

# **ESTADO DEL ARTE DE LA CONSISTENCIA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL**

## **PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO**

Para obtener el título de  
**Ingeniera Civil**

### **PRESENTA**

Kelly Mariana Vásquez Agudelo

Código: 100415020973

María Alejandra Sánchez Bolaños

Código: 100415020434

### **DIRECTOR**

Msc. Esp. Ing. Víctor Renán Castillo Ñañez

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

Facultad De Ingeniería Civil

Departamento de Vías y Transporte

Popayán, septiembre del 2022

Nota de aceptación

---

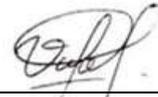
---

---

---

---

---



---

Firma del Director



---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Popayán, 21 de octubre de 2022

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios,

A mis padres y mi hermana por ser mi razón de ser, mi fortaleza y las ganas de seguir siempre adelante,

Al Ingeniero Víctor Renán, por ser nuestra guía no solo en la elaboración de este proyecto, sino a lo largo de nuestra carrera universitaria y habernos brindado el apoyo para desarrollarnos profesionalmente.

A Kelly, por ser mi amiga, mi compañera y mano derecha en este gran proyecto

Y a la Universidad del Cauca y profesorado de la Facultad de Ingeniería Civil.

- María Alejandra.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios y la vida por permitirme asumir este, que para mí ha sido un gran reto y logro a la vez. Al ingeniero Víctor Renán Castillo por ser el principal promotor de este proyecto, por su confianza, sapiencia y acompañamiento, en especial por depositar en nosotras la semilla de una gran pasión por la ingeniería.

A mis padres, seres maravillosos que han sido los pilares de lo que soy personal y profesionalmente, gracias por su paciencia, consejos e infinito amor. A mis hermanas, mis compañeras de vida por ser una gran motivación. A mi familia y amigos, quienes estuvieron al pendiente de la culminación de esta etapa, infinitas gracias por su apoyo.

A María Alejandra por impulsarme a aventurarnos en este que es nuestro triunfo, por su esfuerzo día con día y, sobre todo, por su amistad incondicional. A la Universidad del Cauca y sus profesores por brindarme sus saberes y ser parte de este escalón.

- Kelly Mariana.

## Tabla de contenido

1.	INTRODUCCIÓN .....	7
2.	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	9
3.	HIPÓTESIS.....	9
4.	OBJETIVOS .....	9
4.1.	OBJETIVO GENERAL: .....	9
4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	9
5.	JUSTIFICACIÓN .....	10
6.	MARCO REFERENCIAL.....	11
6.1.	Marco teórico: .....	11
6.2.	Marco Legal: .....	25
6.2.1.	A Nivel Nacional .....	25
6.2.1.5.	Ley 2056 del 2020: "POR LA CUAL SE REGULA LA ORGANIZACIÓN Y EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA GENERAL DE REGALÍAS" .....	30
6.2.2.	A Nivel Internacional:.....	32
6.3.	Marco institucional:.....	32
6.3.1.	A Nivel Nacional .....	32
6.3.1.2.	Instituto Nacional de Vías (INVIAS).....	32
	A Nivel Internacional.....	36
7.	ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	37
7.1.	Enfoque metodológico .....	37
7.2.	Población y muestra .....	37
7.3.	Instrumentos para la recolección de datos.....	39
7.3.1.	Google Scholar.....	39
7.3.2.	World Wide Science .....	41
7.3.3.	Sciencereaserch.com.....	43
7.3.4.	Scientific Electronic Library Online (SCIELO) .....	47
7.3.5.	SCOPUS .....	51
7.4.	Revisión bibliográfica de metodología .....	54
8.	ANÁLISIS Y RESULTADOS .....	55
8.1.	Análisis de la información recolectada .....	55

9. CONCLUSIONES .....	71
9.1. TRABAJO FUTURO.....	72
BIBLIOGRAFÍA .....	74

## Tabla de ilustraciones.

Ilustración 1 Logo Google Académico .....	39
Ilustración 2: Primer paso para ingresar al motor de búsqueda .....	39
Ilustración 3. Entrada al motor de búsqueda.....	40
Ilustración 4. Página inicial de búsqueda en Google Scholar.....	40
Ilustración 5 Logo World Wide Science.....	41
Ilustración 6. Primer paso para acceder al motor de búsqueda.....	41
Ilustración 7. Página inicial de World Wide Science, donde se presentan diferentes utilidades..	42
Ilustración 8. Logo Sciencereaserch.com .....	43
Ilustración 9. Link para ingresar al motor de búsqueda.....	43
Ilustración 10. Página de inicio del motor de búsqueda .....	44
Ilustración 11. Página de inicio del motor de búsqueda. ....	44
Ilustración 12. Página inicial de Sciencereaserch.com .....	45
Ilustración 13. Opciones para filtrar información de búsqueda.....	46
Ilustración 14 Ventana para filtrar información de búsqueda (Visual).....	47
Ilustración 15. Logo Scielo.....	47
Ilustración 16. Página de inicio Scielo.....	48
Ilustración 17. Página inicial de búsqueda Scielo.....	49
Ilustración 18. Opciones para filtrar información.....	50
Ilustración 19. Opciones útiles para la recopilación de información.....	51
Ilustración 20. Logo SCOPUS.....	51
Ilustración 21. Entrada a las bases de datos de la Universidad del Cauca.....	52
Ilustración 22. Base de datos SCOPUS disponible para la Universidad del Cauca .....	52
Ilustración 23. Pantalla de inicio de SCOPUS.....	53
Ilustración 24. Opción de limitar búsqueda por fechas.....	53

## Tablas.

<b>Tabla 1</b> .....	13
<b>Tabla 2</b> .....	14
<b>Tabla 3</b> .....	16
<b>Tabla 4</b> .....	16

## 1. INTRODUCCIÓN

Con base a estudios realizados anteriormente por la Organización Mundial de la Salud (OMS), cerca de 1.3 millones de personas mueren por accidentes de tránsito en todo el mundo (OMS, 2017), y entre 20 y 50 millones padecen traumatismos no mortales, este último, se considera un problema de salud pública a nivel mundial. El 93% de las muertes por accidentes de tránsito se producen en países de ingresos bajos y medianos, que sólo cuentan con el 54% de los vehículos matriculados en todo el mundo; los peatones, ciclistas y conductores de vehículos de dos y tres ruedas son conocidos como usuarios vulnerables de la vía pública y estos representan el 50% de todas las muertes por accidentes de tránsito en el mundo. Los accidentes de tránsito son la principal causa de defunción en los niños y jóvenes de 5 a 28 años, y las personas entre 15 y 44 años representan el 48% de las muertes en los accidentes de tránsito en todo el mundo (Sánchez, 2018).

Una de las mayores razones por las que se presentan estos siniestros en carreteras, refiriéndonos a siniestros, ya que, hacemos referencia a un hecho que se pudo haber evitado, puesto que son situaciones predecibles (OPS, 2016) se debe al exceso de velocidad, debido a que el aumento en 1km/h de la velocidad media del vehículo se traduce en el aumento del 3% en la incidencia de accidentes que producen traumatismos, y del 4% al 5% en la incidencia de accidentes mortales (OPS, 2016). Otra razón, y no menos importante es el factor vehículo, estos mismos estudios aseguran que los vehículos que se venden en el 80% de los países no cumplen las normas básicas de seguridad (OMS, 2017), estas normas internacionales formuladas para los vehículos motorizados están a cargo del Foro Mundial para la Armonización de la Reglamentación sobre Vehículos de las Naciones Unidas, en estas se incluyen 7 reglamentaciones que ayudan a garantizar

la seguridad pero hasta el año 2017 sólo la han adoptado 40 países de los cuales 35 son de ingresos altos.

Investigaciones realizadas, consideran el factor infraestructura de la carretera como otra principal razón de los accidentes, representando el 30% de las causas de estos (Camacho-Torregrosa et al., 2013), los estudios se concentran en carreteras de 2 carriles y en 3 principales categorías o áreas:

1. Consideraciones de velocidad: En estas consideraciones el factor preponderante es el concepto de velocidad de operación.
2. Consideraciones de seguridad: Donde priman los parámetros de diseño, en especial, las secciones en curvas.
3. Consideraciones de rendimiento: En el cual, uno de los factores relevantes es la carga de trabajo del conductor, la anticipación o reacción de este, ante ciertos eventos, y la estética del alineamiento.

Al analizar la infraestructura vial existente en Colombia, se estima que hay 36.596,54 Km de vías secundarias, que se traduce en carreteras de dos carriles y 140.000 Km de vías terciarias, de los cuales sólo el 6% se encuentran pavimentadas (Bolívar Palomo & Quintero Castiblanco, 2019), estas últimas se consideran carreteras rurales de dos carriles.

La investigación en el área es de suma importancia, a nivel nacional y mundial, ya que, evidenciando cuál es el estado del arte en este tema, arrojará áreas abarcadas de interés, que pudiésemos poner en contexto nacional e internacional.

La metodología de esta investigación bibliográfica está basada en revisión en motores de búsqueda como World Wide Science, Scopus, Google Scholar, Academia.edu, Scientific Electronic Library

Online, ScienceResearch.com. La finalidad de este, es compilar y representar de una manera sencilla los parámetros que se han definido en investigaciones pasadas sobre la consistencia del diseño geométrico de carreteras, además, conocer las metodologías y áreas de la consistencia que han sido más estudiadas y generar o descubrir nuevas tendencias investigativas.

## **2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es el estado del arte actual en cuanto a la consistencia de diseño geométrico de carreteras?

## **3. HIPÓTESIS**

Dada la cantidad de información científica e investigativa dispersa, se busca generar un estado del arte de la consistencia del diseño geométrico de carreteras, para analizar y determinar las tendencias y factores que afectan la seguridad y coherencia de este.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. OBJETIVO GENERAL:**

- Determinar el estado del arte de la consistencia de diseño geométrico de carreteras.

### **4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Consolidar la bibliografía de la consistencia de diseño geométrico de carreteras.
- Analizar la rama de la consistencia más estudiada.
- Obtener las modalidades de investigación de la consistencia en mayor auge de investigación.
- Obtener nuevas consideraciones para estudios a futuro en la rama investigativa.

## 5. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación busca compilar la mayor cantidad de estudios posibles que permitan establecer un óptimo diseño geométrico en carreteras rurales de dos carriles, donde prime la seguridad y confortabilidad del conductor tanto para vehículos livianos como pesados. Teniendo en cuenta que a nivel mundial se presenta una alta tasa de accidentalidad y mortalidad (1.3 millones de víctimas alrededor del mundo (OMS,2017)) por siniestros en carretera, es de gran interés generar estudios y análisis de las diferentes consideraciones y aspectos que influyen en los mismos, buscando reducir estas víctimas de accidentes de tránsito. Además, se demuestra, que dicha problemática está directamente relacionada con la economía global, cálculos internacionales realizados por la OMS señalan que, por los accidentes viales, los países asumen costos que oscilan entre 1% y 3% del Producto Interno Bruto (PIB), que además del tratamiento médico y la pérdida de productividad de los afectados, incluye el tiempo de trabajo y estudio que pierden las familias para atender a los lesionados.

A nivel nacional, en Colombia, en septiembre del año 2018, el gremio de aseguradores presentó un estudio en el cual se estimó en 3.6 billones de pesos anuales los costos por accidentes de tránsito al sistema de seguridad social, pensiones, la Administradora de los Recursos del Sistema General de Seguridad Social en Salud (ADRES), el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT) y las Administradoras de Riesgos Laborales (ARL). Entre el SOAT y la ADRES, por medio de su subcuenta del seguro de riesgos catastróficos y accidentes de tránsito, el costo asciende a 1,52 billones de pesos colombianos, (Fasecolda, 2018).

Este estudio pretende actualizar y generar nuevas consideraciones o áreas que son importantes en el diseño geométrico y materialización de una carretera rural de dos carriles que, a futuro, pueden ser mayormente exploradas, para garantizar seguridad, comodidad y funcionalidad al usuario. De

esta manera, se busca conocer todas las relaciones e interacciones entre conductor y carretera, que permitan determinar falencias y aspectos desconocidos que impactan de manera negativa en la consistencia del diseño geométrico y que conlleva a las consecuencias anteriormente mencionadas.

## **6. MARCO REFERENCIAL**

### **6.1. Marco teórico:**

Teniendo en cuenta las situaciones expuestas respecto a los accidentes de tránsito, que generan, además de víctimas, un impacto económico y social en todos los países, sobre todo en aquellos de ingresos bajos y medianos, se busca el correcto uso de las vías públicas garantizando un buen funcionamiento, y en especial, ofrecer seguridad al usuario; precisamente, uno de los temas principales en el presente estudio es la seguridad vial que es definida por (Ospina, 2014) como: “la descripción de una situación futura deseable, fundamentada en una teoría de cómo interactúan o deberían interactuar los distintos componentes del sistema de circulación”, Según (Ng, et al., 2017) un factor determinante de este concepto, es la correcta interacción entre vehículo, carretera y conductor, este estudio del concepto de seguridad vial es meramente cualitativo, donde se identifican los posibles problemas potenciales de seguridad de cualquier proyecto a tratar. Los elementos que contribuyen, en forma individual o en conjunto a la ocurrencia de accidentes de tránsito son: el factor humano, el vehículo, la vía y el entorno.

Por todo lo anteriormente mencionado se hace primordial que se realice un correcto análisis y un posterior diseño geométrico de carreteras consistente, en este caso, con énfasis en carreteras rurales de dos carriles, para ello se han determinado diferentes consideraciones en las que se prioriza las siguientes:

- **Consideraciones de velocidad:**

Dentro de las consideraciones de velocidad y en base a las investigaciones a lo largo de la historia se han identificado diferentes variables dependientes que favorecen en la evaluación de la consistencia del diseño geométrico, y están definidas así: ( $V_{85}$ ) La velocidad de operación es la elegida por el conductor cuando conduce bajo velocidad a flujo libre y normalmente es representada por el percentil 85 de velocidad de los vehículos;  $\Delta V_{85}$  : es la diferencia de velocidad operacional entre elementos, se obtiene de la resta de la velocidad operacional de dos elementos (tangente de entrada con la mitad de la curva horizontal o entre la mitad de curvas horizontales);  $\Delta 85_V$ : Es percentil 85 de las diferencias de velocidad operacional y se determina realizando el seguimiento de cada vehículo a través de los elementos, el valor final resulta de calcular el percentil 85 a la resta de la velocidad en la tangente y a la mitad de curva para cada vehículo en la muestra;  $85_{MSR}$ : es el percentil 85 de la máxima reducción de velocidad, para su cálculo es necesario observar varios puntos en la tangente de entrada y al interior de la curva horizontal, de los cuales, se selecciona el valor máximo y mínimo respectivamente, el resultado final será el percentil 85 de la muestra que se compone de la resta del valor máximo de velocidad en la tangente y el valor mínimo en la curva horizontal para cada vehículo;  $85_{MSR}$ : es el percentil 85 del máximo incremento de velocidad y se obtiene al calcular el percentil 85 de la resta de la velocidad máxima en la tangente de salida y la velocidad mínima en la curva horizontal para cada individuo; finalmente,  $\Delta 85_{MSR}$ : Es el percentil 85 de la diferencias en velocidad entre puntos consecutivos en la curva horizontal.

***Predicción de velocidad de operación ( $V_{85}$ ):***

Esta sección pretende condensar las ecuaciones y modelos matemáticos usados tanto en investigaciones pasadas como en los últimos años, para la predicción de la velocidad de operación.

