros, 2018)

##### **Diseño de investigación**

El diseño de la investigación son estrategias o planes concebidos para obtener la información deseada; en ese sentido, los diseños pueden ser, experimentales y no experimentales, la presente investigación es no experimental, ya que esta es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para analizarlos con posterioridad. (Hernández & Baptista, 2015)

Asimismo, el diseño será transversal debido a su realización en un periodo definido en el año 2020. Además, tiene un alcance descriptivo porque se observan y describen los fenómenos tal y como se presentan en forma natural.

##### **Nivel de investigación:**

Es descriptivo porque permite detallar situaciones y eventos, es decir, como es y cómo se manifiesta determinado fenómeno y busca especificar propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis (Hernández Sampieri, y otros, 2018)

### **3.2. Variables**

Una variable es una propiedad que puede variar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse. La variable se aplica a un grupo de personas u objetos, los cuales adquieren diversos valores o manifestaciones respecto a la variable

La variable dependiente es el efecto medido. Las variables independientes son la causa de la variación observada en las variables dependientes. La variable independiente no se mide, es la variable que se sirve para observar los efectos causados en las variables dependientes. (Hernández Sampieri, y otros, 2018)

#### **Variable Independiente**

Las características geométricas entre la carretera longitudinal de la Costa Sur Ruta PE-1S Puente Peatonal PK 19 Santa Anita, Lima.

#### **Variable dependiente**

La seguridad de la vía entre la carretera longitudinal de la Costa Sur Ruta PE-1S Puente Peatonal PK 19 Santa Anita, Lima

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Para Hernández et al. (2014) "una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones" (p. 65). Es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las entidades de la población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación.

En este caso la población está conformada por las carreteras del distrito de Santa Anita-Lima-Perú,2020.

#### **Criterios de inclusión**

Siguiendo lo estipulado por los autores mencionados, los criterios de inclusión son las características que deben tener las unidades de análisis para considerar su participación en la investigación. (Bernal, 2012)

En el desarrollo de esta investigación dichos criterios están dados por:

- Clasificación de la orografía
- Características del tránsito
- Características geométricas e índice de accidentalidad

### **Criterios de exclusión:**

Son los criterios que sirven a los investigadores para determinar si una unidad de análisis no puede participar en un estudio. (Bernal, 2012)

En este proceso de investigación se determina que es excluyente cualquier otra carretera dado el interés particular del proyecto.

### **Muestra**

La muestra es un grupo de personas, eventos, sucesos, comunidades, etc., sobre el cual se habrán de recolectar los datos, sin que necesariamente sea representativo del universo o población que se estudia (Hernández, y otros, 2015)

En esta investigación se ha determinado que la muestra sea la carretera que inicia desde la Costa Sur Ruta PE-1S Puente Peatonal PK 19 Santa Anita, Lima.

### **Muestreo**

El muestro que se utilizará en este proceso se ha definido como no probabilístico intencional a lo cual Sampieri refiere que el muestreo intencional (también conocido como muestreo selectivo o subjetivo) es una técnica de muestreo en la que el investigador se basa en su propio juicio al elegir a los miembros de la población que participarán en el estudio. El muestreo intencional es un método de muestreo sin probabilidad y se produce cuando “los elementos seleccionados para la muestra son elegidos a juicio del investigador”.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

Según Fidias G. Arias en su bibliografía titulada “El proyecto de Investigación – Introducción a la metodología científica” en su 6° edición, conceptualiza lo siguiente, indicándonos que entendernos por técnica de investigación a la forma o procedimiento de lograr obtener alguna información o dato.

Para la presente se empleó como técnica de recolección de información la observación directa, y el levantamiento topográfico de la vía existente, de manera que se pudo evaluar la seguridad vial de acuerdo con las especificaciones del diseño.

La guía de observación fue el instrumento que se empleó para la recolección de datos, en el caso específico de la presente, consistió en un conjunto de formatos utilizados para anotar datos, nombres, equipos topográficos, etc.

La validez y confiabilidad son: “constructos” inherentes a la investigación, desde la perspectiva positivista, con el fin de otorgarle a los instrumentos y a la información recabada, exactitud y consistencia necesarias para efectuar las generalizaciones de los hallazgos, derivadas del análisis de las variables en estudio (Bernal, 2012)

Para determinar la validez de los instrumentos se utilizó el criterio de juicio de expertos, donde se sometió el instrumento a la valoración por quienes juzgaron la capacidad de éste para evaluar todas las variables que deseamos medir.

La confiabilidad del instrumento responde a la estabilidad de los datos obtenidos y la anulación de riesgos de variación entre los mismos.

### **3.5. Procedimientos**

Para llevar a cabo la investigación y con el fin de la consecución de los objetivos planteados, se procedió a recolectar información necesaria respecto a los manuales y normas estandarizadas. Asimismo, se visitó el lugar en estudio para corroborar el estado actual del mismo. Y, respecto a la documentación y formato, se siguió para la realización de la presente la guía proporcionada por la institución educativa a la que el investigador pertenece.

### **3.6. Método de análisis de datos**

El método es la estadística descriptiva ya que mediante esta es posible la presentación de la información organizada en tablas y figuras. Se utilizarán, además, gráficos para la exposición de la información recabada de forma sucinta, así como permite analizarla.



### **3.7. Aspectos éticos**

Cabe mencionar en este apartado el respeto a la integridad de las personas que de alguna forma se vieron involucradas en la realización del trabajo. Asimismo, si en caso fuera necesario el uso de sus datos, el trato anónimo de estos y contando con su permiso para el mismo. Finalmente, se contó con un total sentido del respeto hacia la información citada la cual se extendieron sus datos en el apartado de referencias bibliográficas dando el crédito meritorio de las fuentes originales.

#### IV. RESULTADOS

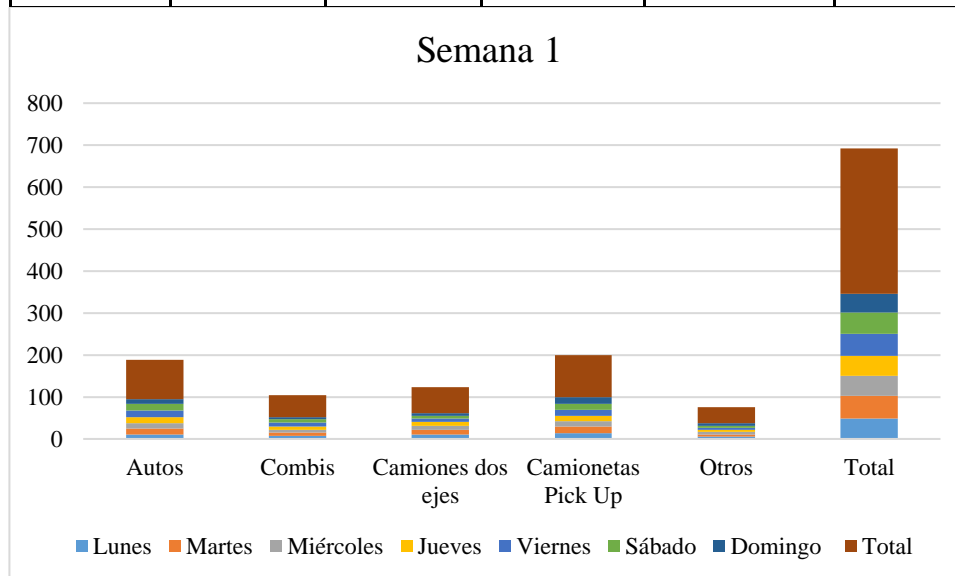
Según el Manual de Diseño de Carreteras DG-18, la carretera longitudinal de la costa sur ruta PE-1S puente peatonal PK19 Santa Anita, se clasifica de segunda clase puesto que, posee un IMDA que es mayor a 400 veh/día. Esta carretera se caracteriza por tener una superficie de rodadura afirmada y una calzada de dos carriles de 4,5 m.

#### Características del tránsito.

Primeramente, se determinó el IMDA y para ello se registraron la circulación de vehículos durante el periodo de una semana.

**Tabla 1.** Características del tránsito – Semana 1

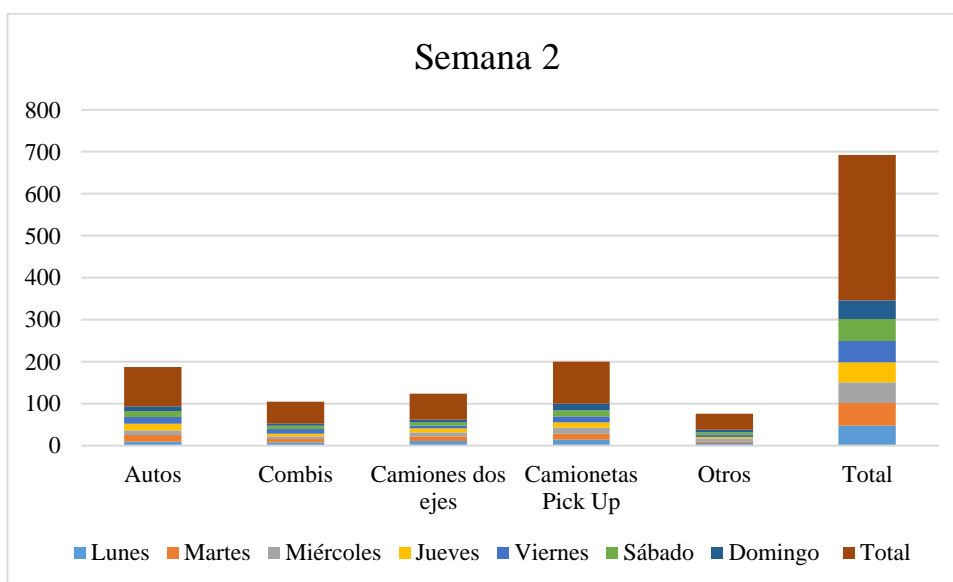
Semana 1						
Día	Autos	Combis	Camiones dos ejes	Camionetas Pick Up	Otros	Total
Lunes	12	8	10	12	7	49
Martes	15	10	8	14	8	55
Miércoles	13	9	12	11	5	50
Jueves	14	6	10	15	7	52
Viernes	15	9	8	17	6	55
Sábado	13	7	9	13	4	46
Domingo	14	7	6	11	5	43
<b>Total</b>	<b>96</b>	<b>56</b>	<b>63</b>	<b>93</b>	<b>42</b>	<b>350</b>



**Figura 8.** Características del tránsito – Semana 1

**Tabla 2. Características del tránsito – Semana 2**

Semana 2						
Día	Autos	Combis	Camiones dos ejes	Camionetas Pick Up	Otros	Total
Lunes	10	7	11	14	6	48
Martes	15	9	11	15	4	54
Miércoles	12	6	10	13	7	48
Jueves	15	7	9	13	4	48
Viernes	16	10	7	14	5	52
Sábado	15	8	7	15	6	51
Domingo	11	5	7	16	6	45
Total	94	52	62	100	38	346



**Figura 9. Características del tránsito – Semana 2**

En los primeros catorce días, respecto a los vehículos que pasaron por la vía, se pudo ver una incidencia en la cantidad mayoritaria de vehículos, en primer lugar, del tipo Camionetas Pick Up, en segundo los Camiones de dos ejes y en tercer lugar los autos particulares. Los vehículos que menos transitan por la vía son las combis y otros.