Tabla 1

Modelos y ecuaciones usados para la predicción de la velocidad de operación

Autor (es)	Año	Métodología	Ecuación	Parámetros
Lamm et al	1986	Mediante regresión lineal y estudio de 332 secciones, se concluye que el radio de la curva es la variable independiente que causa mayor efecto en la velocidad.	$V_{85} = 94.398 - \frac{3188.656}{R}$	R: radio de la curva V <sub>85</sub> : Velocidad operacional
Kanellaidis et al	1990	Consideraron la velocidad operacional como factor básico del diseño de elementos y consistencia de diseño en el alineamiento horizontal, utilizando regresión lineal de datos geométricos y de velocidad en 58 curvas.	$V_{85} = 129.88 - \frac{623.1}{R^{\frac{1}{2}}}$	R: radio de la curva V <sub>85</sub> : Velocidad operacional
Islam et al	1994	Desarrollaron modelos para la estimación de velocidad operacional en el punto de curvatura (PC), mitad de curva (MC) y punto de tangencia (PT) en KPH.	$V_{85PC} = 95.41 - 1.48D - 0.012D^2$ $V_{85NC} = 103.3 - 2.41D - 0.029D^2$ $V_{85PT} = 96.11 - 1.07D$	D: Grado de curvatura en curvas horizontales
Voigt & Krammes	1996	Desarrollaron modelos basados en datos recolectados por Krammes et al (1995), estos estiman la velocidad operacional de los vehículos en la mitad de la curva horizontal, donde por punto se realizó por lo menos 100 observaciones. Las variables independientes fueron: el grado de curvatura (D), la longitud de curva (Lc), el peralte (e) y el ángulo de deflexión (Δ).	$V_{85} = 102.0 - 2.08D + 40.33e$ $V_{85} = 99.66 - 1.69D + 0.014Lc - 0.13\Delta + 71.82e$	D: Grado de curvatura en curvas horizontales e: Peralte Lc: Longitud de curva horizontal
McFadden & Eleftheriadou	1997	A partir de datos obtenidos en 78 elementos, establecieron 2 modelos para la estimación de la velocidad operacional en curvas horizontales, se consideró como variable independiente significativa la velocidad en la tangente de entrada.	$V_{85} = 41.62 - 1.29D - 0.0049Lc$ $V_{85} = 41.62 - 1.29D - 0.0049Lc - 0.12\Delta + 0.95Vt$	Lc: Longitud de la curva D: Grado de curvatura Vt: Velocidad operacional en tangente de entrada
Echaveguren & Saez	2001	La ecuación de velocidad de percentil 85, se asocia a variables geométricas y son de tipo lineal, estas han presentado las mejores correlaciones e incluye variables tales como: curvatura, peralte, ángulo de deflexión, etc.	$V_{85} = \hat{a}_0 - \frac{\hat{a}_1}{R}$ $V_{85} = \hat{a}_0 - \frac{\hat{a}_1}{R^{\frac{1}{2}}}$	$\hat{a}$ : Coeficientes de regresión. R: Radio de la curvatura.
Figueroa & Tarko	2007	A partir de su investigación en el 2005, desarrollaron modelos para la estimación de velocidad, en curvas horizontales, tangentes, en transiciones de aceleración y desaceleración	$V_T = 58.994 - 1.470PSL_{40} - 0.030TR - 0.087GRA$ $-1.004RES + 0.005SD - 2.770 \times 10^{-6}SD^2 + 0.032TW$ $+0.015PSW + 0.554GSW + 0.034USW$ $V_C = 51.973 + 0.003SD - 2.639RES$ $-2.296DC + 7.748SE - 0.624SE^2$ $V_d = V_T - 0.6553(V_T - V_C) + 0.03299L_a$ $V_a = V_T - 0.7164(V_T - V_C) + 0.0221L_a$	VT: Velocidad tangente. PSL50: Variable indicadora de velocidad límite rotulada de 50MPH TR: Porcentaje de vehículos pesado. GRA: Pendiente de la carretera. RES: Variable indicadora del desarrollo residencial cuando se presenta mas de 10 accesos. SD: distancia de visibilidad. TW: Ancho de la vía. PSW: ancho total de paso pavimentado. GSW: Ancho total paso en grava. USW: Ancho total de paso no tratado. SE: valor total del peralte. Vc: Velocidad curva horizontal. Ld: longitud de transición de desaceleración. La: Longitud de transición de desaceleración. Vd: velocidad en transición de desaceleración. Va: velocidad de aceleración.
Perez et al	2010	Consiste en dos modelos de velocidad de operación, uno para curvas horizontales y otro para tangentes, estos modelos se construyeron mediante reglas de construcción y tramos de aceleración y desaceleración, considerando la velocidad continua en cada vehículo. El modelo de velocidad de operación para curvas, considera el radio como la variable de mayor influencia, por lo que se desarrollaron dos modelos: para radio superior a 400 metros y para radio inferior a 400 metros, teniendo como referencia un radio mínimo de 70 metros.	• $400 \text{ m} < R \leq 950 \text{ m};$ $V_{85} = 97.4254 - \frac{3310.94}{R}$ • $70 \text{ m} < R \leq 400 \text{ m};$ $V_{85} = 102.048 - \frac{3990.26}{R}$	R: radio de la curva V <sub>85</sub> : Velocidad operacional
Llopis et al	2018	Considerando variables como alienación horizontal, radio, tasa de cambio de curvatura (CCR), y ángulo de deflexión de la curva horizontal, se obtuvo que la variable que tuvo mayor influencia en la velocidad de operación fue el radio horizontal. Los modelos están basados en el estudio de análisis de camiones cargados y descargados.	$V_{85L} = 73.76 - \frac{46.45}{e^{0.0102 \cdot R}}$ $R^2 = 0.60$ $V_{85U} = 87.55 - \frac{60.37}{e^{0.0102 \cdot R}}$ $R^2 = 0.74$	V <sub>85L</sub> : es el percentil de velocidad para camiones cargados (km/h) V <sub>85U</sub> : es el percentil de velocidad para camiones sin carga (km/h) R: es el radio de la curva horizontal (m) R <sup>2</sup> : es el coeficiente de determinación ajustado

## Modelos desarrollados para otro tipo de variables dependientes:

A continuación, se presentan otro tipo de variables dependientes desarrolladas en las últimas dos décadas, que contribuyen al estudio de la consistencia del diseño de carreteras en base a diferentes métodos y tecnologías.

Tabla 2

Modelos desarrollados para otro tipo de variables dependientes

Autor (es)	Año	Metodología	Ecuación	Parámetros
Choueriri et al. Y Al- Maseid et al	1995	Encuentran una variable como la diferencial operacional entre elementos y se calcula como la resta de la velocidad de operación de dos elementos.	$\Delta V_{85} = 3.64 + 1.78DC$ $\Delta V_{85} = 1.84 + 1.39DC + 4.39P_{con} + 0.07G^2$ $\Delta V_{85} = 0.9433DC + 0.0847DF$	$\Delta V_{85}$ : diferencia de velocidad operacional entre elementos DC: grado de curvatura P <sub>con</sub> : condición del pavimento G: pendiente vertical DF: ángulo de deflexión
McFadden y Elefteriadou	2000	Establecieron como variable dependiente el 85MSR, que se calcula teniendo en cuenta los puntos en la tangente de entrada y puntos en la curva horizontal, de donde se obtienen el valor máximo y mínimo respectivamente.	$85MSR = -14.90 + (0.144V_{85@PC200}) + (0.0153LAPT) + \left(\frac{954.55}{R}\right)$ $R^2 = 0.71$ $85MSR = -0.812 + (0.017LAPT) + \left(\frac{998.19}{R}\right)$ $R^2 = 0.60$	85MSR: percentil 85 de la máxima reducción de velocidad V <sub>85@PC200</sub> : percentil 85 de velocidad a 200 m del PC LAPT: longitud de la tangente de entrada R: Radio de la curvatura.
Misagui y Hassan	2005	Definen variable por el percentil 85 de la resta entre la velocidad en la tangente de entrada y el punto en la mitad de la curva horizontal.	$\Delta_{85}V = -198.74 + 21.42 \cdot (V_T)^{\frac{1}{2}} + 0.11DFC - 4.55SW$ $-5.36(curve - dir) + 1.30G + 4.22(dry\ flag)$ $R^2 = 0.889$	$\Delta_{85}V$ : percentil 85 de las diferencias de velocidad operacional V <sub>T</sub> : velocidad en la tangente DFC: ángulo de deflexión de la curva circular en grados SW: ancho de carril Curve - dir: dirección de la curva si es derecha G: pendiente vertical Dry flag: presencia de intersección en la curva, si existe R <sup>2</sup> : es el coeficiente de determinación ajustado
Calero Valenzuela	2015	Evalúa la consistencia del diseño de vías rurales de dos carriles implementando redes neuronales artificiales (ANN) para la estimación de la velocidad operacional, el percentil 85 de las diferencias de las velocidades entre puntos consecutivos en las curvas horizontales $\Delta_{85}V_{BP}$ , el percentil 85 de las diferencias de aceleración entre puntos consecutivos en las curvas horizontales $\alpha_{85BP}$ y el desarrollo de una escala que evalúe la consistencia geométrica utilizando como variable dependientes.	<b>PARA CURVAS HORIZONTALES:</b> $\Delta_{85}V_{BP} < 3MPH$ ; BUENO $3MPH \leq \Delta_{85}V_{BP} < 4MPH$ ; REGULAR $\Delta_{85}V_{BP} > 4MPH$ ; POBRE  <b>PARA TANGENTES:</b> $\Delta_{85}V_{BP} < 4MPH$ ; BUENO $3MPH \leq \Delta_{85}V_{BP} < 4MPH$ ; REGULAR $\Delta_{85}V_{BP} \geq 5MPH$ ; POBRE	$\Delta_{85}V_{BP}$ : percentil 85 de las diferencias de velocidad entre puntos consecutivos en las curvas horizontales MPH: millas por hora

### ***Escalas de consistencia:***

Para la evaluación de la consistencia del diseño geométrico de carreteras se usan dos criterios, uno por elementos simples y el otro por elementos sucesivos, también llamados elementos locales y globales. Los primeros se basan en el análisis de la consistencia de un elemento aislado del trazado de la vía analizado desde la diferencia entre la velocidad de operación y la velocidad de diseño, este modelo ayuda a detectar en qué elementos del trazado es más probable que ocurran accidentes. Los criterios globales en cambio evalúan la consistencia de un tramo completo, a partir, de variables obtenidas del perfil de la velocidad de operación del tramo, este no permite ubicar el lugar donde se producirán los accidentes, pero sí ayudará a la estimación de la cantidad de estos.

### **Elementos simples o locales**

Leisch y Leisch (1997), propusieron un umbral partiendo de que un conductor adapta razonablemente su velocidad dentro de un límite establecido, estudiaron las velocidades de operación desarrolladas por vehículos ligeros y pesados, observaron que entre mayor era la diferencia entre estas velocidades, mayor era la tasa de accidentalidad.

$$|\text{Vel. de operación de vehículo ligero} - \text{Vel. de operación de vehículo pesado}| \leq 16 \text{ Km/h}$$

(Lamm y Choueriri,1987) consideran a variable CII, llamada índice de consistencia, como la diferencia entre la velocidad de diseño de la curva y la velocidad de operación del conductor, proponen 3 niveles de consistencia:

- Nivel de consistencia 1, “Buen diseño” si  $Cl1 \leq 10 \text{ km/h}$
- Nivel de consistencia 2, “Diseño justo” si  $10 \frac{\text{km}}{\text{h}} < Cl1 \leq 20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- Nivel de consistencia 3, “Mal diseño” si  $Cl1 > 20 \text{ km/h}$

(Lamm et al,1988) utilizaron la variable de tasa de cambio de curvatura y tasa de cambio de curvatura media del tramo considerando solo curva.

*Tabla 3*

*CCRsi y  $\phi$  CCRs.*

Buena	Aceptable	Pobre
$ CCRsi - \phi CCRs  \leq 180$	$180 <  CCRsi - \phi CCRs  \leq 360$	$ CCRsi - \phi CCRs  > 360$
<i>Donde CCRsi es la tasa de cambio de curvatura de la curva i(gon/km); y <math>\phi CCRs</math> es la tasa de cambio de curvatura media del tramo de carretera</i>		

Nota: Lamm et al. Considera como elemento principal la tasa de cambio de curvatura y la tasa de curvatura media del tramo de carretera para considerar si la carretera es “buena, media y pobre”

(Lamm et al,1999) Este criterio relaciona la velocidad de diseño y la velocidad de operación en un elemento del trazado, se clasifican de la siguiente manera:

*Tabla 4*

*(V85-VD).*

Diseño "Bueno"	$V85 - VD \leq 10 \text{ Km/h}$
Diseño "Regular"	$10 \text{ km/h} < V85 - VD < 20 \text{ km/h}$
Diseño "Malo"	$V85 - VD > 20 \text{ km/h}$

Nota: Lamm et al. En 1999, decidieron relacionar la resta de V85 y Vd concluyendo diseños “bueno, regular y malo” teniendo en cuenta valores entre 10km/h y 20 km/h.

(Fitzpatrick et al, 2003) Analizaron la relación entre los límites de velocidad en carreteras y la velocidad de diseño y de operación, curvas con:

$$VD < \frac{70km}{h}; V85 < VD \text{ y } viceversa$$

Así concluyeron que una curva era inconsistente cuando  $V85 > Vd$ , puesto que la curva se diseñó a una velocidad menor a la que realmente los conductores circulan por ella.

(Ng y Sayed, 2004) Desarrollaron una expresión para la estimación de accidentalidad a partir de diferentes parámetros de consistencia como velocidad de operación y velocidad de diseño.

$Y_{i,5} = e^{-3.380} * L^{0.8920} * IMD^{0.5913} * e^{0.009091(V_{85}-V_D)}$  Donde  $Y_{i,5}$  es el número de accidentes en 5 años,  $L$  la longitud de la curva (km);  $IMD$  la intensidad media diaria de tráfico (Vh/día)

El modelo de (Echaveguren et al., 2012) fue desarrollado a partir del estudio de Lamm et al. [1987] mediante el cálculo de la velocidad de operación como un índice de consistencia ( $C_{I1}$ ) y el factor  $b_T$  y  $b_A$ ,  $C_{I1}$  es definido como la diferencia entre la velocidad del diseño y la velocidad de operación,  $b_T$  es el ángulo que arroja el medidor ball-bank usado para el estudio,  $b_A$  es calculado mediante la ecuación:

$$b_A = 9.13 - 0.29(C_{I1}); R_a^2 = 0.86; S = 2.1^\circ$$

De donde se concluye:

- Para un “buen” nivel de consistencia,  $b_A \leq 12^\circ$
- Para un nivel “regular” de consistencia,  $b_A \leq 15^\circ$
- Para evitar un “mal” nivel de consistencia,  $b_A \leq 17^\circ$ , en el peor de los casos  $b_A \leq 20^\circ$

(AASHTO, 2011) los valores establecidos para  $b_A$  son  $10^\circ$ ,  $12^\circ$  y  $14^\circ$  que corresponden a los valores de  $CI1$  de -3, -10 y -17 (km/h) respectivamente.

Para curvas con radios menores de 250 m la consistencia puede considerarse así, sabiendo que  $b_T$  es el ángulo medido en la prueba de velocidad (Ball Bank indicator)

1. “Buena” si  $b_T$  está entre  $9^\circ$  y  $12^\circ$

2. “Regular” si  $b_T$  está entre  $12^\circ$  y  $15^\circ$
3. “Pobre” si  $b_T$  es mayor a  $12^\circ$

### Elementos sucesivos o globales

(Polus & Mattar-Habib, 2004) desarrollaron dos variables fundamentales: la dispersión del perfil de velocidad de operación y el área relativa, esta última se define como el área encerrada entre el perfil de velocidad de operación y la velocidad de operación media dividida por el tramo de longitud de carretera, descrita en la siguiente ecuación:

$$R_a = \sum |a_i|/L$$

El modelo de consistencia global se definió a partir del parámetro de *consistencia*, calculado con la siguiente expresión:

$$C = 2.808 * e^{-0.278 * R_a \left(\frac{\sigma}{3.6}\right)}$$

*Donde se considera:*

- Bueno si  $C > 2$
- Aceptable si  $1 > C \geq 2$
- Pobre si  $C \leq 1$

(Garach et al, 2014) se basaron en el modelo de Polus y Mattar-Habib para mejorarlo y proponer el siguiente:

$$C = \frac{195.073}{\left(\frac{\sigma}{3.6} - 5.7933\right) * (4.1718 - R_a) - 26.6047}$$

(Camacho-Torregrosa, 2015) proponen un modelo de consistencia, donde C es el parámetro de consistencia ( $S^{1/3}$ ), compuesto por dos variables: la velocidad de operación media ( $V_{85}$ ) y la tasa de deceleración media ( $d_{85}$ )

$$C = \sqrt[3]{\frac{V_{85}}{d_{85}}}$$

*Donde:*

*-Es buena si  $C \geq 3.25 (S^{1/3})$*

*-Es aceptable si  $2.55(S^{1/3}) < C \leq 3.25 (S^{1/3})$*

*-Es pobre si  $C < 2.55(S^{1/3})$*

### Índices de consistencia

Los índices de consistencia (Sánchez,2011) se definen de la siguiente manera:

$I=K/((I_e-I_s)*D) > 25$  Mínima probabilidad de reaparición de trazado

$I=K/((I_e-I_s)*D) < 25$  Reparación del trazado igual al 41%

Siendo  $I_{rt}$ : índice de reaparición del trazado, adimensional.  $K_v$ : parámetro del acuerdo convexo, en valor absoluto y en metros.  $(I_e-I_s)$ : diferencia de inclinaciones de rasante (entrada menos salida  $I_e - I_s$ , en porcentaje y en valor absoluto).  $Dist$ : distancia entre acuerdos consecutivos, en metros.

- **Consideraciones de seguridad**

En esta categoría prima la tarea del procesamiento de información y toma de decisiones, la geometría de la carretera y otros factores (incluido el entorno de la carretera, el clima, los dispositivos de control de tráfico, las condiciones del tráfico, etc), son las entradas principales para la labor de conducción, que tiene como resultado las acciones de control que se traducen en la correcta operación de los vehículos. El funcionamiento del vehículo puede observarse y caracterizarse mediante mediciones de tráfico (incluyendo la velocidad de operación) y comprender cómo las características del conductor, en particular, la expectativa y el nivel de atención, afectan el procesamiento de la información del usuario, esto es clave para analizar la manera en que la geometría de la carretera influye en las operaciones y la seguridad del vehículo.

Normas de trazado

La velocidad de diseño es conocida como velocidad de proyecto y es aquella que define las características geométricas del trazado de un tramo de carretera en condiciones tanto de comodidad como de seguridad. Para esto, es necesario cumplir con las siguientes características al realizar un trazado que sea óptimo y que ayude al conductor a tener un buen desempeño en el trayecto. (Llopis Castelló, 2005):

- Condiciones topográficas y del entorno
- Características ambientales
- Consideración de la función de la vía dentro del sistema de transporte por carretera
- Homogeneidad del itinerario
- Condiciones económicas
- Distancias entre conexiones o accesos y sus tipologías

### Alineamiento Horizontal

La alineación de una carretera se compone de tres tipos de elementos a saber, segmentos de línea que forman parte de una línea circular, arcos que forman parte de un círculo y curvas de transición cuya curvatura cambia suave y continuamente. La curva de transición es el más complicado de los tres elementos de diseño. Entre varias opciones diferentes para la curva de transición, se emplea el método clotoide, que es el más utilizado universalmente. La heurística de un buen alineamiento horizontal, se constituye en dos etapas. La primera etapa busca en un área amplia y produce una línea por partes que se aproxima a la alineación de la carretera. La segunda etapa refina la solución para superar la inconsistencia entre la línea por partes y la carretera real de alineación. La solución final es un trazado de carreteras compuesto por segmentos de línea, curvas circulares y curvas de transición en una forma similar tal como la usan los ingenieros de carreteras en la práctica, puede funcionar potencialmente con modelos de alineación vertical para convertirse en modelos prometedores que son útiles para el trabajo práctico. (Yusin Lee; You-Ren Tsou; Hsiao-Liang Liu, 2000).

### Alineamiento vertical:

La longitud crítica del control de pendiente, los puntos de elevación fijos y la no superposición de curvas horizontales y verticales, son tres requisitos comunes en el diseño de alineación vertical de carreteras. Sin embargo, estas tres formas de restricciones no suelen abordarse en el análisis convencional de optimización de la alineación de carreteras, debido a la complejidad al considerarlas en la formulación matemática y la solución del problema. Se han aplicado muchas técnicas de optimización diferentes por investigadores para el análisis de alineación vertical, estos incluyen programación Schacke 1972; programación cuadrática Calonge 1973; varios métodos de

búsqueda, como búsqueda directa, búsqueda aleatoria y búsqueda de gradiente Haymon 1970; parametrización del estado Goh y Col. 1988; y más recientemente algoritmos genéticos GA Jong, 1998. Se observa que todos estos modelos han proporcionado diseños de alineación para cumplir con los requisitos operativos del vehículo de distancias visuales de seguridad y control de pendiente máximo. Sin embargo, simplemente cumpliendo las distancias visuales de seguridad y el grado máximo, los requisitos serían inadecuados. Un diseño de alineación vertical no es completo, sin incorporar en el análisis la longitud crítica, consideración y el control no superpuesto de curvas horizontales y verticales. El diseño será óptimo si está en un análisis de optimización cuando todas las consideraciones estén incluidas.

#### *Distancia de visibilidad:*

La distancia mínima de visibilidad es calculada habitualmente a partir de la velocidad de diseño. Como ingeniero diseñador, se debe ser capaz de garantizar dicha visibilidad a lo largo de todo el tramo de carretera. Sin embargo, hay muchas circunstancias que afectan esta parte del diseño, un ejemplo de esto es la situación donde los conductores conducen a mayor velocidad que la de diseño, y generalmente, sucede en gran parte del trayecto, por lo que esta visibilidad puede no ser suficiente en la mayoría de los puntos del trazado. (Llopis Castelló, 2005).

#### *Estabilidad del vehículo*

Es necesario realizar un análisis de aceleración presente en un vehículo cuando circula por una curva horizontal, ya que se hace una suposición de que el vehículo permanece a velocidad constante en la curva circular, y por esto el componente de la aceleración tangencial es cero. El diagrama de fuerzas es utilizado para desarrollar las relaciones entre el peralte y el radio de la curva horizontal, que ayudará a entender de mejor manera cómo actúan las diferentes fuerzas en

el vehículo a analizar. Estudios anteriores han analizado el comportamiento de la aceleración y deceleración en curvas horizontales. (Bonnenson, 2000) Estudió la deceleración e indicó que está relacionada con el cambio en el alineamiento horizontal, donde se inicia antes del punto de curvatura (PC) y termina posterior a dicho punto en el interior de la curva. (Figueroa y Tarko, 2007) Descubrieron que el 66% de la reducción en velocidad y el 72% del incremento en velocidad sucede en la tangente de entrada y salida, respectivamente. Se reconoció también, que la aceleración y la deceleración se presentan en el interior de la curva horizontal. (AASHTO, 2011) Determina en los hechos cotidianos, se divide la longitud de transición entre la tangente y la curva, evitando así ubicar la totalidad de longitud en uno de los dos elementos, de esta manera se sigue la trayectoria natural de los conductores.

- **Consideraciones de desempeño**

El objetivo principal de la consistencia de diseño es brindar al conductor comodidad, eficiencia y seguridad, es por esto por lo que las consideraciones de desempeño o rendimiento son fundamentales en el aumento o disminución de los errores en la operación del conductor. Un aspecto que afecta el rendimiento es la carga de trabajo del conductor, que se define como la tasa de tiempo a la que los conductores deben realizar una determinada cantidad de tareas de conducción que aumenta con la complejidad de las características geométricas de la carretera, se comprobó que los lugares con un gran volumen de trabajo estaban asociados a altas tasas de accidentes. Por otro lado, la anticipación del conductor se relaciona directamente con la inconsistencia del diseño, ya que esta se define como los cambios en la alineación de la carretera que no están en sincronía con la reacción del conductor.

La apariencia agradable y consistente de una carretera, afecta directa o indirectamente el comportamiento y el rendimiento del conductor, el cumplimiento exacto de las normas del diseño no garantiza la obtención de un diseño satisfactorio y estéticamente agradable, por esto, y para lograr un aspecto uniforme y agradable en horizontal y vertical, se han definido recomendaciones tales como:

- Evitar tangentes largas y constantes.
- Evitar tangentes cortas entre curvas horizontales o verticales en la misma dirección.
- Las alineaciones deben ser lo más direccionales posibles y coherentes con los contornos naturales.
- Las alineaciones verticales deben ser perfiles fluidos.
- Para las alineaciones combinadas se debe considerar la relación entre el radio de curva horizontal y el radio de curva vertical ayudando así, a los conductores a tener una operación segura.

Un componente clave del diseño de carreteras múltiples son las intersecciones, estas proporcionan un buen funcionamiento y pueden lograr un rendimiento armonioso si hay una buena ubicación y configuración de estas. El espaciamiento de las intersecciones en las zonas rurales debe ser entre 3 y 8 km y en zonas urbanas no mayores a 3 km. (Gibreel et al, 1999).

En los cruces de carretera es común que se presente congestión haciendo que tanto conductores como peatones perciban retrasos y se expongan a mayores riesgos en carretera, es por esto por lo que, se ha optado por buscar métodos alternativos de intercambios o cruces a los convencionales que puedan dar solución a dichos problemas. (FHWA, 2009) desarrolla un informe técnico “Intersecciones / Intercambios Alternativos”, que comprende cuatro diseños de intersecciones y dos diseños de intercambios, que ofrecen grandes ventajas frente a las intersecciones

convencionales e intercambios de diamante, teniendo en cuenta las características del diseño geométrico de la carretera, problemas de seguridad y operatividad, acceso, costos, construcción, impacto ambiental, y aplicabilidad; una de dichas alternativas de intercambio es la llamada Intercambio de Diamante de Doble Cruce (DCD, por sus siglas en inglés), que tiene mucho en común con un diseño de intercambio de diamante convencional, la diferencia es que el DCD se adapta a los movimientos a la izquierda en arterias y carreteras de acceso limitado, algunas de estas intersecciones han sido construidas en países como Francia.

## **6.2. Marco Legal:**

### **6.2.1. A Nivel Nacional**

La seguridad vial es considerada un factor de gran importancia en la reglamentación del diseño y construcción de carreteras en Colombia, esta se encuentra reglamentada por decretos y artículos dados por diferentes instituciones, que tienen como objetivo principal velar por el bienestar de todos los usuarios en la vía, en cuanto al diseño geométrico, existe el manual de diseño geométrico de vías establecido por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y publicado el 11 de abril de 2013, este manual muestra de una manera amplia y con base en experimentación en Colombia y otros países, expresiones, datos, rangos y correlaciones que permiten sintetizar y establecer de una manera coherente, los parámetros que deben ser tenidos en cuenta para garantizar un correcto diseño de cada uno de los elementos que conforman la carretera y su propia conjugación, en él se encuentran aspectos generales, criterios de diseño para planta, perfil y secciones transversales, así como también se esquematiza el procedimiento de diseño para las intersecciones viales a nivel y desnivel, en el desarrollo de este se encuentra reglamentado el proceso de diseño geométrico en casos especiales como puentes, túneles, zonas urbanas y zonas suburbanas, finalmente se destinan 2 capítulos a la consistencia y evaluación de la calidad del diseño geométrico de carreteras:

Capítulo 8: Consistencia del diseño geométrico de la carretera y Capítulo 9: Aseguramiento de la calidad del diseño geométrico.

En cuanto a corredores viales existentes, que requieren mejoramiento, se cuenta también con reglamentarias del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) como “Requerimientos Técnicos, Estudios y Diseños para Mejoramiento de Carreteras”, este describe de una manera clara y eficaz, la forma en la que se debe entregar los productos de mejoramiento de un tramo, para que este, por medio de cambios en especificaciones y dimensiones, garantice el buen funcionamiento y alcance los niveles de servicio y seguridad requeridos. En el numeral 3, Volumen II: Trazado y Diseño Geométrico, Señalización y Seguridad Vial, se cuenta con un capítulo exclusivo que enfatiza en la seguridad vial, donde se establece que se deben identificar los puntos críticos, riesgos, amenazas y vulnerabilidad en la vía existente, a partir de los análisis de seguridad vial y del estudio del diseño geométrico de la vía en planta y perfil. Como resultado se espera la distinción de dichas falencias, y además las recomendaciones o soluciones que brinden la mitigación de la problemática vial; además, se debe realizar un estudio y diseño de señalización vertical y horizontal de acuerdo al Manual de Señalización Vial vigente en el país, este tema también se encuentra sintetizado en el numeral 3, capítulo 6 “Señalización Vial”. En el caso de rehabilitación de carreteras, esta se rige por “Requerimientos técnicos, Estudios y Diseños para Rehabilitación de Carreteras”, encontrándose el mismo énfasis en cuanto a Seguridad Vial y Señalización vial en el volumen II: Estudio y Diseño Geométrico, Señalización y Seguridad Vial, capítulo 4 y 5 respectivamente.

#### **6.2.1.1. Manual de diseño geométrico de vías.**

El manual pretende sintetizar de manera coherente cada uno de los criterios modernos para el diseño geométrico de carreteras, tomando como base garantizar la coherencia y consistencia del diseño sin importar su tipo y su grado de detalle.

El documento define lo siguiente en cada uno de sus capítulos:

- Aspectos generales.
- Controles para el diseño geométrico en los cuales se analizan los criterios y rangos de valores para la selección puntual de los parámetros operacionales que determinarán la geometría del proyecto.
- Diseño de la sección transversal.
- Intersecciones a nivel y desnivel.
- Diseño geométrico de casos especiales.
- Consistencia en el diseño geométrico de la carretera.
- Aseguramiento de la calidad del diseño geométrico.

#### **6.2.1.2. Constitución política de Colombia (1991):**

En la constitución política de Colombia, se pueden observar 3 artículos que serán primordiales para la correcta ejecución tanto de vías primarias y secundarias en el país, como para enfocar el fin de esta, que serán los usuarios en la vía.

El artículo 2 de la constitución dice lo siguiente: “Son fines esenciales del Estado: servir a la comunidad, promover la prosperidad general y garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la Constitución; facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación; defender la independencia nacional, mantener la integridad territorial y asegurar la convivencia pacífica y la vigencia de un orden justo. Las autoridades de la República están instituidas para proteger a todas las personas residentes en Colombia, en su vida, honra, bienes, creencias, y demás derechos y libertades, y para asegurar el cumplimiento de los deberes sociales del Estado y de los particulares”

Este artículo es de gran importancia ya que dictamina el actuar de cada uno de los entes públicos, quienes como se mencionó anteriormente, deben velar por la seguridad de cada ciudadano, en nuestro caso de cada usuario de las vías públicas.

El artículo 4 de la constitución dice lo siguiente: “La Constitución es norma de normas. En todo caso de incompatibilidad entre la Constitución y la ley u otra norma jurídica, se aplicarán las disposiciones constitucionales. Es deber de los nacionales y de los extranjeros en Colombia acatar la Constitución y las leyes, y respetar y obedecer a las autoridades.” Este artículo es primordial, ya que habla de la importancia de cumplir las leyes que nos rigen, en este caso, serán las normativas para el correcto diseño geométrico de carreteras, INVIAS utiliza el manual de diseño, como base para la supervisión.