Posteriormente a este análisis, se determinó el Índice Medio Diario Semanal, este se determinó a través de la fórmula expresada a continuación:

$$IMD = \frac{p}{n}$$

Con  $P$  definida como el promedio del tráfico durante la semana y  $n$  es el número de días de conteo.

### **Clasificación por orografía**

El terreno donde está ubicada la vía se caracteriza por tener pendientes longitudinales excepcionales entre 3 y 6%, con pendientes transversales inferiores al 100%, por tanto, su orografía es **accidentada de tipo 3 (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-18)**.

En la tabla 5 están dadas las pendientes longitudinales, y en la tabla siguiente, se muestra los valores promedios de las pendientes transversales derecha e izquierda que caracterizan la orografía de la carretera.

**Tabla 3.** *Clasificación por orografía*

<b>Kolometro</b>	<b>Pendiente (%)</b>	<b>Tipo</b>
00+00-00+027	8.34%	Escarpado
00+027-00+427	6.67%	Accidentado
00+427-02+172	6.46%	Accidentado
02+172-02+601	7.34%	Accidentado
02+601-03+192	2.73%	Plano
03+192-03+365	5.05%	Ondulado
03+365-03+473	3.19%	Ondulado

**Tabla 4. Valores promedios de las pendientes transversales**

Promedio lado Derecho	Promedio lado Izquierdo	Promedio global
43.26	38.25	40.76

Dist VERT	% IZQ	KM (00+00-00+490)	% DER	% IZQ	KM (00+500-00+990)	% DER	Dist HORZ
0.02	5	0+000	5	63	0+500	79	1.46
0.85	22	0+010	4	56	0+510	83	1.25
0.73	21	0+020	4	46	0+520	85	1.12
0.57	45	0+030	36	49	0+530	79	0.09
0.52	59	0+040	24	57	0+540	73	0.78
0.68	78	0+050	29	38	0+550	95	1.47
0.61	64	0+060	19	45	0+560	27	1.87
0.57	65	0+070	27	39	0+570	25	4.32
0.28	19	0+080	28	65	0+580	32	3.27
0.35	49	0+090	22	57	0+590	28	3.46
0.63	57	0+100	19	63	0+600	34	3.3
0.3	35	0+110	15	65	0+610	36	3.02
0.02	25	0+120	36	50	0+620	36	3.12
0.17	37	0+130	16	47	0+630	36	2.95
0.49	55	0+140	13	54	0+640	28	3.71
0.36	28	0+150	15	67	0+650	29	3.03
0.29	125	0+160	16	62	0+660	27	1.52
0.12	81	0+170	19	25	0+670	95	1.26
1.12	39	0+180	12	39	0+680	87	1.58
1.23	63	0+190	15	56	0+690	24	3.1
2.05	49	0+200	19	63	0+700	27	3.23
1.37	57	0+210	22	61	0+710	23	1.09
2.13	49	0+220	13	57	0+720	19	2.72
2.29	60	0+230	5	53	0+730	27	2.81
1.99	63	0+240	4	41	0+740	58	3.01
2.21	55	0+250	23	45	0+750	16	2.5
1.98	49	0+260	25	58	0+760	25	3.01
2.01	49	0+270	24	65	0+770	35	2.34
1.25	61	0+280	19	57	0+780	17	2.52
2.24	67	0+290	22	56	0+790	29	2.07
1.95	47	0+300	19	45	0+800	50	2.11
1.95	49	0+310	25	31	0+810	65	1.34
1.97	46	0+320	25	37	0+820	45	1.69
2.34	62	0+330	29	23	0+830	74	1.65
0.67	82	0+340	24	36	0+840	42	1.13
0.57	123	0+350	33	28	0+850	27	2.86

## Análisis de seguridad

Asimismo, de acuerdo con la orografía, la vía presenta un terreno escarpado y accidentado razón por la que ha seleccionado una velocidad de diseño de 20 Km/h.

Con ello se procede a el Análisis de seguridad: Si se tiene una velocidad de diseño de 20 Km/h y si se transforman las millas se obtiene 12.43 millas/h. Dicho valor fue ingresado en la figura 9 para determinar así que el índice de accidentes es de  $11\ 500 \times 10^8$  vehículos – milla:

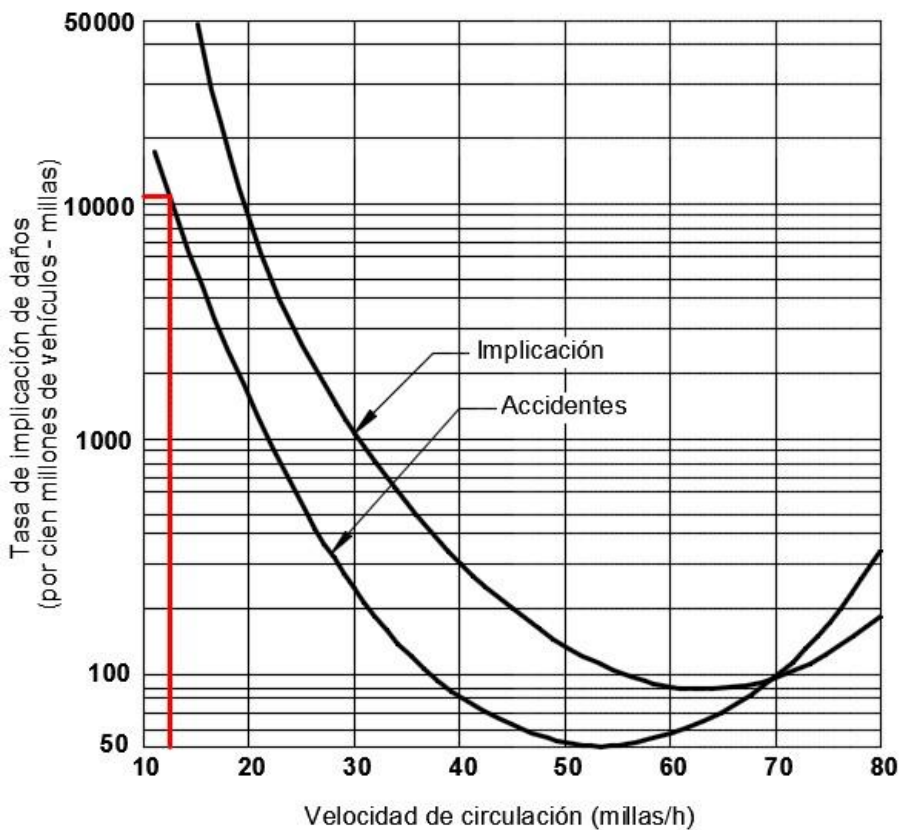


Figura 10. Análisis de seguridad

#### 4.1 Diseño Geométrico en planta o alineamiento horizontal

Tabla 5. Elementos de curva

C - 1	I	81°37'49"	14.80	12.78	21.09	4.76	0+019.49	0+032.27	0+040.57
C - 2	D	39°45'44"	31.40	11.35	21.79	1.99	0+083.17	0+094.52	0+104.96
C - 3	I	3°44'33"	295.79	9.66	19.32	0.16	0+128.55	0+138.21	0+147.87
C - 4	D	112°19'52"	27.56	41.11	54.03	21.94	0+169.32	0+210.43	0+223.35
C - 5	D	9°17'04"	223.35	18.14	36.19	0.74	0+284.04	0+302.18	0+320.24
C - 6	I	168°36'09"	9.15	91.69	26.93	83.00	0+396.13	0+487.82	0+423.05
C - 7	D	8°29'36"	818.20	60.75	121.29	2.25	0+458.16	0+518.91	0+579.44
C - 8	D	13°58'16"	201.35	24.67	49.10	1.51	0+679.85	0+704.53	0+728.95
C - 9	I	28°42'53"	91.90	23.52	46.06	2.96	0+787.06	0+810.59	0+833.12
C - 10	D	88°21'35"	14.80	14.38	22.82	5.84	0+850.25	0+864.63	0+873.08
C - 11	D	101°16'32"	17.60	21.46	31.11	10.15	0+951.35	0+972.80	0+982.46
C - 12	I	14°33'42"	201.80	25.78	51.29	1.64	1+001.77	1+027.55	1+053.06
C - 13	I	130°55'42"	4.58	10.03	10.47	6.45	1+117.98	1+128.01	1+128.44
C - 14	I	18°15'16"	132.20	21.24	42.12	1.70	1+182.30	1+203.54	1+224.42
C - 15	D	26°44'36"	19.97	4.75	9.32	0.56	1+233.50	1+238.25	1+242.82
C - 16	I	42°17'41"	29.00	11.22	21.41	2.09	1+298.35	1+309.57	1+319.76
C - 17	D	116°26'32"	12.41	20.03	25.22	11.15	1+336.56	1+356.59	1+361.78
C - 18	D	20°59'10"	85.80	15.89	31.43	1.46	1+395.22	1+411.12	1+426.65

CURVA	SENTIDO	DEFLEXIÓN	RADIO	TANG.	L.C.	EXT.	P.C.	P.I.	P.T.
-------	---------	-----------	-------	-------	------	------	------	------	------

## Verificación de la longitud de tramos en tangente

Tabla 6. Longitud de tramos en tangente

<u>Inicio</u>				<u>Inici</u>	<b>- C - 1</b>	<b>19.49</b>			
<b>C - 1</b>	14.80	81°37'49"	I	C - 1	- C - 2	42.6	<u>Lmin.s</u>	28	<b>Cumple</b>
<b>C - 2</b>	31.40	39°45'44"	D	C - 2	- C - 3	23.59	<u>Lmin.s</u>	28	<b>No Cumple</b>
<b>C - 3</b>	295.79	3°44'33"	I	C - 3	- C - 4	21.45	<u>Lmin.s</u>	28	<b>No Cumple</b>
<b>C - 4</b>	27.56	112°19'52"	D	C - 4	- C - 5	20.69	<u>Lmin.o</u>	56	<b>No Cumple</b>
<b>C - 5</b>	223.35	9°17'04"	D	C - 5	- C - 6	75.89	<u>Lmin.s</u>	28	<b>Cumple</b>
<b>C - 6</b>	9.15	168°36'09"	I	C - 6	- C - 7	35.11	<u>Lmin.s</u>	28	<b>Cumple</b>
<b>C - 7</b>	818.20	8°29'36"	D	C - 7	- C - 8	100.41	<u>Lmin.o</u>	56	<b>Cumple</b>
<b>C - 8</b>	201.35	13°58'16"	D	C - 8	- C - 9	58.11	<u>Lmin.s</u>	28	<b>Cumple</b>
<b>C - 9</b>	91.90	28°42'53"	I	C - 9	- C - 10	17.13	<u>Lmin.s</u>	28	<b>No Cumple</b>
<b>C - 10</b>	14.80	88°21'35"	D	C - 10	- C - 11	78.27	<u>Lmin.o</u>	56	<b>Cumple</b>
<b>C - 11</b>	17.60	101°16'32"	D	C - 11	- C - 12	19.31	<u>Lmin.s</u>	28	<b>No Cumple</b>
<b>C - 12</b>	201.80	14°33'42"	I	C - 12	- C - 13	24.92	<u>Lmin.o</u>	56	<b>No Cumple</b>
<b>C - 13</b>	4.58	130°55'42"	I	C - 13	- C - 14	53.86	<u>Lmin.o</u>	56	<b>No Cumple</b>
<b>C - 14</b>	132.20	18°15'16"	I	C - 14	- C - 15	9.08	<u>Lmin.s</u>	28	<b>No Cumple</b>
<b>C - 15</b>	19.97	26°44'36"	D	C - 15	- C - 16	55.53	<u>Lmin.s</u>	28	<b>Cumple</b>
<b>C - 16</b>	29.00	42°17'41"	I	C - 16	- C - 17	16.8	<u>Lmin.s</u>	28	<b>No Cumple</b>
<b>C - 17</b>	12.41	116°26'32"	D	C - 17	- C - 18	33.44	<u>Lmin.o</u>	56	<b>No Cumple</b>
<b>C - 18</b>	<b>85.80</b>	<b>20°59'10"</b>	<b>D</b>	<b>C - 18</b>	<b>- C - 19</b>	<b>44.03</b>	<u>Lmin.s</u>	<b>28</b>	<b>Cumple</b>

Después de analizar las longitudes de los tramos en tangente de la vía en estudio se observó que el 59% de estas no cumple con los parámetros mínimos, tal y como se muestra en la figura a continuación;



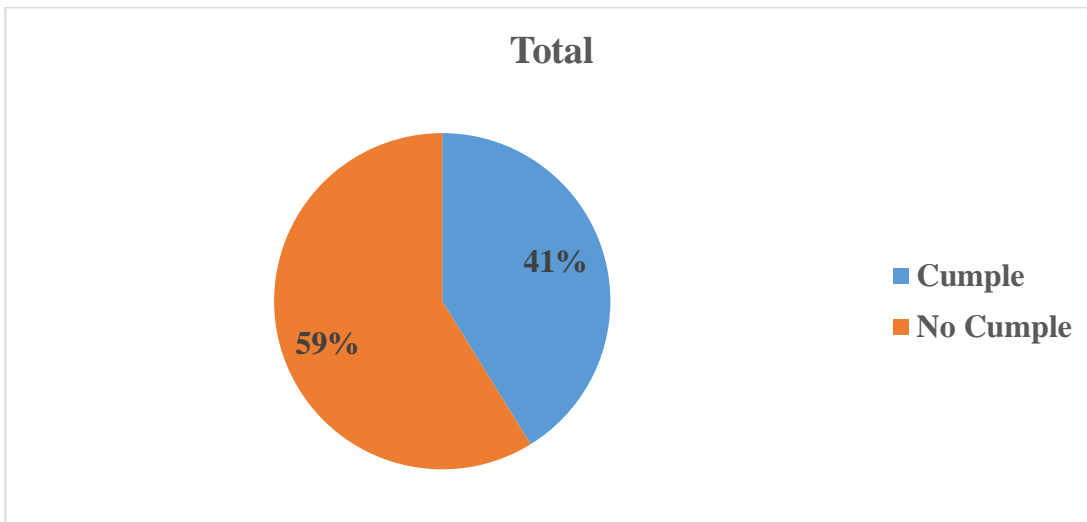


Figura 11. Cumplimiento de longitud de tramos en tangente

Tras el análisis de las longitudes de los tramos en tangente de la vía en estudio se observa que el 59% de estas incumple con los parámetros mínimos determinados.

### Verificación e índice de accidentes del radio mínimo

Tabla 7. Índice de accidentes del radio mínimo

CURVA	PROGR. INICIAL	PROGR. FINAL	TIPO DE CURVA	RADIO (m)	R <sub>mín</sub> (m)	VERIFICACIÓN	NÚMERO DE ACCIDENTES
C - 1	0+019.49	0+040.57		14.80	10.00	Cumple	8.00
C - 2	0+083.17	0+104.96		31.40	10.00	Cumple	8.00
C - 3	0+128.55	0+147.87		295.79	10.00	Cumple	2.40
C - 4	0+169.32	0+223.35		27.56	10.00	Cumple	8.00
C - 5	0+284.04	0+320.24		223.35	10.00	Cumple	2.80
C - 6	0+396.13	0+423.05	c.volteo	9.15	17.25	No Cumple	8.00
C - 7	0+458.16	0+579.44		818.20	10.00	Cumple	1.40
C - 8	0+679.85	0+728.95		201.35	10.00	Cumple	3.00
C - 9	0+787.06	0+833.12		91.90	10.00	Cumple	5.80
C - 10	0+850.25	0+873.08		14.80	10.00	Cumple	8.00
C - 11	0+951.35	0+982.46		17.60	10.00	Cumple	8.00
C - 12	1+001.77	1+053.06		201.80	10.00	Cumple	3.00
C - 13	1+117.98	1+128.44	c.volteo	4.58	17.25	No Cumple	8.00
C - 14	1+182.30	1+224.42		132.20	10.00	Cumple	4.30
C - 15	1+233.50	1+242.82		19.97	10.00	Cumple	8.00
C - 16	1+298.35	1+319.76		29.00	10.00	Cumple	8.00
C - 17	1+336.56	1+361.78	c.volteo	12.41	17.25	No Cumple	8.00
C - 18	1+395.22	1+426.65		85.80	10.00	Cumple	8.00

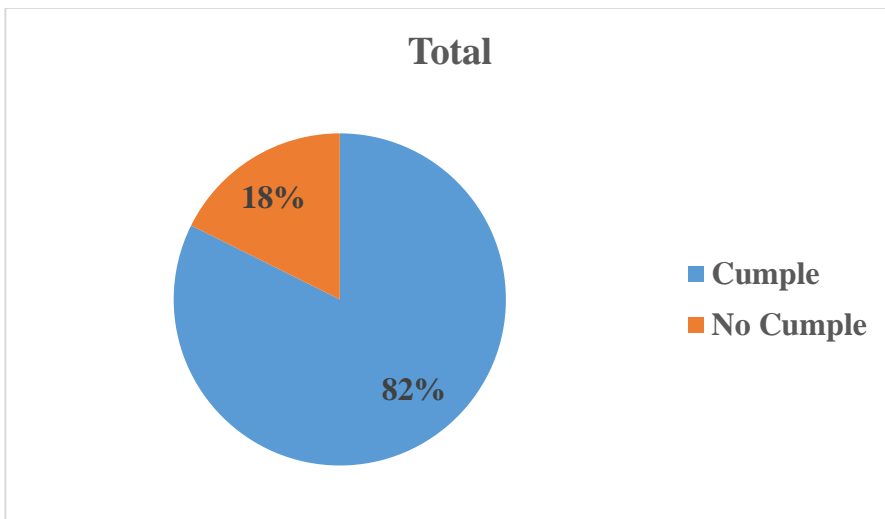


Figura 12. Verificación del ratio mínimo

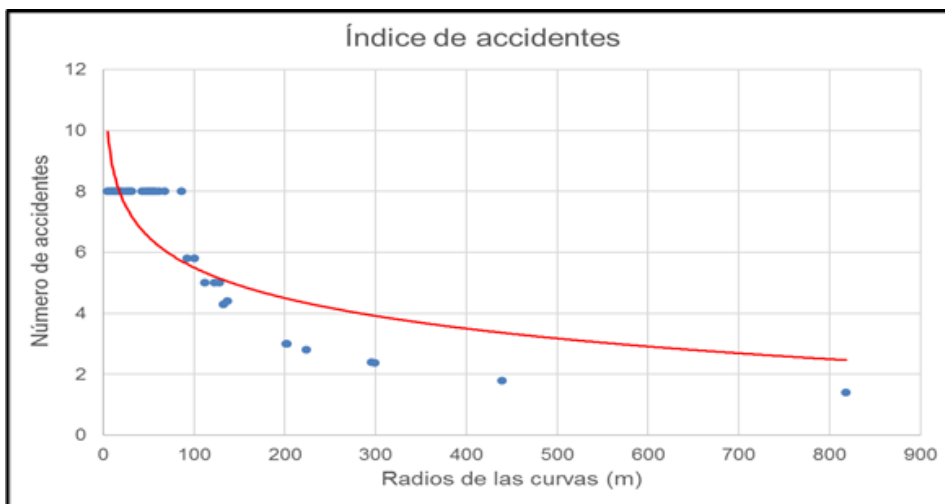


Figura 13. Índice de accidentes x Ratios de curvas

Tras realizar el análisis de los radios de las curvas parámetros mínimos establecidos, se halló que en el porcentaje mostrado se tienen los índices más altos de accidentes, así como en los radios de 100 m o menos.