#### **6.2.1.3. Ley 769 de 2002. Código Nacional de Tránsito.**

Esta ley expide el código nacional de tránsito en Colombia, estas normas rigen en todo el territorio nacional y regulan la circulación de los peatones, usuarios, pasajeros, conductores, motociclistas, ciclistas, agentes de tránsito, y vehículos por las vías públicas o privadas que están abiertas al público, o en las vías privadas, que internamente circulen vehículos; así como la actuación y los procedimientos de las autoridades de tránsito.

El artículo 2 de esta ley, nos brinda las definiciones que serán necesarias para la correcta interpretación del documento:

*“Acera o andén”: Franja longitudinal de la vía urbana, destinada exclusivamente a la circulación de peatones, ubicada a los costados de ésta.*

*Accesibilidad: Condición esencial de los servicios públicos que permite en cualquier espacio o ambiente exterior o interior el fácil disfrute de dicho servicio por parte de toda la población.*

*Accidente de tránsito: Evento generalmente involuntario, generado al menos por un vehículo en movimiento, que causa daños a personas y bienes involucrados en él e igualmente afecta la normal circulación de los vehículos que se movilizan por la vía o vías comprendidas en el lugar o dentro de la zona de influencia del hecho.*

*Acompañante: Persona que viaja con el conductor de un vehículo automotor.*

*Adelantamiento: Maniobra mediante la cual un vehículo se pone delante de otro vehículo que lo antecede en el mismo carril de una calzada.*

*Agente de tránsito: Todo funcionario o persona civil identificada que está investida de autoridad para regular la circulación vehicular y peatonal y vigilar, controlar e intervenir en el cumplimiento de las normas de tránsito y transporte en cada uno de los entes territoriales.*

*Aprendiz: Persona que recibe de un instructor, técnicas de conducción de vehículos automotores y motocicletas.*

*Automóvil antiguo: Automotor que haya cumplido 35 años y que conserve sus especificaciones y características originales de fábrica, presentación y funcionamiento.*

*Automóvil clásico: Automotor que haya cumplido 50 años y que además de conservar sus especificaciones y características originales de fábrica, presentación y funcionamiento, corresponda a marcas, series y modelos catalogados internacionalmente como tales.*

*Autopista: Vía de calzadas separadas, cada una con dos (2) o más carriles, control total de acceso y salida, con intersecciones en desnivel o mediante entradas y salidas directas a otras carreteras y con control de velocidades mínimas y máximas por carril.*

*Bahía de estacionamiento: Parte complementaria de la estructura de la vía utilizada como zona de transición entre la calzada y el andén, destinada al estacionamiento de vehículos.”*

El código nacional de tránsito, en el capítulo XII trata de la obligatoriedad de obedecer a las señales de tránsito; clasificación y definiciones; reglamentación de estas y demás disposiciones relacionadas con la señalización en las vías.

#### **6.2.1.4. Manual de Señalización Vial del 2014**

El manual de señalización prioriza los estudios de ingeniería identificando el proyecto de señalización o de semaforización, según sea el caso, en donde tiene relevante importancia el juicio del ingeniero que lo elabora, ya que cada uno de estos estudios definirá la decisión de utilizar un dispositivo en particular, en una localización determinada.

#### **6.2.1.5. Ley 2056 del 2020: "POR LA CUAL SE REGULA LA ORGANIZACIÓN Y EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA GENERAL DE REGALÍAS"**

La ley 2056 del 2020, es una ley donde se direcciona y organiza los ingresos provenientes de la explotación de los recursos naturales no renovables precisando las condiciones de participación de sus beneficiarios. Este conjunto de ingresos, asignaciones, órganos, procedimientos y regulaciones constituye el Sistema General de Regalías. (SGR) en esta investigación es importante porque en esta ley es donde se determina la distribución de estos ingresos, se ejecuta y se hace control a los proyectos de inversión viales, también se explica que los proyectos de inversión deben ser formulados y presentados de conformidad con la metodología del Departamento Nacional de Planeación, en su condición de entidad nacional de planeación y en desarrollo de lo dispuesto por el numeral 3 del artículo 49 de la Ley 152 de 1994. En lo que respecta a la viabilidad de los proyectos dice la ley:

*“La viabilidad de los proyectos de inversión se adelantará con sujeción a la metodología que defina el Departamento Nacional de Planeación y conforme con las siguientes reglas:*

*Para las Asignaciones Directas y la Asignación para la Inversión Local, la viabilidad estará a cargo de las entidades territoriales beneficiarias. Para la Asignación para la Inversión Regional, corresponderá a la entidad territorial que presente el proyecto de inversión.*

*Para el efecto, las entidades territoriales podrán destinar un porcentaje de cada proyecto de inversión para la emisión de los conceptos de viabilidad. Los costos harán parte integral del presupuesto del proyecto de inversión y podrán ser reconocidos sólo cuando sea aprobado para ejecución por la entidad o instancia respectiva, así mismo una entidad territorial podrá pedir el concepto de viabilidad del ministerio o departamento administrativo rector del ramo respectivo al que pertenezca el proyecto, o en una entidad adscrita o vinculada del orden nacional, o en el departamento al que pertenece el respectivo municipio o municipios que presenta el proyecto de inversión, de acuerdo con los lineamientos que para ello emita la Comisión Rectora.*

*Para los proyectos cofinanciados con recursos del Presupuesto General de la Nación, la viabilidad de los proyectos estará a cargo de los Ministerios o Departamentos Administrativos del sector en el que se clasifique el proyecto de inversión, o la entidad que aquel designe.”*

Los recursos para la inversión regional o local tendrán como objeto mejorar el desarrollo social, económico, institucional y ambiental de las entidades territoriales, mediante la financiación de proyectos de inversión de alto impacto regional de los departamentos, municipios y distritos.

Donde se entienden por regiones las siguientes agrupaciones de departamentos:

1. Región Caribe
2. Región Centro - Oriente
3. Región Eje Cafetero
4. Región Pacífico
5. Región Centro - Sur - Amazonía
6. Región del Llano

## **6.2.2. A Nivel Internacional:**

### **6.2.2.1. Road Safety Inspection Guideline, 2007 (PIARC)**

Un ente internacional que realiza guías para auditorías en seguridad vial, las cuales son desarrolladas para identificar carencias en las mismas, en las etapas de diseño, construcción y operación con el fin de reducir la probabilidad de accidentes en un tramo de carreteras.

## **6.3. Marco institucional:**

### **6.3.1. A Nivel Nacional**

En Colombia, existen diferentes instituciones que rigen cada uno de los aspectos de la consistencia de diseño geométrico, que ayudan a perseverar la seguridad vial. Estas instituciones, presentan normativas y leyes, como las que nombramos anteriormente.

#### **6.3.1.1. Agencia Nacional de Seguridad Vial**

La Agencia Nacional de Seguridad Vial como máxima autoridad en la aplicación de la política pública del Gobierno Nacional, busca prevenir, reducir y controlar la siniestralidad vial, a través de las acciones administrativas, educativas y operativas, concientizando a los diversos niveles de la población e integrándola dentro de una cultura vial. (ANSV, 2021)

- **Observatorio Nacional de Seguridad Vial:**

Es la Dirección encargada del manejo y la gestión de la información y el conocimiento relacionado con la seguridad vial en el país. Apoya y orienta el diseño, monitoreo, seguimiento y evaluación de las políticas públicas en Seguridad Vial.

#### **6.3.1.2. Instituto Nacional de Vías (INVIAS)**

El Instituto Nacional de Vías (Invias) es una entidad estatal creada en 1992 que opera bajo la administración del Ministerio de Transportes, y se encarga de ejecutar políticas, estrategias, planes

y programas relacionados con la infraestructura vial pública del país, es la encargada de ejecutar políticas, estrategias, planes, programas y proyectos de infraestructura de la red vial carretera, férrea, fluvial y marítima, de acuerdo con los lineamientos dados por el Gobierno Nacional.

### **6.3.1.3. Ministerio de transporte**

Los ministerios en Colombia son quienes tienen como objetivos primordiales la formulación y adopción de las políticas, planes generales, programas y proyectos del Sector Administrativo que dirigen. El Ministerio de Transporte es la cabeza del Sector Transporte, el cual está constituido por el Ministerio, El Instituto Nacional de Vías (INVIAS), la Agencia Nacional de Infraestructuras (ANI), la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (AEROCIVIL), la Superintendencia de Puertos y Transporte (SUPERTRANSPORTE) y la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV). El cual tiene como misión: *“Garantizar el desarrollo y mejoramiento del transporte, tránsito y su infraestructura, de manera integral, competitiva y segura, buscando incrementar la competitividad del país, con tecnología y recurso humano comprometido y motivado.”*

#### **6.3.1.3.1. Decreto 087 del 17 de enero del 2011.**

Este decreto establece el objetivo y las funciones del ministerio de transporte de tal manera:

*Artículo 1°. Objetivo. El Ministerio de Transporte tiene como objetivo primordial la formulación y adopción de las políticas, planes, programas, proyectos y regulación económica en materia de transporte, tránsito e infraestructura de los modos de transporte carretero, marítimo, fluvial, férreo y aéreo y la regulación técnica en materia de transporte y tránsito de los modos carretero, marítimo, fluvial y férreo.*

*Artículo 2°. Funciones. Corresponde al Ministerio de Transporte cumplir, además de las funciones que determina el artículo 59 de la Ley 489 de 1998, las siguientes:*

*2.1. Participar en la formulación de la política, planes y programas de desarrollo económico y social del país.*

*2.2. Formular las políticas del Gobierno Nacional en materia de transporte, tránsito y la infraestructura de los modos de su competencia.*

*2.3. Establecer la política del Gobierno Nacional para la directa, controlada y libre fijación de tarifas de transporte nacional e internacional en relación con los modos de su competencia, sin perjuicio de lo previsto en acuerdos y tratados de carácter internacional.*

*2.4. Formular la regulación técnica en materia de tránsito y transporte de los modos carretero, marítimo, fluvial y férreo.*

*2.5. Formular la regulación económica en materia de tránsito, transporte e infraestructura para todos los modos de transporte.*

*2.6. Establecer las disposiciones que propendan por la integración y el fortalecimiento de los servicios de transporte.*

*2.7. Fijar y adoptar la política, planes y programas en materia de seguridad en los diferentes modos de transporte y de construcción y conservación de su infraestructura.*

*2.8. Establecer las políticas para el desarrollo de la infraestructura mediante sistemas como concesiones u otras modalidades de participación de capital privado o mixto.*

*2.9. Apoyar y prestar colaboración técnica a los organismos estatales en los planes y programas que requieran asistencia técnica en el área de la construcción de obras y de infraestructura física,*

*con el fin de contribuir a la creación y mantenimiento de condiciones que propicien el bienestar y desarrollo comunitario.*

*2.10. Elaborar el proyecto del plan sectorial de transporte e infraestructura, en coordinación con el Departamento Nacional de Planeación y las entidades del sector y evaluar sus resultados.*

*2.11. Elaborar los planes modales de transporte y su infraestructura con el apoyo de las entidades ejecutoras, las entidades territoriales y la Dirección General Marítima, Dimar.*

*2.12. Coordinar, promover, vigilar y evaluar las políticas del Gobierno Nacional en materia de tránsito, transporte e infraestructura de los modos de su competencia.*

*2.13. Diseñar, coordinar y participar en programas de investigación y desarrollo científico, tecnológico y administrativo en las áreas de su competencia.*

*2.14. Impulsar en coordinación con los Ministerios competentes las negociaciones internacionales relacionadas con las materias de su competencia.*

*2.15. Orientar y coordinar conforme a lo establecido en el presente decreto y en las disposiciones vigentes, a las entidades adscritas y ejercer el control de tutela sobre las mismas.*

*2.16. Coordinar el Consejo Consultivo de Transporte y el Comité de Coordinación Permanente entre el Ministerio de Transporte y la Dirección General Marítima, Dimar.*

*2.17. Participar en los asuntos de su competencia, en las acciones orientadas por el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres.*

*2.18. Las demás que le sean asignadas.*

## **A Nivel Internacional**

Cada país tiene su propio ente que controla las políticas públicas y en ello entra ejecutar políticas, estrategias, y programas relacionados con la infraestructura vial, y la seguridad vial. En Estados Unidos, existe la Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en las Carreteras la cual, es responsable de reducir el número de muertos y heridos por siniestros viales. Esto se logra estableciendo y controlando los estándares de seguridad de los vehículos. Para la Unión Europea, existe La Carta Europea de la Seguridad Vial, dirigida por la Comisión Europea, es la mayor plataforma sobre seguridad vial de la sociedad civil. Hasta la fecha, más de 3.800 entidades públicas y privadas se han comprometido con la Carta y han llevado a cabo acciones e iniciativas de seguridad vial dirigidas a sus miembros, empleados y al resto de la sociedad civil.

### **6.3.1.4. Organización Mundial de la Salud (OMS)**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) es el organismo de las Naciones Unidas especializado en salud, integrado por 194 Estados Miembros. La OMS trabaja en una amplia gama de países para promover el grado máximo de salud que se pueda lograr para todas las personas, independientemente de su raza, religión, género, ideología política o condición económica o social. En este caso, la OMS es el organismo coordinador de la seguridad vial en el sistema de las Naciones Unidas su objetivo consiste en prestar apoyo en la planificación, aplicación y evaluación de políticas de seguridad vial, ya que busca reducir el número de muertes y traumatismo por colisiones, considerados como un problema de salud pública mundial, de tal manera que esta organización se ha propuesto recoger datos de cada uno de estos accidentes y del impacto en países y ciudades de bajos y medianos ingresos. Toda esta data ayuda a desarrollar medidas basadas en evidencia que busca prevenir al menos el 50% de las defunciones y traumatismos por siniestros

viales para el año 2030, además, destacar la importancia y necesidad de la consistencia en el diseño geométrico de carreteras para la mejora constante de una infraestructura vial que brinde seguridad vial, por consiguiente, se pone en relieve la necesidad de aumentar la financiación e inversión de esta.

## **7. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

### **7.1. Enfoque metodológico**

La metodología del presente trabajo se hará con base en los motores de búsqueda, estos permiten el acceso a diferentes archivos e investigaciones pasadas, que brindan la suficiente información cualitativa y cuantitativa para establecer criterios y parámetros que permitan compilar y desarrollar el estado del arte de la consistencia del diseño geométrico de carreteras de dos carriles.

Un motor de búsqueda es un sistema que recopila y centraliza la información disponible en los servidores web, y que, por medio de palabras claves que emplea el usuario para la búsqueda, distribuye dicha información por medio del proceso de crawling, en el que las llamadas “arañas” de los buscadores mapean los datos almacenados en la red, ofreciendo una lista de enlaces que direccionan a los sitios web relacionados a la palabra clave.

Una vez establecida la literatura, se realiza un análisis de toda la “data” recopilada donde se podrán encontrar grandes análisis y conclusiones incluyendo las nuevas tecnologías y líneas de investigación de esta era.

### **7.2. Población y muestra**

El presente estudio se encuentra enfocado principalmente al estudio de la consistencia del diseño geométrico de carreteras rurales de dos carriles, en este contexto, se identifican varios actores importantes e involucrados directamente en dicho asunto, además que se encuentran de manera

explícita como sujetos investigados en los estudios que conforman la base de esta investigación, por ello se hace sustancial orientar la recopilación de información y análisis, hacia las siguientes figuras:

- Vehículos livianos.
- Vehículos Pesados.
- Curvas horizontales y verticales.
- Tangentes.
- Velocidad operacional.
- Accidentes de tránsito.
- Carga del conductor.
- Elementos geométricos de la carretera.

Actualmente se considera que los ítems anteriores juegan un papel importante en las carreteras rurales, y en general, en el diseño geométrico de carreteras, dado que cada uno de estos presenta condiciones especiales que son descritas en cada investigación y, además, son los implicados directos, ya sea como usuarios regulares de las carreteras o como elementos y parámetros que constituyen las mismas.