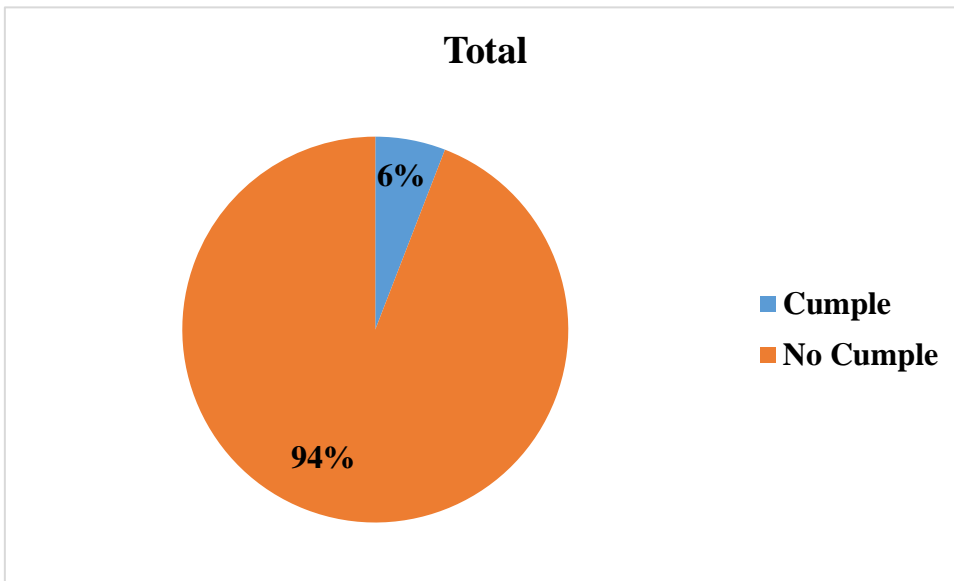
### Longitud de curva

Se tiene la siguiente información respecto a la longitud de curva mínima:

**Tabla 8. Longitud de curva mínima**

CURVA	RADIO (m)	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	Long de Curva		VERIFICACIÓN
				EXISTENTE	DISEÑO	
C - 1	14.80	0+019.49	0+040.57	21.09	60.00	<del>No Cumple</del>
C - 2	31.40	0+083.17	0+104.96	21.79	60.00	<del>No Cumple</del>
C - 3	295.79	0+128.55	0+147.87	19.32	60.00	<del>No Cumple</del>
C - 4	27.56	0+169.32	0+223.35	54.03	60.00	<del>No Cumple</del>
C - 5	223.35	0+284.04	0+320.24	36.19	60.00	<del>No Cumple</del>
C - 6	9.15	0+396.13	0+423.05	26.93	60.00	<del>No Cumple</del>
C - 7	818.20	0+458.16	0+579.44	121.29	60.00	<del>Cumple</del>
C - 8	201.35	0+679.85	0+728.95	49.10	60.00	<del>No Cumple</del>
C - 9	91.90	0+787.06	0+833.12	46.06	60.00	<del>No Cumple</del>
C - 10	14.80	0+850.25	0+873.08	22.82	60.00	<del>No Cumple</del>
C - 11	17.60	0+951.35	0+982.46	31.11	60.00	<del>No Cumple</del>
C - 12	201.80	1+001.77	1+053.06	51.29	60.00	<del>No Cumple</del>
C - 13	4.58	1+117.98	1+128.44	10.47	60.00	<del>No Cumple</del>
C - 14	132.20	1+182.30	1+224.42	42.12	60.00	<del>No Cumple</del>
C - 15	19.97	1+233.50	1+242.82	9.32	60.00	<del>No Cumple</del>
C - 16	29.00	1+298.35	1+319.76	21.41	60.00	<del>No Cumple</del>
C - 17	12.41	1+336.56	1+361.78	25.22	60.00	<del>No Cumple</del>
C - 18	85.80	1+395.22	1+426.65	31.43	60.00	<del>No Cumple</del>

*Figura 14. Cumplimiento longitud de curva mínima*

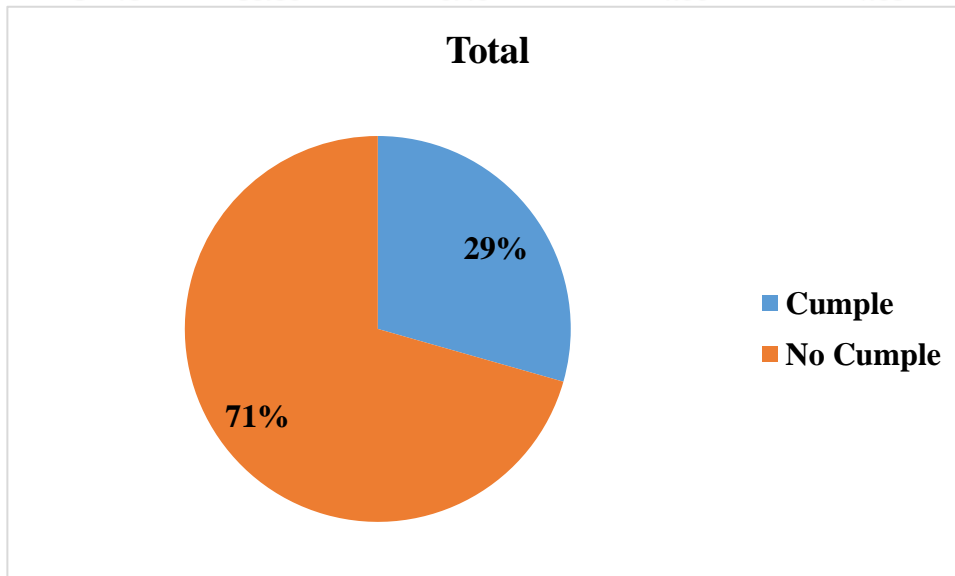


Tras el análisis de las longitudes de curva de la vía se observa que el 6% cumple.

### **Sobrancho**

**Tabla 9. Sobreancho**

CURVA	RADIO (m)	SOBREANCHO Sa (m)	ANCHO DE CALZADA (m)		VERIFICACIÓN
			DISEÑO	EXISTENTE	
C - 1	14.80	1.80	6.30	4.94	No Cumple
C - 2	31.40	1.00	5.50	6.87	Cumple
C - 3	295.79	0.20	4.70	5.95	Cumple
C - 4	27.56	1.10	5.60	4.86	No Cumple
C - 5	223.35	0.20	4.70	3.95	No Cumple
C - 6	9.15	3.00	7.50	9.03	Cumple
C - 7	818.20	0.10	4.60	3.36	No Cumple
C - 8	201.35	0.20	4.70	3.83	No Cumple
C - 9	91.90	0.40	4.90	6.36	Cumple
C - 10	14.80	1.80	6.30	5.91	No Cumple
C - 11	17.60	1.60	6.10	4.27	No Cumple
C - 12	201.80	0.20	4.70	3.96	No Cumple
C - 13	4.58	6.90	11.40	6.47	No Cumple
C - 14	132.20	0.30	4.80	3.98	No Cumple
C - 15	19.97	1.40	5.90	5.02	No Cumple
C - 16	29.00	1.00	5.50	3.52	No Cumple
C - 17	12.41	2.20	6.70	7.23	Cumple
C - 18	85.80	0.40	4.90	4.08	No Cumple



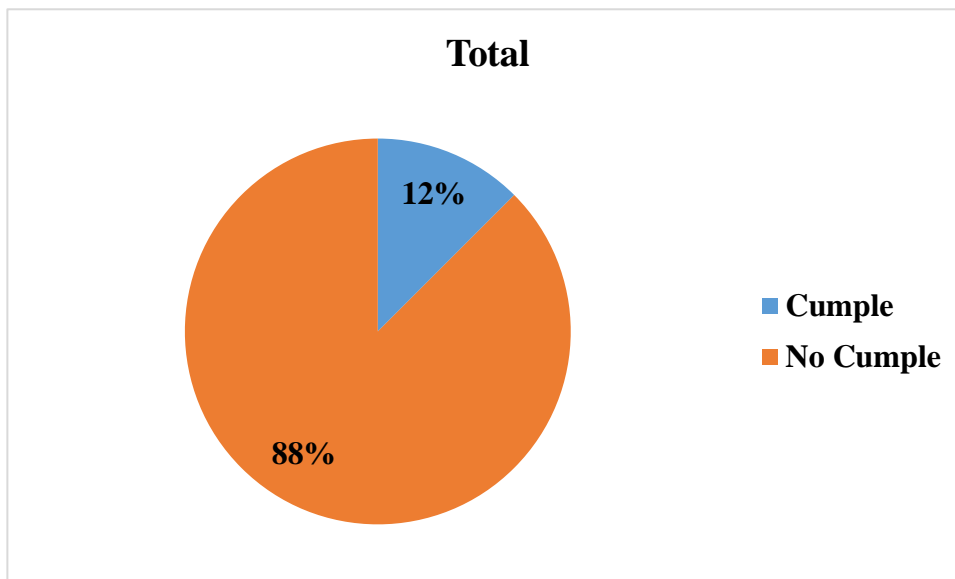
*Figura 15. Cumplimiento de sobreanchos*

Tras el análisis de los sobreanchos de la vía en estudio se observa que un 29% sí cumple con las especificaciones dadas.

**Distancia de visibilidad en curvas horizontales:**

**Tabla 10.** Distancia de visibilidad curvas horizontales

CURVA	RADIO (m)	i%	Dp (m)	ANCHO LIBRE $a_{min}$ (m)	ANCHO DE CALZADA (m)		VERIFICACIÓN
					DISEÑO	EXISTENTE	
C - 1	14.80	-12.55%	40.01	11.58	16.08	4.94	No Cumple
C - 2	31.40	-12.55%	40.01	6.16	10.66	6.87	No Cumple
C - 3	295.79	-12.55%	40.01	0.68	5.18	5.95	Cumple
C - 4	27.56	-12.55%	40.01	6.95	11.45	4.86	No Cumple
C - 5	223.35	-12.55%	40.01	0.90	5.40	3.95	No Cumple
C - 6	9.15	-10.19%	31.28	10.41	14.91	9.03	No Cumple
C - 7	818.20	-10.19%	31.28	0.15	4.65	3.36	No Cumple
C - 8	201.35	-10.19%	31.28	0.61	5.11	3.83	No Cumple
C - 9	91.90	-10.19%	31.28	1.33	5.83	6.36	Cumple
C - 10	14.80	-10.19%	31.28	7.52	12.02	5.91	No Cumple
C - 11	17.60	-10.19%	31.28	6.50	11.00	4.27	No Cumple
C - 12	201.80	-10.19%	31.28	0.61	5.11	3.96	No Cumple
C - 13	4.58	-10.19%	31.28	8.99	13.49	6.47	No Cumple
C - 14	132.20	-10.19%	31.28	0.92	5.42	3.98	No Cumple
C - 15	19.97	-10.19%	31.28	5.82	10.32	5.02	No Cumple
C - 16	29.00	-10.19%	31.28	4.12	8.62	3.52	No Cumple
C - 17	12.41	-10.19%	31.28	8.62	13.12	7.23	No Cumple
C - 18	85.80	-10.19%	31.28	1.42	5.92	4.08	No Cumple



**Figura 16.** Cumplimiento distancias de visibilidad de curvas horizontales

Tras la evaluación de las Distancias de Visibilidad en Curvas Horizontales de la vía en estudio se observa que el 12% de estos cumplen.

## 4.2 Diseño Geométrico en Perfil

Tabla 11. Diseño geométrico en perfil

Nº CURVA	TIPO DE CURVA	PENDIENTE ENTRADA (%)	PENDIENTE SALIDA (%)	LOG. CURVA	PROGRESIVA Piv	ELEVACIÓN Piv (m.snm)	PROGRESIVA P.Cv	PROGRESIVA P.Tv
Inicio			-5.57%		0+000.00m	1995.92		
Piv.-01	CONCAVA	-5.57%	12.55%	43.64	0+27.06	1994.41	0+003.84	0+047.48
Piv.-02	CONVEXA	12.55%	10.19%	98.36	0+427.12	2044.60	0+379.17	0+477.55
Piv.-03	CONCAVA	10.19%	14.86%	67.27	2+172.70	2222.58	2+137.31	2+204.58
Piv.-04	CONVEXA	14.86%	3.82%	145.29	2+601.09	2286.23	2+535.75	2+681.04
Piv.-05	CONVEXA	3.82%	-3.95%	119.21	3+192.26	2308.82	3+132.61	3+251.83
Piv.-06	CONCAVA	-3.95%	2.49%	131.16	3+365.33	2301.98	3+300.12	3+431.28
Final		2.49%			3+473.02			

### Pendiente

#### Verificación de elementos y longitud de curva vertical

Tabla 12. Elementos y longitud de curva vertical

Nº CURVA	I 1 (%)	I 2 (%)	Δ	NECESITA CURVA	TIPO DE CURVA	PENDIENTE CRÍTICA (%)	Dp	L. CURVA (m)	K	L.Cv min	VERIFICACIÓN
Inicio		-5.57%									
Piv.-01	-5.57%	12.55%	18.12%	SI	CONCAVA	-12.55%	40.01	43.64	240.839	111.6	<b>NO CUMPLE</b>
Piv.-02	12.55%	10.19%	2.36%	SI	CONVEXA	-12.55%	40.01	98.36	4167.8	9.4	<b>CUMPLE</b>
Piv.-03	10.19%	14.86%	4.67%	SI	CONCAVA	-14.86%	61.26	67.27	1440.47	52.5	<b>CUMPLE</b>
Piv.-04	14.86%	3.82%	11.04%	SI	CONVEXA	-14.86%	61.26	145.29	1316.03	102.6	<b>CUMPLE</b>
Piv.-05	3.82%	-3.95%	7.77%	SI	CONVEXA	-3.95%	22.32	119.21	1534.23	9.6	<b>CUMPLE</b>
Piv.-06	-3.95%	2.49%	6.44%	SI	CONCAVA	-3.95%	22.32	131.16	2036.65	16.2	<b>CUMPLE</b>
Final											

Se observa que el 83% de estas cumple con los parámetros.

#### Índice de accidentes y verificación de pendientes máximas

Tabla 13. Accidentes y pendientes máximas

PROGRESIVA	I (%)	PEND MAX	VERIFICACIÓN	ACCIDENTES por 100 millones de Vehic.- Km
Inicio				
00+00	00+027	5.57%	12.00%	<b>CUMPLE</b> <b>190</b>
00+027	00+427	12.55%	12.00%	<b>NO CUMPLE</b> <b>374.5</b>
00+427	02+172	10.19%	12.00%	<b>CUMPLE</b> <b>354</b>
02+172	02+601	14.86%	12.00%	<b>NO CUMPLE</b> <b>395.2</b>
02+601	03+192	3.82%	12.00%	<b>CUMPLE</b> <b>67.2</b>
03+192	03+365	3.95%	12.00%	<b>CUMPLE</b> <b>67.2</b>
03+365	03+473	2.49%	12.00%	<b>CUMPLE</b> <b>67.2</b>

## Índice de accidentes respecto a diferentes pendientes

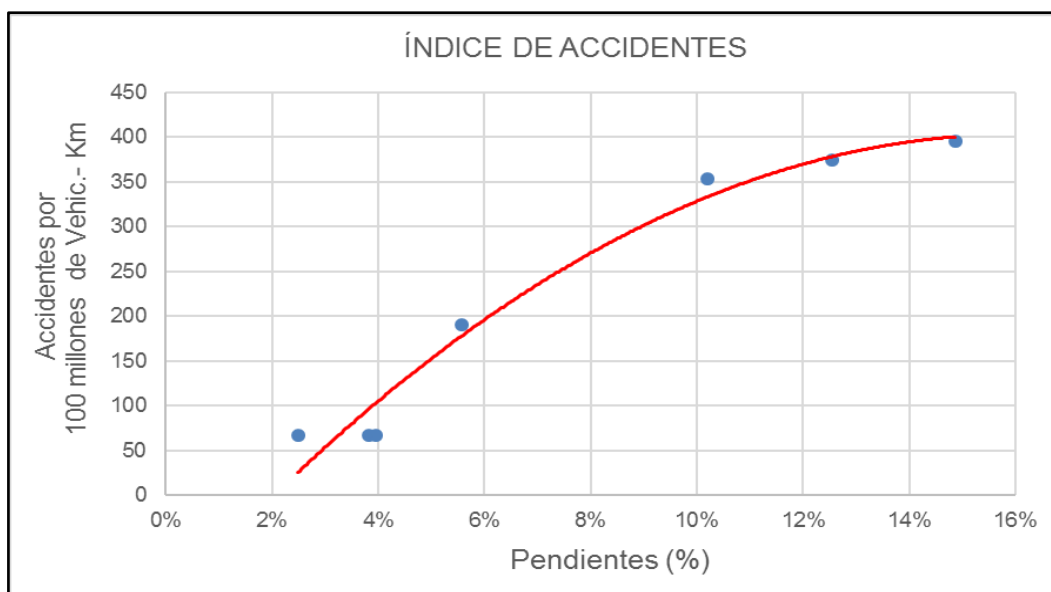


Figura 17. Índices de accidentes respecto a diferentes pendientes

Luego de analizar detalladamente las pendientes, se observa que un 29% incumple los parámetros. Este porcentaje representa donde se halla el índice más alto de accidentes.

### 4.3 Diseño Geométrico de las Secciones Transversales

#### Verificación de ancho de calzada y bermas en corte abierto

Tabla 14. Verificación de ancho de calzada y bermas en corte abierto

PROGR.	SEGÚN NORMA			ANCHO DE CALZADA EXISTENTE (m)	VERIFICACIÓN	Accidentes por millón de vehículos por milla
	ANCHO DE CALZADA (m)	ANCHO DE BERMAS (m)	Nº BERMAS			
0+020	3.50	0.50	2	4.31	Cumple	1.4
0+085	3.50	0.50	2	3.99	Cumple	1.4
0+100	3.50	0.50	2	4.03	Cumple	1.4
0+120	3.50	0.50	2	3.06	No cumple	1.7
0+130	3.50	0.50	2	4.05	Cumple	1.4
0+135	3.50	0.50	2	3.60	Cumple	1.5
0+140	3.50	0.50	2	3.63	Cumple	1.4



0+145	3.50	0.50	2	4.05	Cumple	1.4
0+195	3.50	0.50	2	3.77	Cumple	1.4
0+200	3.50	0.50	2	3.77	Cumple	1.4
0+205	3.50	0.50	2	4.12	Cumple	1.4
0+210	3.50	0.50	2	4.85	Cumple	1.3
0+215	3.50	0.50	2	2.76	No cumple	2.4
0+220	3.50	0.50	2	2.17	No cumple	2.5
0+230	3.50	0.50	2	3.25	No cumple	1.4
0+240	3.50	0.50	2	3.04	No cumple	1.7
0+250	3.50	0.50	2	2.90	No cumple	1.9
0+360	3.50	0.50	2	2.40	No cumple	2.5
0+370	3.50	0.50	2	3.06	No cumple	1.7
0+380	3.50	0.50	2	5.12	Cumple	1.2
0+390	3.50	0.50	2	3.60	Cumple	1.5
0+400	3.50	0.50	2	4.64	Cumple	1.4
0+415	3.50	0.50	2	7.72	Cumple	1.2
0+420	3.50	0.50	2	6.73	Cumple	1.2
0+430	3.50	0.50	2	3.77	Cumple	1.4
0+440	3.50	0.50	2	5.08	Cumple	1.2
0+450	3.50	0.50	2	1.74	No cumple	2.6
0+460	3.50	0.50	2	2.56	No cumple	2.4
0+465	3.50	0.50	2	2.63	No cumple	2.4
0+470	3.50	0.50	2	2.48	No cumple	2.4
0+475	3.50	0.50	2	2.87	No cumple	2.4
0+480	3.50	0.50	2	2.38	No cumple	2.4
0+485	3.50	0.50	2	2.19	No cumple	2.5
0+490	3.50	0.50	2	2.39	No cumple	2.4
0+495	3.50	0.50	2	2.11	No cumple	2.5
0+500	3.50	0.50	2	2.11	No cumple	2.5
0+505	3.50	0.50	2	2.15	No cumple	2.5
0+510	3.50	0.50	2	2.33	No cumple	2.5
0+515	3.50	0.50	2	2.29	No cumple	2.5
0+660	3.50	0.50	2	3.14	No cumple	1.7
0+670	3.50	0.50	2	3.93	Cumple	1.4
0+680	3.50	0.50	2	3.82	Cumple	1.4
0+685	3.50	0.50	2	3.81	Cumple	1.4
0+690	3.50	0.50	2	4.17	Cumple	1.3
0+770	3.50	0.50	2	4.07	Cumple	1.4
0+780	3.50	0.50	2	7.40	Cumple	0.5

Tras analizar los anchos de calzada en corte abierto de la vía se tiene que un 58% incumple los parámetros. Así, es en el porcentaje mencionado que se halla el índice más alto de accidentes.