Con base en la información recolectada se desprenden unos núcleos temáticos importantes que enfocan los estudios a diferentes parámetros según el área de interés, dentro de dichas categorías se pueden encontrar:

- Seguridad vial.
- Desarrollo vial.
- Percepción del conductor.

### 7.3. Instrumentos para la recolección de datos

Para el ejercicio de esta investigación se hará uso de los siguientes motores de búsqueda, igualmente se detalla el procedimiento para recurrir y aprovechar estos mecanismos de búsqueda.

#### 7.3.1. Google Scholar

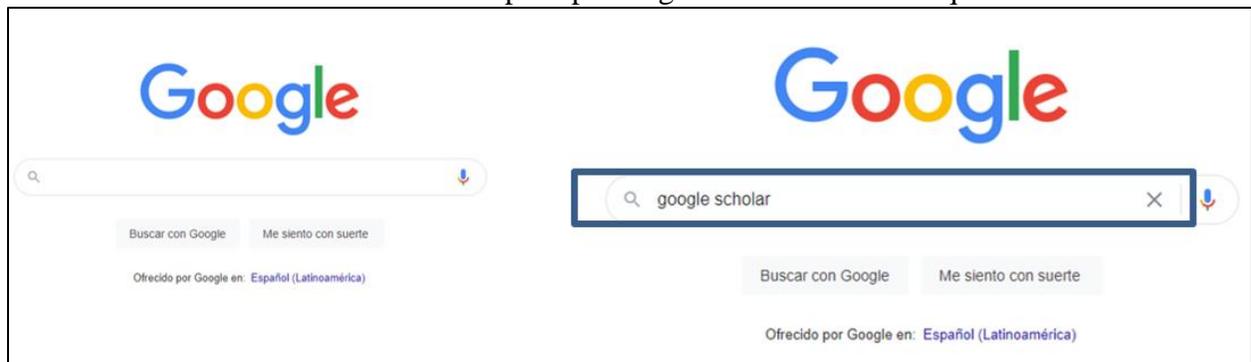
Ilustración 1 Logo Google Académico



Fuente: Motor de búsqueda Google Scholar.

Inicialmente se accede a la página principal de Google, paso siguiente se realiza la búsqueda de Google Scholar.

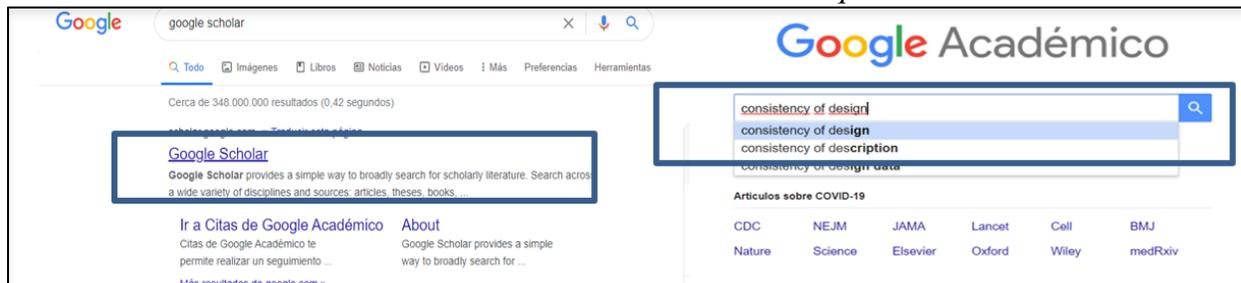
Ilustración 2: Primer paso para ingresar al motor de búsqueda



Fuente: Buscador de Google

A continuación, seleccionar el primer enlace de sitio web e inmediatamente está disponible la página principal de Google Scholar para hacer uso del buscador con las palabras claves de interés.

Ilustración 3. Entrada al motor de búsqueda



Fuente: Motor de búsqueda Google Scholar

Finalmente, se tendrá acceso a todos los enlaces de los documentos en la web que están relacionados con las palabras claves que fueron ingresadas. Además, estos podrán ser ordenados por fechas e intervalos específicos, también en cualquier idioma o uno en específico.

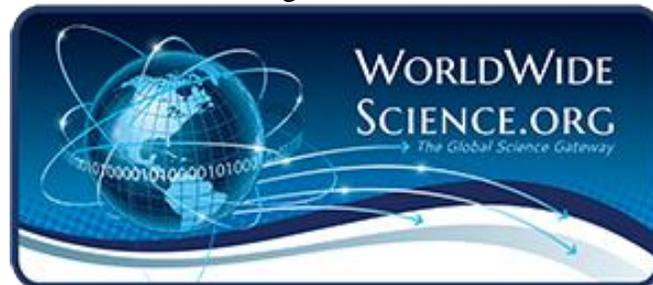
Ilustración 4. Página inicial de búsqueda en Google Scholar.



Fuente: Motor de búsqueda Google Scholar

### 7.3.2. World Wide Science

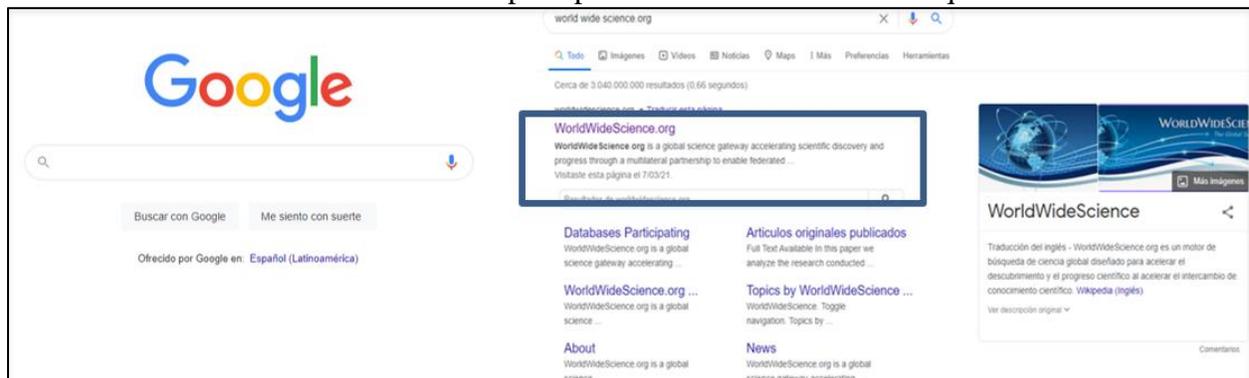
Ilustración 5 Logo World Wide Science.



Fuente: Motor de búsqueda World Wide Science.

Como primer paso se debe acceder a la página principal de Google, paso siguiente realizar la búsqueda de World Wide Science y seleccionar el primer enlace, o dirigirse directamente a la página web WorldWideScience.org

Ilustración 6. Primer paso para acceder al motor de búsqueda

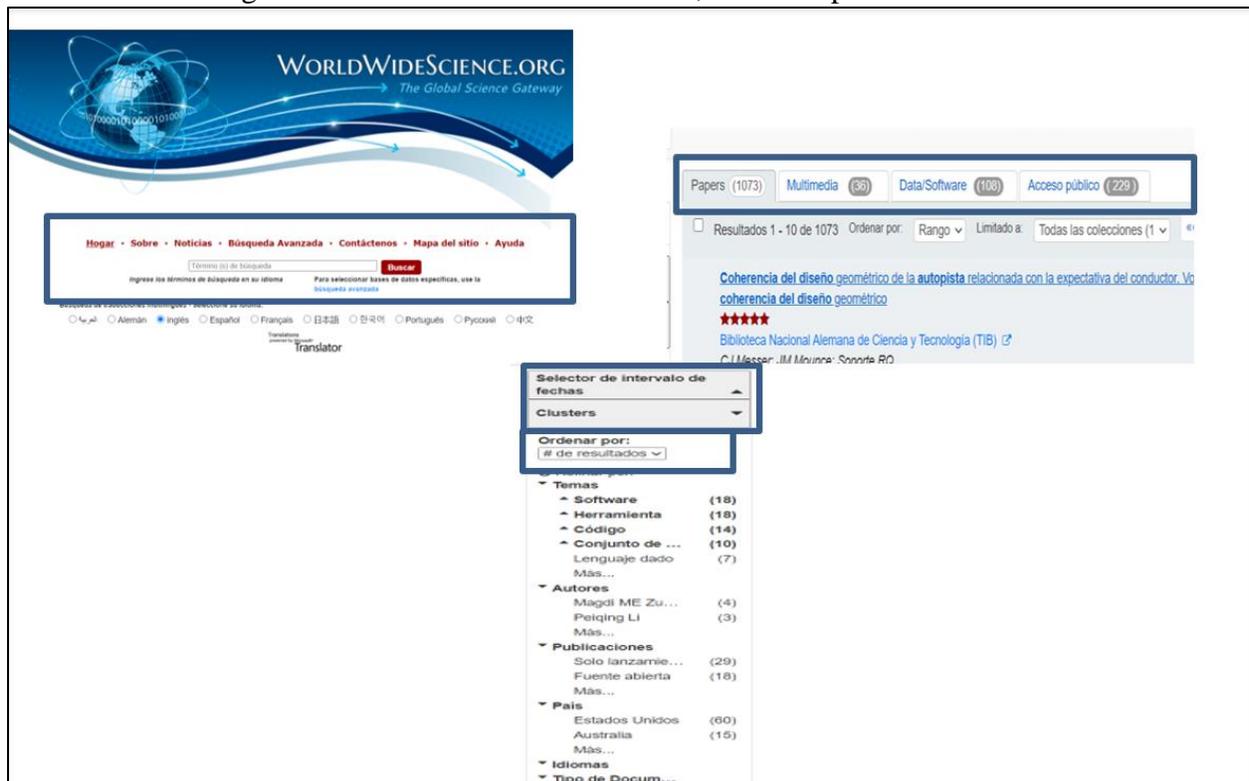


Fuente: Buscador de Google.

En la página principal de World Wide Science se encuentra disponible un buscador en el que se introducen las palabras claves sobre el tema de interés, también es posible seleccionar el idioma en el que se desea encontrar los papers o documentos. Al ingresar las palabras claves, este motor de búsqueda dará acceso a todos los enlaces de diferentes sitios web que se relacionan con el contenido solicitado, se puede ordenar por fecha, autores, fuentes, países, etc.

World Wide Science ofrece unas categorías relacionadas con las palabras claves, estas se dividen en: PAPERS, que contienen artículos de revista, informes técnicos, conferencias y demás información textual; MULTIMEDIA, que incluye videos, archivos de audio e imágenes; DATA/SOFTWARE, que ofrece conjuntos de datos científicos y recopilaciones de datos; y finalmente una pestaña que reúne todos los documentos de ACCESO PÚBLICO.

Ilustración 7. Página inicial de World Wide Science, donde se presentan diferentes utilidades



Fuente: Motor de búsqueda World Wide Science

### 7.3.3. Sciencereaserch.com

Ilustración 8. Logo Sciencereaserch.com



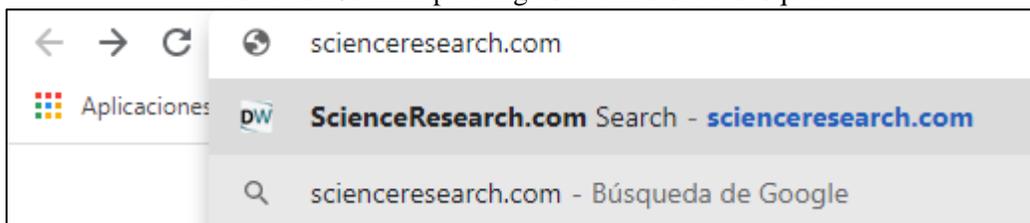
Fuente: Motor de búsqueda Sciencereaserch.com

Es un motor de búsqueda gratuito y público que, con una avanzada tecnología de búsqueda federada, dentro de la Deep Web, ofrece resultados de calidad, a través del envío en tiempo real de la consulta hacia otros motores de búsqueda reconocidos para después, clasificar y eliminar los duplicados de la búsqueda.

Comenzamos ingresando el siguiente link en tu navegador de preferencia, en esta ocasión utilizamos Google Chrome.

Link: [www.scienceresearch.com](http://www.scienceresearch.com)

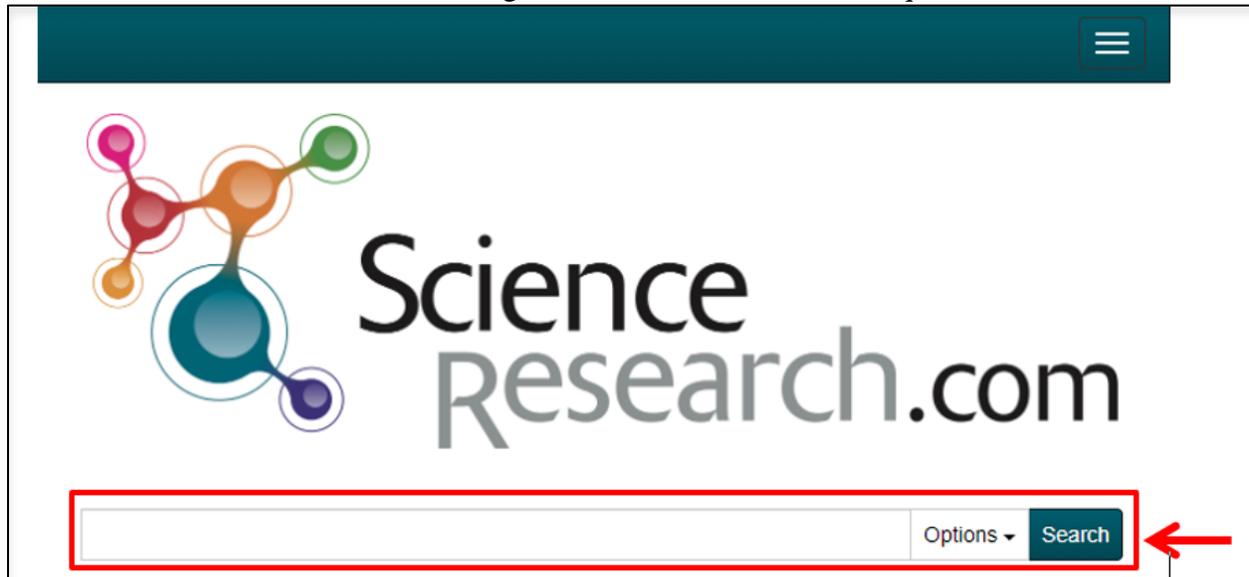
Ilustración 9. Link para ingresar al motor de búsqueda



Fuente: Buscador de Google.

Al ingresar en este link, el navegador arrojará una página principal del motor de búsqueda, en el recuadro señalado podrás ingresar palabras claves para empezar la clasificación de la información que se necesita, generalmente la búsqueda será mucho más productiva en el idioma inglés.