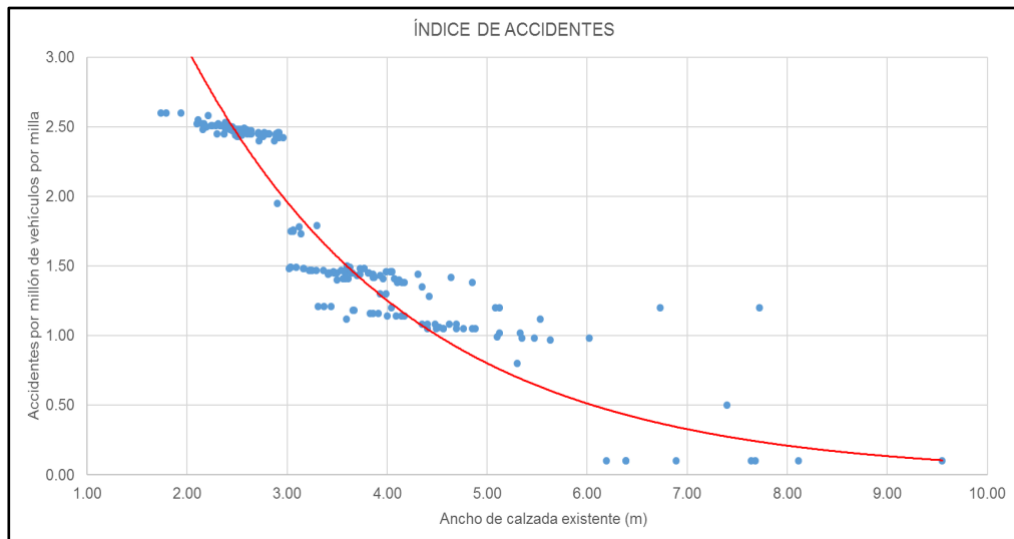


Figura 18. Índice de accidentes de anchos de calzada de corte abierto

**Tabla 15. Ancho de calzada y bermas en corte cerrado**

PROGR.	SEGÚN NORMA			ANCHO DE CALZADA EXISTENTE (m)	VERIFICACIÓN	Accidentes por millón de vehículos por milla
	ANCHO DE CALZADA (m)	ANCHO DE BERMAS (m)	N° BERMAS			
0+000	3,50	0.50	2	4.19	Cumple	1.45
0+010	3,50	0.50	2	4.00	Cumple	1.46
0+025	3,50	0.50	2	3.94	Cumple	1.48
0+030	3,50	0.50	2	3.36	No cumple	1.46
0+035	3,50	0.50	2	3.54	Cumple	1.50
0+040	3,50	0.50	2	3.93	Cumple	1.16
0+050	3,50	0.50	2	3.72	Cumple	1.20
0+060	3,50	0.50	2	3.71	Cumple	1.20
0+070	3,50	0.50	2	4.00	Cumple	1.14
0+080	3,50	0.50	2	4.01	Cumple	1.14
0+090	3,50	0.50	2	4.00	Cumple	1.14
0+095	3,50	0.50	2	4.03	Cumple	1.14
0+110	3,50	0.50	2	4.00	Cumple	1.14
0+150	3,50	0.50	2	4.03	Cumple	1.14
0+160	3,50	0.50	2	3.98	Cumple	1.15
0+170	3,50	0.50	2	4.00	Cumple	1.14
0+175	3,50	0.50	2	4.01	Cumple	1.14
0+180	3,50	0.50	2	4.03	Cumple	1.14
0+185	3,50	0.50	2	4.01	Cumple	1.14
0+190	3,50	0.50	2	4.69	Cumple	1.08
0+405	3,50	0.50	2	5.09	Cumple	1.01
0+410	3,50	0.50	2	8.09	Cumple	0.10
0+815	3,50	0.50	2	4.55	Cumple	1.09
0+820	3,50	0.50	2	5.97	Cumple	0.95
0+825	3,50	0.50	2	5.55	Cumple	0.98
0+830	3,50	0.50	2	4.07	Cumple	1.13
0+840	3,50	0.50	2	3.22	No cumple	1.47
0+850	3,50	0.50	2	2.41	No cumple	2.49
0+855	3,50	0.50	2	2.60	No cumple	2.47
0+860	3,50	0.50	2	4.21	Cumple	1.09
0+865	3,50	0.50	2	2.58	No cumple	2.48
0+870	3,50	0.50	2	4.73	Cumple	1.08
0+880	3,50	0.50	2	6.90	Cumple	0.10
0+955	3,50	0.50	2	3.01	No cumple	1.48
0+960	3,50	0.50	2	2.55	No cumple	2.48
0+965	3,50	0.50	2	2.69	No cumple	2.47

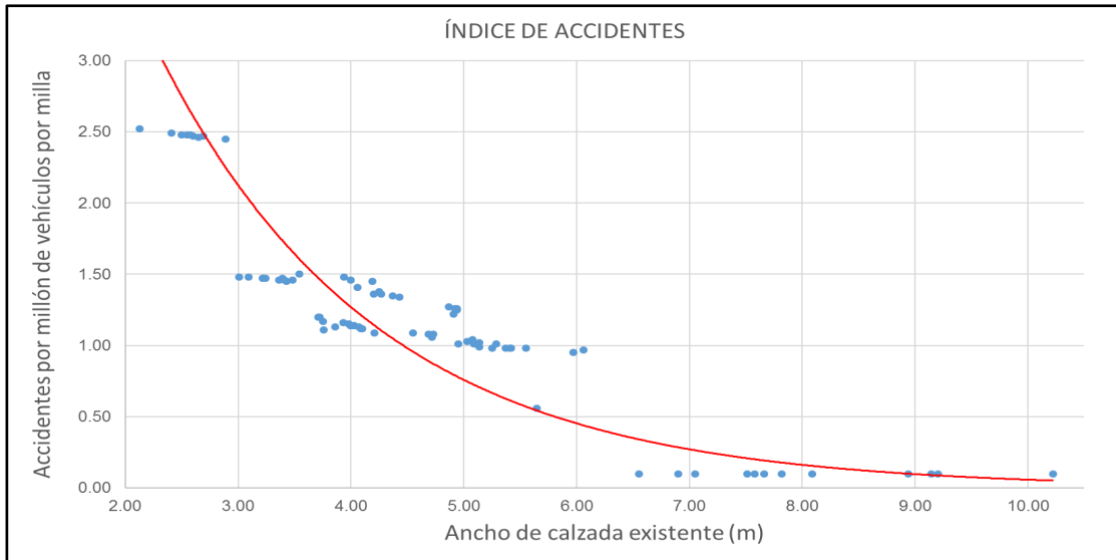


Figura 19. Accidentes x ancho de calzada y bermas en corte cerrado

Tras analizar los anchos de calzada en corte cerrado de la vía se observa un 22% que incumplen con las especificaciones de la norma. Es ahí que se halla el nivel más alto de accidentes.

### Verificación de ancho de calzada y bermas a Media Ladera

Tabla 16. Ancho de calzada y bermas a media ladera

PROGRESIVA	SEGÚN NORMA			ANCHO DE CALZADA EXISTENTE (m)	VERIFICACIÓN	Accidentes por millón de vehículos por milla
	ANCHO DE CALZADA (m)	ANCHO DE BERMAS (m)	Nº BERMAS			
0+260	3.50	0.50	2	3.43	No cumple	1.21
0+270	3.50	0.50	2	2.40	No cumple	2.56
0+280	3.50	0.50	2	2.65	No cumple	2.35
0+285	3.50	0.50	2	2.41	No cumple	2.56
0+290	3.50	0.50	2	2.53	No cumple	2.48
0+295	3.50	0.50	2	2.44	No cumple	2.52
0+300	3.50	0.50	2	2.49	No cumple	2.50
0+305	3.50	0.50	2	2.74	No cumple	2.30
0+310	3.50	0.50	2	3.05	No cumple	1.48
0+315	3.50	0.50	2	2.51	No cumple	2.48
0+320	3.50	0.50	2	2.60	No cumple	2.44
0+330	3.50	0.50	2	3.53	Cumple	1.23
0+340	3.50	0.50	2	3.30	No cumple	1.32
0+350	3.50	0.50	2	3.53	Cumple	1.23
0+520	3.50	0.50	2	2.36	No cumple	2.57
0+525	3.50	0.50	2	2.60	No cumple	2.37
0+530	3.50	0.50	2	2.37	No cumple	2.57
0+535	3.50	0.50	2	2.87	No cumple	2.26
0+540	3.50	0.50	2	3.62	Cumple	1.21
0+545	3.50	0.50	2	4.07	Cumple	1.14
0+550	3.50	0.50	2	4.61	Cumple	0.80
0+555	3.50	0.50	2	5.08	Cumple	0.55
0+560	3.50	0.50	2	5.33	Cumple	0.42
0+565	3.50	0.50	2	5.26	Cumple	0.35

0+570	3.50	0.50	2	3.14	No cumple	1.42
0+575	3.50	0.50	2	3.13	No cumple	1.42
0+580	3.50	0.50	2	4.23	Cumple	1.06
0+590	3.50	0.50	2	4.78	Cumple	0.82
0+600	3.50	0.50	2	3.86	Cumple	1.07
0+610	3.50	0.50	2	5.99	Cumple	0.10
0+620	3.50	0.50	2	3.89	Cumple	1.07
0+630	3.50	0.50	2	3.85	Cumple	1.07
0+640	3.50	0.50	2	2.66	No cumple	2.36
0+650	3.50	0.50	2	2.53	No cumple	2.48
0+695	3.50	0.50	2	4.03	Cumple	1.14
0+700	3.50	0.50	2	3.55	Cumple	1.24
0+705	3.50	0.50	2	2.58	No cumple	2.46
0+710	3.50	0.50	2	2.50	No cumple	2.48
0+715	3.50	0.50	2	2.87	No cumple	2.31
0+720	3.50	0.50	2	3.18	No cumple	1.39
0+725	3.50	0.50	2	3.52	Cumple	1.24
0+730	3.50	0.50	2	3.18	No cumple	1.39
0+740	3.50	0.50	2	2.52	No cumple	2.48
0+750	3.50	0.50	2	2.51	No cumple	2.48
0+760	3.50	0.50	2	2.31	No cumple	2.42
0+790	3.50	0.50	2	8.94	Cumple	0.10
0+795	3.50	0.50	2	10.18	Cumple	0.10
0+805	3.50	0.50	2	7.33	Cumple	0.10 <sup>06</sup>
0+810	3.50	0.50	2	3.08	No cumple	1.45
0+890	3.50	0.50	2	4.92	Cumple	0.67
0+900	3.50	0.50	2	2.51	No cumple	2.48

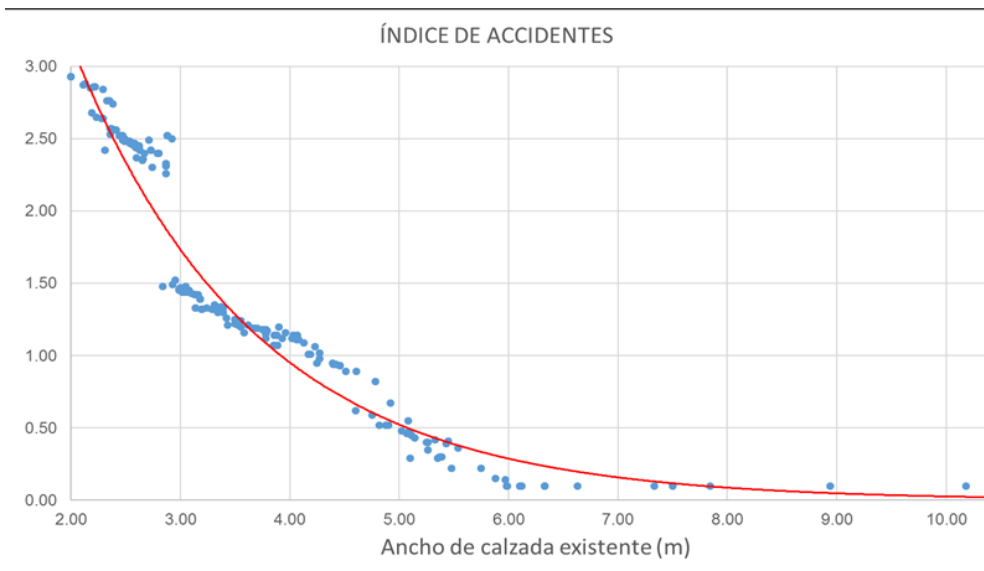


Figura 20. Accidentes x Ancho de calzada y bermas a media ladera

Tras analizar los anchos de calzada en corte a media ladera de la vía se aprecia que un 62% incumplen con las especificaciones. En dicho porcentaje se muestra el índice más alto de accidentes.

### Análisis y resultados de accidentalidad

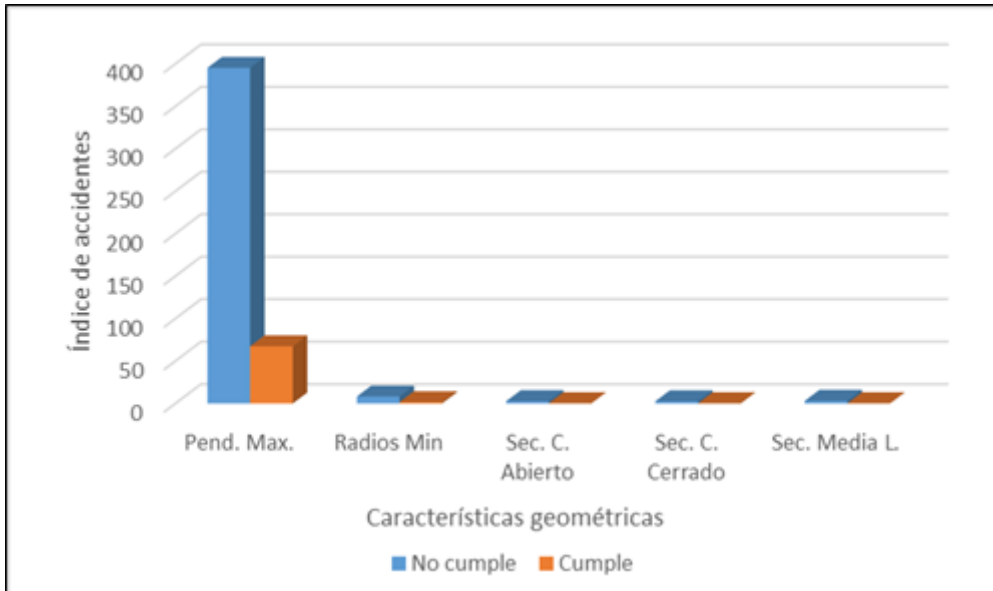


Figura 21. Características geométricas e índice de accidentes

Grafica de accidentes para las características que no cumplen con los parámetros de diseño establecidos.

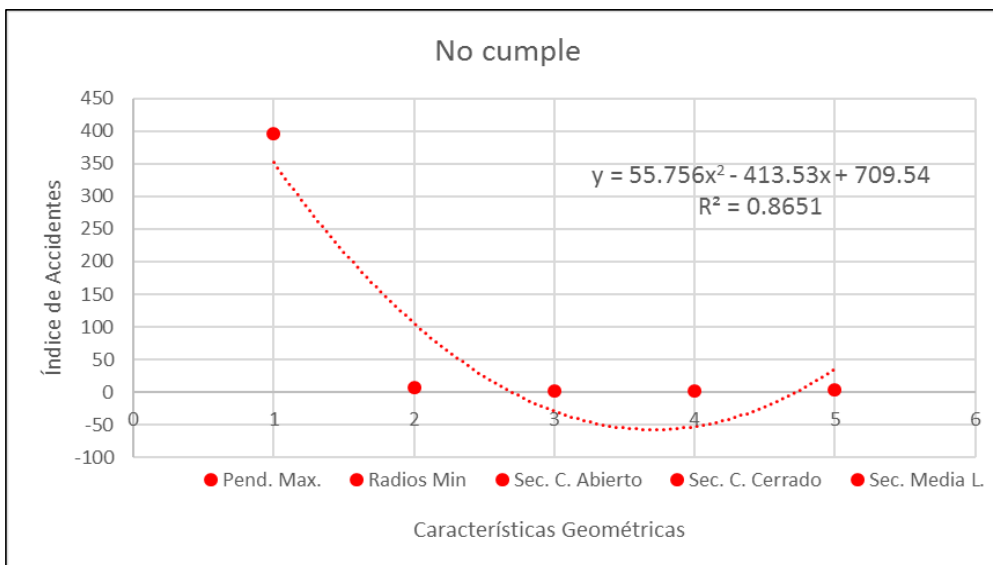


Figura 22. Características que no cumplen con los parámetros

Grafica de accidentes para las características que sí cumplen con los parámetros de diseño establecidos

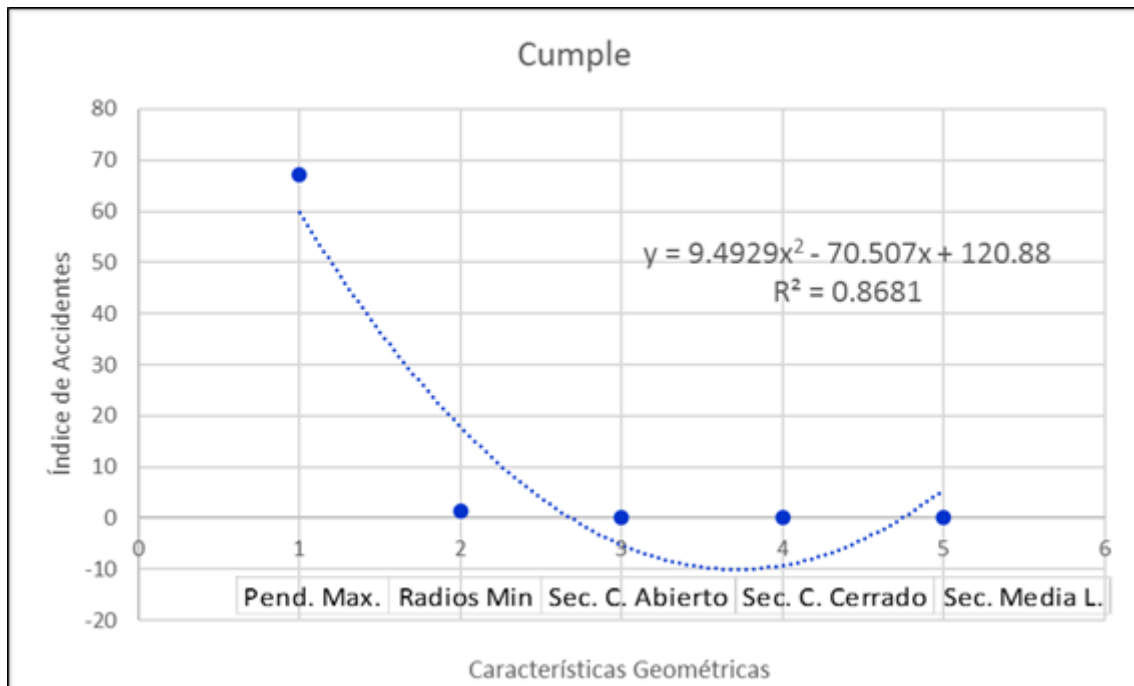


Figura 23. Características que sí cumplen con los parámetros

## V. DISCUSIÓN

**Según la hipótesis general: Se podrán mejorar características geométricas de la carretera Longitudinal de la Costa Sur Ruta PE-1S Puente Peatonal PK 19 Santa Anita, Lima, que no cumplen con los parámetros de diseño dispuesto en el Manual para el Diseño de Carreteras de alto Volumen de tránsito, complementaria con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, por lo que la vía es insegura.**

Se puede indicar, en primer lugar y de acuerdo con los resultados, que los mayores índices de accidentes se hallan dentro de las características geométricas que no cumplen con los parámetros mínimos de diseño establecidos en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 por lo que es en estas zonas donde hay una ausencia de la norma que hay incremento de accidentes. Esto se compara con lo que establece (Maydolly, 2012) en la tesis “PARÁMETROS DE SEGURIDAD VIAL PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS” quien expuso una serie de requerimientos que debían ser tomados en cuenta para el diseño geométrico de la vía, específicamente para carreteras, con el fin de obtener un grado óptimo de seguridad vial. Asimismo, los hallazgos señalan que, tras evaluar la seguridad de la vía en función de sus características geométricas de la carretera longitudinal de la Costa Sur Ruta PE-1S Puente Peatonal PK 19 Santa Anita, Lima, el índice de accidentes es de  $11\ 500 \times 10^8$  vehículos – milla. Asimismo, ello se puede comparar con las investigaciones de (García, 2016) en el trabajo de investigación “EVALUACION DEL DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA CASMA – HUARAZ, TRAMO KM 135+000 AL KM 145+600, APLICANDO EL MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DG-2014, AÑO 2016”, señala que el diseño geométrico es el elemento más relevante en la infraestructura vial. El autor señala que este diseño se caracteriza por ser iterativo, esto quiere decir que se usa un modelo espacial para construir la geometría de la vía, este va a ser evaluado de forma constante, lo que conllevará a que se modifique continuamente en busca de una optimización de la realidad física y funcional final. Con todo ello se puede indicar que se comprueba la hipótesis. Adicionalmente cabe mencionar la relevancia que se indica en la presencia respecto a actividades extras como auditorías y un profundo trabajo para incrementar la señalización lo que se compara



con la tesis de (Calderón et al. 2015) “Inspecciones de Seguridad Vial”, donde los autores se propusieron ahondar en la problemática de Auditorías e Inspecciones de Seguridad Vial (ASV/ISV) entendiéndolas como una forma de prevención para que se mejoren el uso y desempeño de las carreteras.