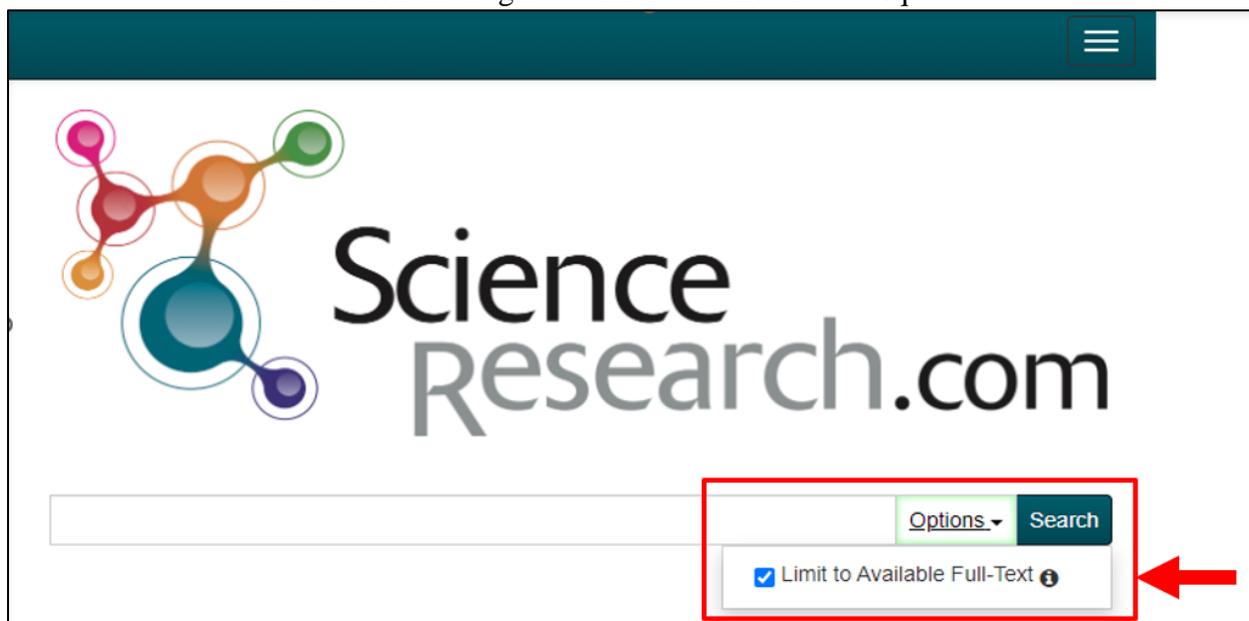
Ilustración 10. Página de inicio del motor de búsqueda



Fuente: Motor de búsqueda Scienceresearch.com

Este motor de búsqueda asociará las palabras que se ingresaron a todo tipo de información relacionada que encuentre disponible, el botón de opciones (options) será para aceptar si se desea limitar la búsqueda a información que contenga solamente las palabras ingresadas.

Ilustración 11. Página de inicio del motor de búsqueda.



Fuente: Motor de búsqueda Scienceresearch.com

Con las palabras ingresadas, el motor de búsqueda empezará a cotejar y clasificar los artículos que haya podido encontrar, primero aparecerán los artículos con mayores interacciones, si se desea limitar más la clasificación de la información nos basamos en el recuadro de resumen de búsqueda que se encuentra en la parte inferior izquierda de la pantalla.

Ilustración 12. Página inicial de Sciencereaserch.com

The screenshot displays the search results page for 'highway geometric design consistency' on Sciencereaserch.com. The search bar at the top contains the query and an 'Options' dropdown. The search results are displayed in a list format, with the first two results highlighted. The search summary on the left indicates that 2220 top results were found from 391203 sources. The search summary and filtering options are highlighted with a red box, and a red arrow points to the 'Sort by: # of Results' dropdown.

Search Summary  
2220 top results from 391203 found in all sources

Topics Visual

All Results (36)

Date Range Picker

Clusters

Sort by: # of Results

Refine by:

Results 1 - 20 of 2220 Sort by: Rank Limit to: All Collections (36)

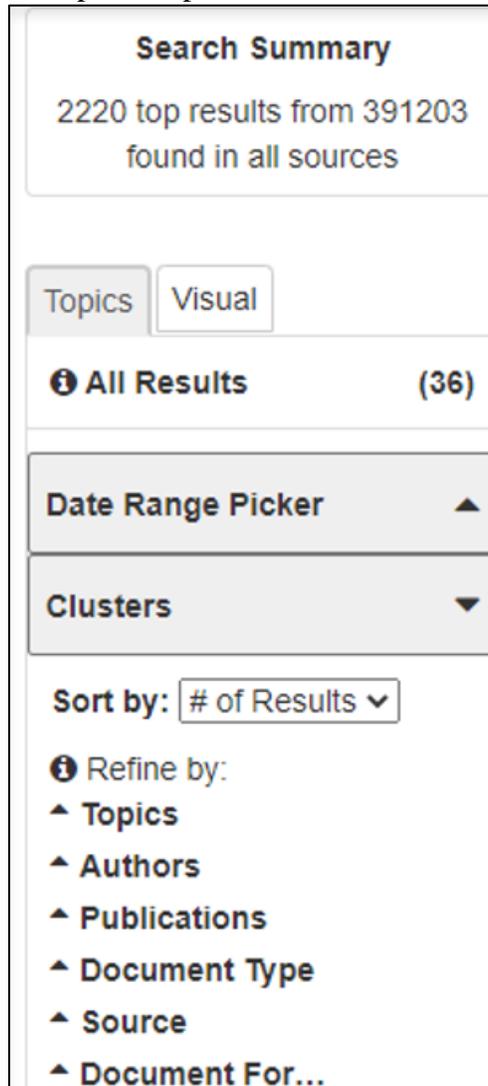
1. Highway Geometric Design Consistency Related to Driver Expectancy\_Volume III. Procedures for Determining Geometric Design Consistency. Science.gov (United States) Messer, C. J; Mounce, J. M; Brackett, R. Q. 1981-01-01 PB82124843 56 pages

2. Highway Geometric Design Consistency Related to Driver Expectancy\_Volume II. Research Report. Science.gov (United States) Messer, C. J; Mounce, J. M; Brackett, R. Q. 1981-01-01 PB82124835 190 pages

Fuente: Motor de búsqueda Sciencereaserch.com4

En este recuadro encontraremos dos ventanas que dan diferentes opciones para limitar la búsqueda donde podremos modificar las fechas de la información publicada según lo que necesitemos, el tipo de documento, donde pueden ser tesis, artículos, noticias, entre otras; también aparecerán otras opciones como autores, temáticas definidas y formato de documento, todas estas opciones se pueden modificar para cerrar los límites del motor de búsqueda e ir clasificando la información que realmente necesitamos.

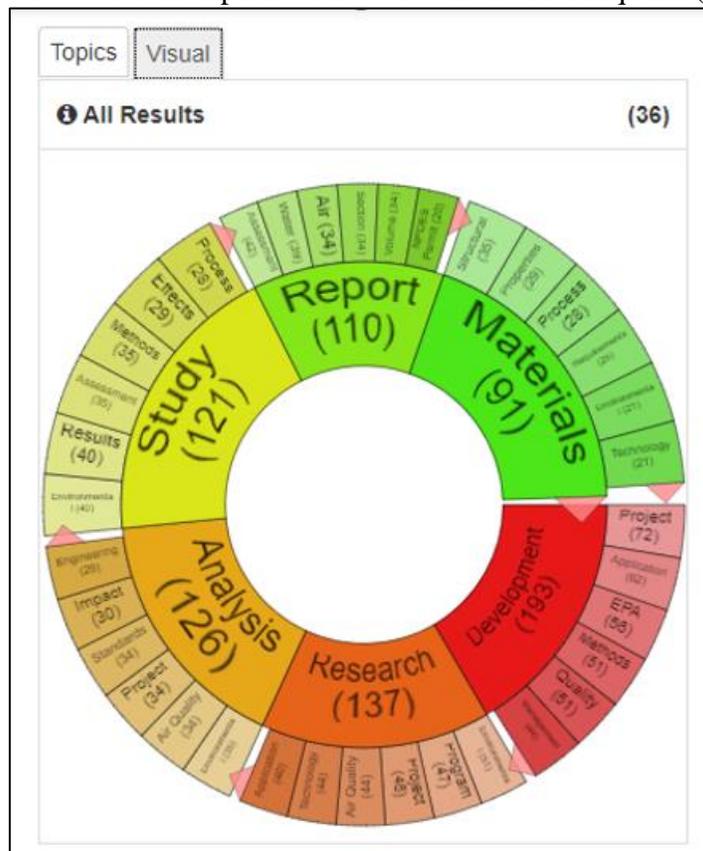
Ilustración 13. Opciones para filtrar información de búsqueda



Fuente: Motor de búsqueda ScienceResearch.com

En la vista que dice “Visual” podemos hacer lo mismo que hablamos anteriormente, pero de una manera más temática, se seleccionan las opciones de la ruleta que se requieran y así también clasificamos la información.

Ilustración 14 Ventana para filtrar información de búsqueda (Visual)



Fuente: Motor de búsqueda Scienceresearch.com

Completados estos pasos, ya tendremos la información clasificada según lo que se requiere y lista para empezar a leer, algunos de los archivos de la información pueden descargarse libremente y otros se pueden ver online.

### 7.3.4. Scientific Electronic Library Online (SCIELO)

Ilustración 15. Logo Scielo



Fuente: Motor de búsqueda Scielo

Es un recurso electrónico que recoge artículos de investigación de América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, México), España, Portugal, el Caribe y Sudáfrica. SciELO funciona como una red de publicación: cada uno de los quince países que la conforman se encarga de digitalizar los documentos producto de las revistas científicas locales. Cada país tiene autonomía y se hace cargo de la selección, financiación y permanencia de su colección.

El primer paso es ingresar al link de la página en el navegador de preferencia, donde arrojará el inicio de la búsqueda de la información, en el recuadro se podrá ingresar palabras claves, este motor de búsqueda está basado en fuentes latinoamericanas, será mucho más productivo si se busca en el idioma español.

En la parte inferior de la pantalla se podrá escoger el tipo de documentos de dónde se quiere realizar la búsqueda.

Link: <https://scielo.org/es>

Ilustración 16. Página de inicio Scielo

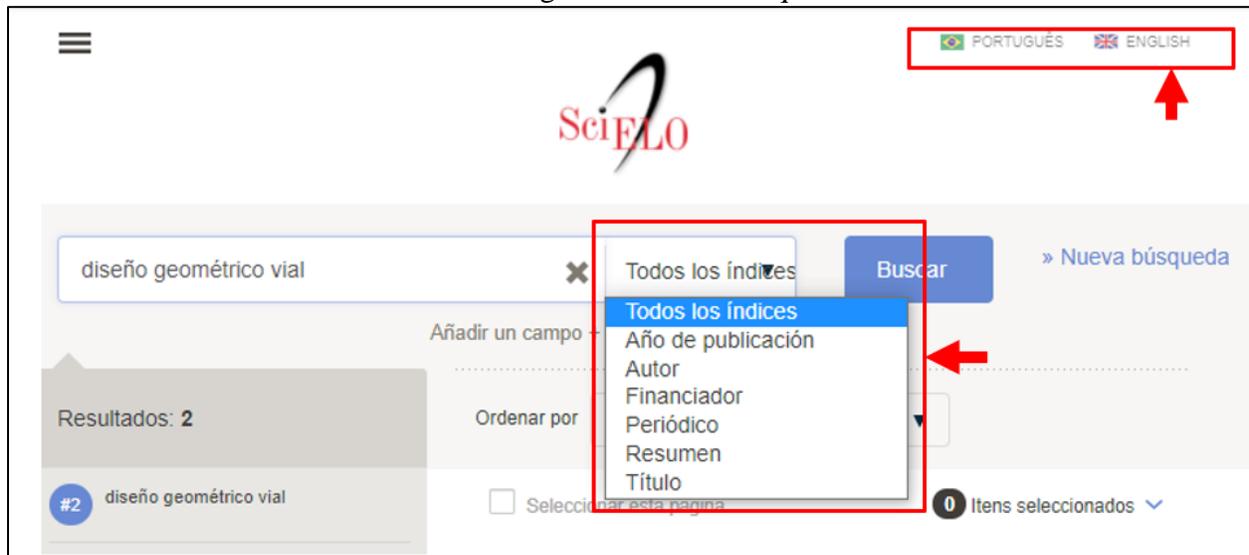


Fuente: Motor de búsqueda Scielo

Después de ingresar las palabras claves, aparecerá en la pantalla una página donde en la parte superior derecha encontrarás los idiomas disponibles que tiene el motor de búsqueda, en la parte

del medio tenemos el cuadro de búsqueda donde podrás modificar los índices correspondientes a la información que necesitamos encontrar.

Ilustración 17. Página inicial de búsqueda Scielo



Fuente: Motor de búsqueda Scielo.

Entre otras funciones, también se tiene la posibilidad de ordenar la información por nombre, fecha o autores, también el historial de búsqueda y la selección de uno o varios artículos.

En la parte Izquierda se encontrarán todos los filtros para la búsqueda lo cual es una ayuda para tener resultados más refinados.

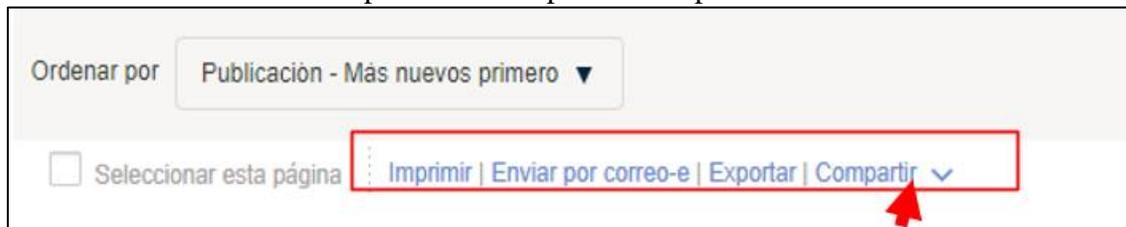
Ilustración 18. Opciones para filtrar información



Fuente: Motor de búsqueda Scielo.

Después de modificar los filtros según lo que requiera la investigación se procede a leer la información recolectada, donde en algunos artículos se podrán descargar y otros podrán leerse de manera online. Se tienen varias opciones, la página da la posibilidad de compartir todos los resultados que aparecen en la página, o imprimirlos, esta es una opción muy importante ya que permite ahorrar tiempo al organizar toda la información.

Ilustración 19. Opciones útiles para la recopilación de información



Fuente: Motor de búsqueda Scielo

### 7.3.5. SCOPUS

Ilustración 20. Logo SCOPUS



Fuente: Motor de búsqueda Scielo

En principio se debe crear una cuenta, pero hay que considerar que esta cuenta no es la que te da acceso a su contenido y a su funcionalidad, es necesario investigar con la institución educativa o de trabajo cuál es la vía de acceso que te proporciona para poder utilizar el motor de búsqueda, teniendo esto claro se procede a crear la cuenta de acceso.

En lo que respecta a la Universidad del Cauca, es necesario entrar al siguiente link:

<http://www.unicauca.edu.co/biblioteca/contenido/servicios/acceso-bases-de-datos>

Este link, te direccionará a la siguiente página, en la cual deberás ingresar con tu cuenta institucional y contraseña.

Ilustración 21. Entrada a las bases de datos de la Universidad del Cauca.

The screenshot shows the login page for the digital collection at the Universidad del Cauca. The header includes the university's logo and the name 'Universidad del Cauca' on the left, and 'División de Gestión Recursos Bibliográficos' on the right. The main heading is 'Acceso a la Colección Digital'. Below this, there are two input fields: one for the institutional email address, which contains 'alejasan' and a red '@unicauca.edu.co' label, and another for the password, which is masked with dots. Below the password field is a green 'Entrar' button. At the bottom, there is a link for users who do not have or do not remember their institutional email address, with the contact email 'contacto@unicauca.edu.co'.

Fuente: Universidad del Cauca

Una vez dentro, se debe buscar el enlace de SCOPUS en el cual ya tendrás acceso a todas las funcionalidades y contenido.