## VI. CONCLUSIONES

**Primera.** Según el objetivo general, se concluye el cumplimiento de este tras evaluar la seguridad de la vía entre la carretera longitudinal de la Costa Sur Ruta PE-1S Puente Peatonal PK 19 Santa Anita, Lima, en función de sus características geométricas, afirmando que el índice de accidentes es de  $11\ 500 \times 10^8$  vehículos – milla.

**Segunda.** Respecto al primer objetivo específico, se concluye el cumplimiento de este al determinar las características geométricas entre la carretera longitudinal de la Costa Sur Ruta PE-1S Puente Peatonal PK 19 Santa Anita, Lima, 2020, viendo de forma el diseño geométrico en perfil y de las pendientes así como los elementos que se derivan de estos.

**Tercera.** De acuerdo con el segundo objetivo específico, se concluye el cumplimiento de este al indicar que los mayores índices de accidentes se hallan dentro de las características geométricas que no cumplen con los parámetros mínimos de diseño establecidos en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

**Cuarta.** Finalmente, respecto al tercer objetivo específico, se concluye el cumplimiento de este al indicar soluciones para los desperfectos geométricos de acuerdo con el diseño geométrico actual con las señaladas en el manual, indicándose que se debe trabajar en el rediseño fundamentado en las características geométricas de las vías, además de otros aspectos desagregados en las recomendaciones.

## VII. RECOMENDACIONES

**Primera.** Teniendo como contexto el rediseño de las vías fundamentado el cambio en las características geométricas de estas, se recomienda la colocación de una serie de dispositivos de control como parte de la señalización vial, debido a que esta se halla carente en toda la carretera y resulta de gran importancia para el aminoramiento de incidencias y accidentes.

**Segunda.** Asimismo, es recomendable que los trabajadores y todo el personal involucrado en el rediseño de la vía tome como base el Marco Legal que impera en la zona de la obra. En ese sentido es pertinente la realización de capacitaciones a los trabajadores en nociones de seguridad vial, ya sea mediante las entidades relacionadas como Ministerio de transporte, Ministerio del Interior, Ministerio de Salud y Gobiernos locales.

**Tercera.** Se recomienda el mantenimiento de la vía de forma regular y constante, en ese sentido, es necesario que se cuide de la obra una vez concluida para que los beneficios generados perduren y se continúe cumpliendo con una seguridad vial mayor.

**Cuarta.** Se recomienda, por último, la presencia de auditores de seguridad vial, los mismos que representan expertos ideales para la puesta en marcha de auditorías en la problemática de seguridad en las carreteras, posibilitando el que se tenga comodidad y seguridad en las vías.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials. A policy on Geometric Design of highways and Streets. Washington, D.C: Academic Press, 2008.

BRIONES, Edwin. Incidencia de la geometría en la seguridad vial de la avenida héroes del cenepa, Cajamarca. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2017.

CALDERÓN, Dunia y JIMÉNEZ, Fiorella. Inspecciones de Seguridad Vial. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015.

CÁRDENAS, James. Diseño Geométrico de Carreteras. 2°ed. Lima: Ecoe Ediciones, 2013. ISBN 978-958-648-859-4.

CHOCONTÁ, Pedro. Diseño Geométrico de Vías. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2011. ISBN: 958-806-099-0

COLONNA, Pasquale, BERLOCO, Nicola, INTINI, Paolo & RANIERI, Vittorio. Geometric Design Issues and Safety Analysis of Two-way Rural Road Tunnels. Transportation Research Procedia, 45, 38–45, 2020.

CONASET. Guía para Realizar una Auditoría de Seguridad Vial. Santiago: Corporación Nacional del Cobre de Chile CODELCO, 2003.

CORAZZA, Maria, DI MASCIO, Paola, MORETTI, Laura. Managing sidewalk pavement maintenance: A case study to increase pedestrian safety. J. Traffic Transp. Eng., 3, 203–214, 2016.

CORESEVI. Consejo Regional de Seguridad Vial - Piura CORESEVI Plan de Trabajo 2012-Trujillo. Piura, 2012.

DEMASI Road Safety Analysis of Urban Roads: Case Study of an Italian Municipality. Safety, 4(4), 58, 2018.

DEXTRE, Juan Carlos. Seguridad Vial: La Necesidad de un Nuevo Marco Teórico. Tesis (Doctorado). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2010.

DEXTRE, Juan Carlos y CEBOLLADA, Ángel. Notas en torno a la seguridad vial. Una revisión desde las ciencias sociales. *Documents d'Anàlisi Geogràfica* Lima, 60(2) 419-433, 2014. ISSN 0212-1573.

DG. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2014. Lima, 2014.

EUROPEAN COMMISSION. Towards a European road safety area: policy orientations on road safety 2011-2020. Brussels, 2010.

FISSORE, Alejandra, SIERRA, Francisco. Velocidades y Distribución del Peralte en Curvas Horizontales: Ingeniería de Seguridad Vial. España: Editorial Acadèmia Española, 2019. ISBN: 978-384-845-181-4

GARCÍA, Luis. Evaluación del diseño geométrico de la carretera Casma - Huaráz, tramo km 135+000 al km 145+600, aplicando el manual de diseño geométrico dg-2014, año 2016. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Áncash: Universidad Alas Peuanas, 2016.

GLOBAL ROAD SAFETY. Guía práctica de seguridad vial: Una guía para las Sociedades Nacionales de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, 2007. ISBN: 978-2-940395-01-9

GÓMEZ, Gary y QUISPE, José. Evaluación de la seguridad vial - nominal de la Carretera Enaco - Abra Ccorao de acuerdo a la consistencia del diseño geométrico. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2017.

GRANÁ, Anna. Road Safety in Brief. *Current Trends in Civil & Structural Engineering*, 2(1), 2019.

HADDON, William. A logistic framework for categorizing highway safety phenomena and activity. *The Journal of Trauma*, Vol. 12. Lippincon Williams and Wilkins, Washington, DC, pp. 193-207, 1970.

HAQUE, Nuzhat, HALDER, Sanchari, ISLAM, Aminul, NAG, Rana, ALAM, Ridwan & HASSAM, Mehedi. Roadway Condition Study. Bangladesh: Ahsanullah University of Science and Technology, 2015.

HAUER, Ezra. *The Art of Regression Modeling in Road Safety*. Springer International Publishing, Berlin, 2015.

HAUER, Ezra. Safety in Geometric Design Standards. 2° International symposium on Highway Geometric Design. Mainz, Germany. 24-35. 2000.

HUVARINEN, Yuha, SVATKOVA, Elena, OLESHCHENKO, Elena & PUSHCHINA, Svetlana. Road Safety Audi. Transportation Research Procedia, 20, 236 – 241, 2017.

ISLAM, Hasibul, HUA, Lau, AZARKERDAR, Hamid & AZARKERDAR, Arash. Relationship of Accident Rates and Road Geometric Design. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 357, 2019.

KEALL, Mike & NEWSTEAD, Stuart. Relative vehicle safety, road environment and crash type. Australia: Monash University, 2018.

KURAKINA, Elena, EVTIUKOV, Sergei & RAJCZYK, Jeroslaw. Forecasting of road accident in the DVRE system. Transportation Research Procedia, 36, 2018.

MADSEN, Tanja, LAHRMANN, Harry. Comparison of five bicycle facility designs in signalized intersections using traffic conflict studies. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 46, 438-450, 2017.

MANEPALLI. Sitios críticos o de alta concentración de accidentes. Lima, 2009.

MARTÍNEZ, Pedro. VISIÓN CERO: Proyecto de seguridad vial de ámbito internacional. Fundación estatal para la formación de empleo, 2018.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Lima, 2018.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Lima, 2013.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual para el diseño de carreteras pavimentadas e bajo volumen de tránsito. Lima, 2008.

MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL PERÚ. Manual de Seguridad Vial del Perú MSV 2016. Lima, 2016.

MANUAL DE SEGURIDAD VIAL. Manual de Seguridad Vial. Lima, 2017.

MANUAL DE TRANSPORTE PÚBLICO. Manual de Transporte Público. Costa Rica, 2011.

MAYDOLLY, Liz. Parámetros de seguridad vial para el diseño geométrico de carreteras. Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana, 2012.

MEDINA, Gerson. ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO SOBRE LA SEGURIDAD VIAL UTILIZANDO LA NORMA DG 2013 EN LA CARRETERA CAJAMARCA - BAMBAMARCA EN EL TRAMO DEL KM 1+000 HASTA EL KM 5+000. Tesis (Título de Ingeniero civil) Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2013.

PEREZ, Carlos y GONZALES, Alfredo. Estudio de seguridad vial en tramos críticos por alta accidentalidad en el municipio de Rivera – Huila. Tesis (Título de Ingeniero civil) Bogotá: Universidad Nueva Granada, 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global Status Report on Road Safety 2013— Supporting a Decade of Action. Switzerland: World Health Organization, 2013.

## ANEXOS

### Matriz de operacionalización

TIPO DE VARIABLES	VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALAS
Variable independiente.	Características geométricas de la carretera	Es el estudio de las propiedades de las figuras en el plano o el espacio, representando y reconociendo distintos aspectos de la realidad.	Planta	- Índice medio diario. - Velocidad.	- Número de vehículos por día. - <u>Kilómetros / hora.</u>
			<u>Perfil</u>	- Pendientes máximas. - Longitud de	- <u>Porcentaje (%)</u> . - Metro.
			<u>Secciones transversales</u>	- Ancho de la Calzada. - Bombeo	- Metro. - <u>Porcentaje (%)</u> .