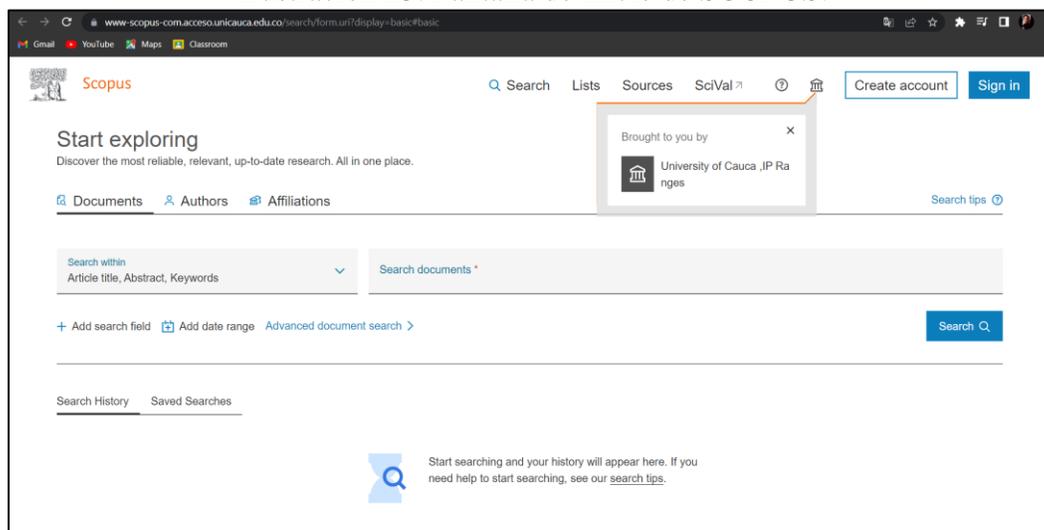
Ilustración 22. Base de datos SCOPUS disponible para la Universidad del Cauca

The screenshot displays the SCOPUS database interface. It starts with the 'Scopus' logo and a brief description: 'Herramienta para investigadores que permite visualizar el impacto en la comunidad científica de publicaciones seriadas, autores, tendencias de investigación, entre otros.' Below this, there are several filter categories with their respective options: 'Área(s) temática(s)' with 'Ciencias de la Salud, Ciencias Sociales, Ciencias Naturales, Ciencias Exactas, Matemáticas, Físicas'; 'Idioma(s) de la base' with 'Inglés'; 'Acceso(s)' with 'Recurso Suscrito'; and 'Tipo(s) de material' with 'Bases de datos' and 'Libros electrónicos'.

Fuente: Bases de datos de la Universidad del Cauca.

Ya en el motor de búsqueda, lo siguiente es cerciorarse que esté dentro del IP de la universidad, la pantalla de inicio deberá ser de esta manera:

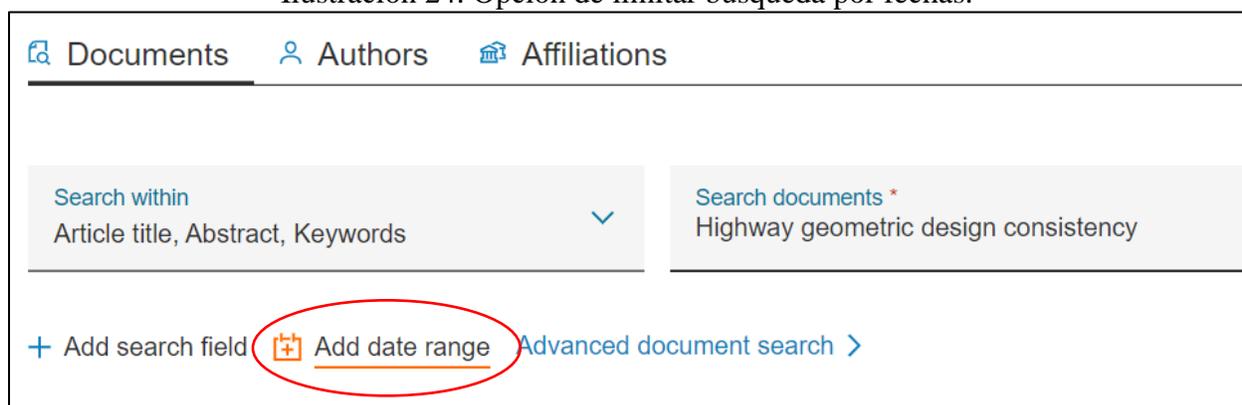
Ilustración 23. Pantalla de inicio de SCOPUS.



Fuente: Motor de búsqueda SCOPUS.

Cuando ingresas a SCOPUS se encuentra en primer lugar el espacio para realizar búsquedas de documentos, en el apartado de “Search Documents” se deberá ingresar la ecuación de búsqueda necesaria y para mejores resultados utiliza operadores booleanos, de manera predeterminada SCOPUS realizará la búsqueda de los términos en el título resumen y palabras claves del artículo, pero si se desea que se busque en otras áreas cambia la opción en el menú desplegable del “Search Within” opcionalmente se puede limitar la búsqueda por fechas:

Ilustración 24. Opción de limitar búsqueda por fechas.



Fuente: Motor de búsqueda SCOPUS.

Se pueden agregar más cuadros de búsqueda, por ejemplo, para buscar diferentes términos en diferentes campos, cuando se complete a satisfacción del investigador los términos de búsqueda empleados, se procede a presionar el botón “Search”.

Existe una búsqueda avanzada para investigadores que sepan manejar muy bien el motor de búsqueda donde encontrarás más opciones de personalización para encontrar documentos con mayor exactitud-

#### **7.4. Revisión bibliográfica de metodología**

En esta actividad se llevó a cabo la recopilación de la información relacionada con la consistencia del diseño geométrico de carreteras, haciendo uso de los motores de búsqueda anteriormente mencionados, también cabe recalcar que la mayoría de la búsqueda se realizaron en el idioma inglés. Se tendrán en cuenta las palabras claves y los autores que se destaquen por sus estudios realizados en dicho tema, tratando de abarcarlo de la manera más amplia posible. Se utilizarán los operadores Booleanos, que serán de gran ayuda al momento de recopilar toda la información, ya que es necesario tener claro la estructura de la búsqueda puesto que con estos operadores se permitirá conectar con algunas palabras claves, siendo éstas: And, Or, y Not.

- “And” mostrará todos los términos de búsqueda que se hayan especificado independiente del orden y la posición relativa, en pocas palabras este operador booleano hace lo que en teoría de conjunto llamamos “Intersección”, donde buscará contenido que tengan las dos palabras, y se rechazará los demás resultados de búsqueda si sólo contienen una de ellas.
- “Or”, mostrará al menos uno de los dos términos que se hayan indicado en la sucesión de palabras o sinónimos de búsqueda, este operador es de gran influencia ya que, a mayor cantidad de términos combinados, mayor número de resultados se obtendrán.

- “Not” es un operador de exclusión, en esta estructura de búsqueda es primordial el orden de las palabras, pues arrojará resultados que contengan únicamente el primer término y no el segundo.

Con estos operadores booleanos, vienen los llamados “comodines” u operadores de truncamiento, que harán la búsqueda más organizada, siendo estos:

- Comillas (“”): Permite hacer una búsqueda más flexible, pues mostrará los resultados que contengan los términos introducidos, pero dentro de un mismo campo, como el campo de los títulos, el del autor, el del abstract o resumen, o el de las palabras claves.
- Paréntesis (): Este comodín permite hacer una búsqueda más rígida, pues mostrará los resultados que contengan los términos que se han introducido dentro de un mismo campo, pero mientras estén dentro de la misma frase.

## **8. ANÁLISIS Y RESULTADOS**

### **8.1. Análisis de la información recolectada**

A partir de toda la información recopilada, se puede apreciar que a lo largo de la historia, y sobre todo, en los últimos 20 años, han tomado protagonismo diferentes categorías en el diseño geométrico de carreteras, cabe resaltar que de manera general, una de las consideraciones y parámetros más importantes es la velocidad, sin embargo, las consideraciones de seguridad y desempeño, abarcan todo tipo de variables que se pueden presentar en una carretera, lo que permite estudiar y analizar diferentes escenarios tanto para el vehículo, como para el usuario; es por esto que se hace relevante destacar cada una de las apreciaciones hechas por los investigadores y autores de estos estudios, con relación a los factores y criterios que se definen fundamentales en un correcto diseño geométrico de carreteras. Así mismo, entran en juego unas consideraciones que

se vinculan con situaciones externas y realidades de cada país, por ejemplo, el déficit de infraestructura vial y la falta de inversión en la misma, el estado actual de las vías y su impacto en el desarrollo nacional, entre otras situaciones que serán analizadas en este capítulo.

Como se ha mencionado anteriormente, la velocidad es un parámetro que se considera un indicador crucial en el diseño geométrico de carreteras y la consistencia de este, es por esto que muchos investigadores en el tema, han realizado análisis con los que desarrollaron modelos que describen un comportamiento respecto a la velocidad operacional, basados en teoría y muestras en campo. Para comenzar a describir cada uno de estos modelos es importante definir varios conceptos, como lo son la velocidad de diseño, velocidad operacional y velocidad específica, la primera se define según normativa INVIAS como una velocidad en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno que se le asigna a un tramo homogéneo, y que busca prestar el mejor servicio a los usuarios según las posibilidades económicas de cada país; la velocidad operacional, definida en diferentes estudios como aquella velocidad con la que conduce un usuario en un tramo homogéneo a flujo libre, y finalmente, la velocidad específica que depende de la velocidad de diseño, es la velocidad máxima con la que probablemente un usuario aborde cada elemento geométrico de la carretera, por lo tanto es con esta, que se define el diseño de los mismos. Los diferentes modelos desarrollados para la predicción de velocidad operacional están sujetos a particularidades como el tipo de terreno, diferencia entre velocidad de diseño y velocidad de operación, análisis del percentil 85 en vehículos pesados y livianos, perfiles de velocidad de operación, características viales y elementos geométricos; todos estos, arrojando diferentes resultados y conclusiones que son de utilidad y beneficio para conformar unos parámetros sólidos para un correcto y consistente diseño geométrico de carreteras.

En 1986, el estudio realizado por Lamm et al., a 332 secciones de curvas horizontales, arrojó que la variable independiente que causa mayor efecto en la velocidad operacional es el radio de la

curva, coincidente con la investigación de Kanelliadis et al. a 58 curvas mediante regresión lineal. Islam et al., en 1994 desarrollaron un modelo para la estimación de la velocidad operacional en 3 puntos que estiman de gran importancia, como lo son el punto de curvatura (PC), mitad de curva (MC) y punto de tangencia (PT), teniendo en cuenta parámetros como el grado de curvatura; Voigt y Krammes direccionaron su investigación a observar la velocidad operacional en el punto de la mitad de la curva, concluyendo que las variables más significativas son la longitud de curva ( $L_c$ ), el grado de curvatura ( $D$ ), el peralte ( $e$ ) y el ángulo de deflexión ( $\Delta$ ), en este mismo sentido, McFaddec y Eletteriadou, en 1997, consideraron las mismas variables, con la diferencia que establecieron dos modelos que incluían a la velocidad en la tangente de entrada como una nueva variable independiente y significativa para el estudio en los 78 elementos de curva horizontal.

A principios de los años 2000, Echaveguren y Saez desarrollaron dos ecuaciones de velocidad del percentil 85, asociadas a variables geométricas de tipo lineal, con las cuales se obtuvieron las mejores correlaciones con unos coeficientes de regresión y teniendo en cuenta variables como la curvatura, el peralte, el radio de la curva y el ángulo de deflexión. Figueroa y Tarko en el 2007, innovaron en sus ecuaciones de predicción de velocidad operacional, teniendo en cuenta la velocidad en la tangente, el porcentaje de vehículos pesados, pendiente de la carretera, distancia de visibilidad, ancho de la vía, tipo de pavimento y estructura del pavimento, longitud de transición de aceleración y velocidades en transición de aceleración y desaceleración, además, algunas variables indicadoras que consideraban la velocidad límite y accesos residenciales. Perez et al., en 2010, desarrollaron dos modelos de velocidad, uno para velocidades en curvas horizontales y otro para velocidades en tangentes, mediante el estudio y construcción de tramos de aceleración y desaceleración considerando la velocidad continua para cada vehículo y el radio como la variable de mayor influencia. Sánchez, 2011 describe los índices que permiten realizar comparaciones entre diferentes tramos de carreteras, puesto que estas, son una recolección de las propiedades

geométricas de cada una de ellas, de tal forma que se clasificarán dentro de las escalas creadas, obteniendo tres indicadores que serán la base para definir una nueva metodología al momento de evaluar la consistencia del diseño geométrico. Siendo, la velocidad operación ( $V_{85}$ ) que se basa en comparar el perfil de las velocidades de la vía, con mediciones que se tomaron en campo, y así encontrar las que más se acerquen a la realidad; el cambio de curvatura ( $V_{CCR}$ ) que lo definió a partir de la diferencia absoluta de las inclinaciones de la curva vertical y la longitud del tramo, y por último el índice de reaparición del trazado ( $Irt$ ) que lo obtuvo mediante el parámetro:  $K_V = le - ls$  de la curva vertical convexa que se deberá dar en porcentaje y en valor absoluto, Llopis et al., en 2018, a través de modelos de regresión y con base en estudios anteriores, desarrollaron ecuaciones de predicción de velocidad de operación, considerando variables como alineación horizontal, radio, (CCR) tasa de cambio de curvatura, y ángulo de deflexión de la curva horizontal, obtuvieron que la variable de mayor influencia en la velocidad de operación es el radio horizontal. Respecto a los modelos descritos anteriormente se tiene grandes conclusiones, iniciando con la identificación de las variables más influyentes en la velocidad operacional con la que conduce el usuario en la carretera al momento de incorporarse a un elemento de curva horizontal o en la tangente de entrada de este, se observa que el radio de la curva, y el grado de curvatura son parámetros recurrentes y destacados en las ecuaciones desarrolladas, así mismo, se presentan otro tipo de variables dependientes que contribuyen al estudio de la consistencia en carreteras y que estiman el diferencial de velocidad operacional entre elementos, como la diferencia entre la velocidad operacional entre elementos ( $\Delta V_{85}$ ), calculada por Choueiri y Al-Masaseid et al., como la resta de la velocidad de operación entre dos elementos, y que considera el radio de curva, ángulo de deflexión, grado de curvatura y pendiente vertical; ( $\Delta 85V$ ) definido por el percentil 85 de la resta entre la velocidad de la tangente de entrada y el punto en la mitad de la curva horizontal; la variable dependiente desarrollada por McFadden et al, en los años 2000, definida como el percentil

85 de la máxima reducción de velocidad ( $85_{MSR}$ ), y calculada teniendo en cuenta puntos en la tangente de entrada y puntos dentro de la curva horizontal, obteniendo valores máximos y mínimos respectivamente. Estos resultados, de igual manera que las investigaciones respecto a la velocidad operacional  $V_{85}$ , consideran puntos claves en el elemento de curva horizontal, las velocidades desarrolladas en dichos puntos y la diferencia entre los mismos, definen algunos parámetros que clasifican el nivel de consistencia en el elemento, teniendo en cuenta otro tipo de parámetros como la condición del pavimento, la dirección de la curva, la presencia de intersecciones y el percentil 85 de la velocidad a 200 metros de distancia del punto de curvatura (PC). (Calero Valenzuela, 2005) utilizó dos grupos de variables independientes medidas en campo como distancia de visibilidad, alineamiento vertical y clasificación funcional, definiendo así, la variable  $\Delta 85_{VBP}$  como el percentil 85 de las diferencias de velocidad entre puntos consecutivos de la misma curva horizontal y tres umbrales para la clasificación de la consistencia del diseño geométrico tanto en tangente como en curva horizontal, todo bajo la implementación de Redes Neuronales Artificiales (ANN, por sus siglas en inglés), buscando así, generar una metodología que puede disminuir los errores en maniobras del conductor, la frecuencia de choques y los costos desencadenados por el siniestro. Teniendo en cuenta todo este tipo de estimaciones de velocidad operacional, y bajo la hipótesis del ingeniero (Renán Castillo, 2020), de que los modelos lineales no generan una estimación adecuada de la velocidad, dada la dependencia de los parámetros operacionales a través de la curva, fue desarrollado su estudio investigativo de maestría en vías terrestres con el objetivo de comparar la velocidad operacional en carreteras rurales de dos carriles en dos direcciones mediante modelos lineales y no lineales; usando el modelo de datos en panel y filtro de Kalman, Castillo concluyó que este modelo no lineal es una herramienta adecuada para las estimaciones de modelos estado – espacio y que son útiles en ingeniería de vías, ya que se ajusta mejor a las caídas de velocidad operacional en las curvas horizontales, mientras que el

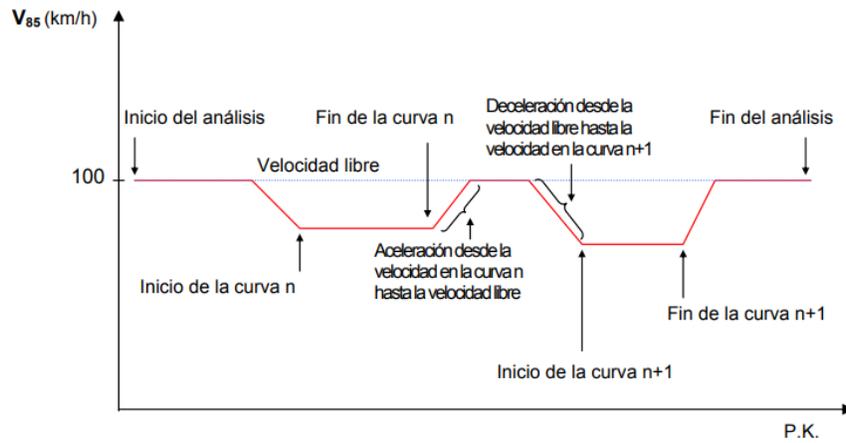
modelo lineal sigue la tendencia al crecimiento con una diferencia promedio de 2.2%, cabe resaltar que dentro de las variables consideradas en este estudio se encuentran berma, corona, radio anterior, radio siguiente, línea central marcada, mayor velocidad de diseño, combinación alineamiento vertical, aceras, postes, viviendas, vegetación, bandas sonoras, uso de suelo, entre otras.

A partir de los modelos y ecuaciones desarrolladas, se generan las escalas de consistencia, estas discriminadas por dos criterios, el primer criterio es considerando los elementos simples o locales como elementos aislados y estudiados respecto a la diferencia entre la velocidad operacional y la de diseño, y el segundo criterio es considerar los elementos como sucesivos o globales, evaluando la consistencia de un tramo completo, manejando una relación y coherencia entre todos los elementos que lo componen. Entra en juego entonces, variables como el tipo de vehículo, la tasa de cambio de curvatura, límites de velocidad, rangos de valores de radio de curva y tasas de deceleración.

En el documento publicado por la Administración Federal de Carreteras de los Estados Unidos de América (2001), el cual es basado en el programa: Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM), evalúa diferentes aspectos de la seguridad vial, uno de ellos es la consistencia del trazado, basado enteramente en el perfil de velocidades de ecuaciones planteadas por Fitzpatrick et al (1999). Este programa empieza a desarrollarse eligiendo primero una velocidad libre, la cual es escogida por el conductor para desplazarse en tramos rectos de gran longitud, y dependiendo de las condiciones del medio y las características de la carretera y de sus usuarios. El programa toma esta velocidad de 100 km/h. Seguido a esto, se calcula V85, utilizando cualquiera de las ecuaciones anteriormente mencionadas, y luego se ajusta comparando con dos perfiles de velocidad.

El primero, tomando la distancia disponible entre curvas con la longitud requerida para acelerar desde el primer tramo a la longitud de deceleración de la curva siguiente.

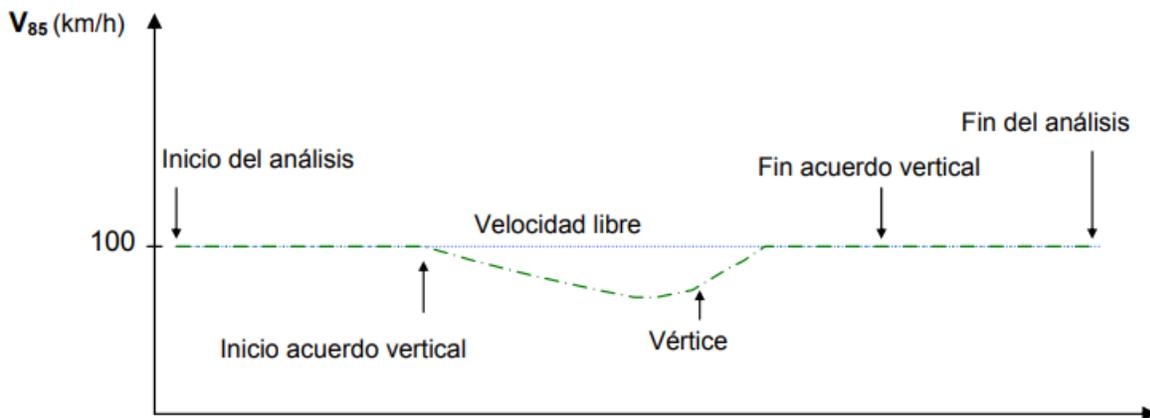
Ilustración 25. Perfil de velocidad 1



Fuente: Administración Federal de Carreteras de los Estados Unidos

y el segundo calculando la velocidad teniendo en cuenta las inclinaciones de la rasante.

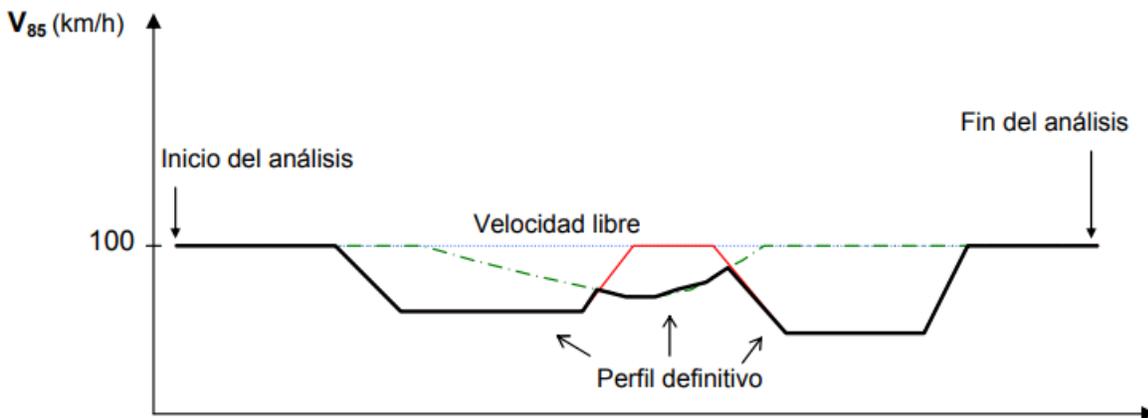
Ilustración 26. Perfil de velocidad 2



Fuente: Administración Federal de Carreteras de los Estados Unidos

Se comparan estos dos perfiles de velocidad y se escoge el menor valor de velocidad en cada elemento, obteniendo el perfil definitivo.

Ilustración 27. Perfil de velocidades definitivo



Fuente: Administración Federal de Carreteras de los Estados Unidos

Determinado este perfil, se compara con valores de referencia y con rangos para los que la vía se considera o no consistente.

La anterior categoría enfatiza en la velocidad como el parámetro fundamental y del cual se desprenden las diferentes áreas de investigación, en las cuales se definen valores mediante las ecuaciones que permiten calificar y clasificar el nivel de consistencia de una carretera rural de dos carriles, ya sea de un elemento simple o un tramo completo conformado por varios elementos locales, ahora, el tema central en la segunda categoría a analizar es la seguridad vial, un concepto que se concibe como una situación futura ideal o deseada, que permite la mejor conexión o interacción entre los elementos que componen la carretera, el usuario y el propio vehículo, esta categoría está basada en datos recopilados de siniestros y características de diseños geométricos, de manera que, mediante modelos cuantitativos se evalúe el impacto y la relación entre la consistencia del diseño geométrico de carreteras y la seguridad vial en las mismas. Ng and Sayed en su estudio “Efecto de la coherencia del diseño geométrico en la seguridad vial”, utilizan datos de siniestros viales y volumen de tráfico registrados en una carretera de dos carriles en Okanagan y Kootenay, Canadá, donde comparan la capacidad de los modelos de predicción de accidentes

que incorporan medidas de consistencia de diseño con aquellos que se basan en características del diseño geométrico y encuentran que los modelos que consideran explícitamente la consistencia del diseño pueden identificar las inconsistencias de manera más efectiva y reflejar el impacto en la seguridad vial con mayor precisión que los modelos que no lo hacen, además, que los modelos de predicción de accidentes están limitados por la calidad de las variables independientes, por lo que se recomienda para investigaciones futuras, dedicar el estudio a la predicción de estas medidas y a elementos diferentes a las curvas horizontales y tangentes, ya que estos son los más estudiados, buscando expandir los estudios a secciones combinadas con curvas verticales y a otro tipo de carreteras. (Choueiri et al, enfatizan su estudio “Possible design procedure to promote design consistency in highway geometric design on two-lane rural roads”, en corregir falencias en el alineamiento horizontal de las carreteras, sobretodo en los cambios abruptos de velocidad operacional, recopilando 261 datos de secciones de carreteras de dos carriles en New York, y estudios previos como directrices y normativas que rigen países Europeos al diseño geométrico de curvas horizontales, promoviendo perfiles de velocidad de operación sin alteraciones significativas en la misma, teniendo en cuenta que dichas alteraciones debidas al alineamiento horizontal, son las principales causas de las altas tasas de accidentalidad, finalmente en su estudio buscan parametrizar y medir la consistencia en el diseño de elementos como curvas horizontales, generando el interés por el programa de repavimentar, restaurar y rehabilitar las carreteras rurales (RRR), en puntos específicos que representen peligro y que requieran un perfeccionamiento en la geometría de las mismas. De igual manera Torregosa et al., en su artículo para la revista Accident Analysis and Prevention, presentan su investigación con base en el estudio de perfiles de velocidad recopilando datos GPS en 33 tramos de carreteras rurales de dos carriles en Valencia, España, considerando la frecuencia de choques para cada sitio de estudio, los límites de velocidad, los comportamientos de desaceleración; los resultados fueron 14 variables que fueron correlacionadas

para definir finalmente 5 variables, proporcionado así un nuevo modelo que mide la consistencia de diseño para un segmento completo de carretera y que permite la estimación de tasas de accidentalidad en tramos de carretera que no se posea información sobre estos.

Para investigaciones futuras se recomienda analizar y estudiar la sensibilidad de los modelos, así mismo, establecer umbrales de consistencia y considerar la gravedad de los accidentes de tránsito, conociendo que altos valores de velocidad de operación inciden en tasas más bajas de accidentalidad, pero de mayor gravedad, esto dependiendo también del tramo en estudio.

Llopis et al., en su estudio hablan de los modelos de predicción de velocidad para vehículos livianos, consideran que deben desarrollarse modelos de predicción de velocidad operacional en vehículos pesados, ya que este tipo de vehículos juegan un papel fundamental en la seguridad vial, por lo que su investigación “Speed Prediction Models for Trucks on Horizontal Curves of Two-Lane Rural Roads”, se concentra en este tipo de vehículos de carga pesada, recogiendo datos de perfiles de velocidad, haciendo uso de dispositivos de posicionamiento global (GPS), en 105 curvas horizontales, teniendo en cuenta si los camiones se encuentran cargados o descargados, como resultado obtuvieron la influencia de variables como el radio de la curva y el grado de curvatura; concluyen también que la velocidad operacional de los vehículos pesados se ven afectados negativamente por pendientes superiores al 3%, en especial para vehículos que se encontraban cargados.

La tercera categoría se acentúa en las consideraciones de desempeño del usuario, en su percepción y relación con la carretera, y con cada uno de los elementos que conforman un tramo de la misma, (Hassan et al, 2008) consideran que un factor importante en la seguridad vial es la capacidad del conductor para ver las características de la carretera y reaccionar adecuadamente frente al uso de ella, encontrándose que el 90% de la información requerida para realizar una buena tarea de conducción se percibe visualmente, es entonces donde un factor fundamental en las

consideraciones de desempeño, es la distancia de visibilidad; estudios previos han demostrado que las alineaciones horizontales y verticales combinadas pueden causar una percepción errónea de la curva horizontal por el efecto de la superposición vertical. Actualmente la Asociación Americana de Oficiales de Seguridad de Carreteras y Transporte (AASHTO, 2010) y la Asociación de Transporte de Canadá (1999), exigen que los diseñadores de carreteras brindar a los conductores una suficiente distancia visual que permita a ellos la oportuna toma de decisiones en situaciones que puedan tornarse complejas o peligrosas. (Zhang et al, 2018) en su estudio “Impact of roadway geometric features on crash severity on rural two-lane highways”, cuantifican el impacto de las características geométricas y las condiciones ambientales en la severidad de los siniestros viales, mediante un modelo multinivel y considerando como características, entre otros, al tipo de pavimento, estado de la superficie y borde de la carretera, cantidad de carriles y ancho de calzada, particularidades de los conductores (sexo, edad, vista, uso de cinturón, etc.), cualidades del vehículo (peso, altura, clase), siniestro viales (tipo de choque, velocidad, impacto), y las condiciones ambientales (clima, visibilidad, iluminación), en este estudio aseguran que la presencia de la curva horizontal y en general, las características geométricas de un segmento tienen un impacto significativo en la gravedad de una colisión.

Dentro de esta categoría es importante destacar que consideramos la capacidad limitada de la atención del cerebro humano como un factor influyente en el número de siniestros viales, dado que los accidentes de tránsito que involucran un solo vehículo, da como resultado un millón de colisiones en EE.UU y representan aproximadamente un tercio de todas las muertes en carretera (Lee & Mannering, 2002), algunos estudios de neurociencia que se han fijado en la estrecha relación de esta con los accidentes de tránsito, aseguran que somos biológicamente incapaces de procesar información simultánea que exija atención (Infomédula, Fundación del Hospital Nacional de Paraplégicos, 2015). Javier González, neurocientífico de profesión afirma que, con cada tarea

que añadimos, aumenta sensiblemente los tiempos de reacción y de la respuesta que va a tener el individuo frente a un imprevisto, debido a que se ha demostrado experimentalmente que cada vez que el cerebro cambia de red neuronal para ir de una tarea a otra, pierde varias décimas de segundo, por ejemplo, los conductores que hablan por teléfono mientras conducen tardan medio segundo más en pisar el freno y son más lentos al momento de adaptar la velocidad a una determinada circunstancia, además el 80% de los choques se presentan en los 3 segundos posteriores a alguna distracción, a 120 km/h perder la atención durante tres segundos supone recorrer 100 metros (Oliviero, 2015); es por esto que queremos resaltar la influencia que tiene la plena concentración en la tarea de conducción, y lo fundamental que se torna para disminuir y/o evitar el número de víctimas fatales y lesionados en colisiones vehiculares que involucren tanto un solo vehículo como varios de ellos. (Rosas López et al, 2021) Tomaron 38 curvas horizontales en ambas direcciones de diez segmentos viales en caminos rurales de dos carriles en Puerto Rico que permiten condiciones de velocidad de flujo libre, y evaluaron 3 tres estrategias de agrupamiento donde se validan su capacidad y definen los límites de los perfiles de velocidad para diferentes estilos de conducción. La primera utiliza únicamente los datos de velocidad medidos en los puntos de análisis de la curva, la segunda estrategia se basa en dos variables derivadas únicamente de los datos de velocidad: la parte del tiempo en que la velocidad del conductor supera el 80 % del límite de velocidad y la desviación estándar de la aceleración positiva, y la tercera estrategia emplea las dos anteriores estrategias en conjunto, teniendo en cuenta lo anterior, pudieron clasificar los estilos de conducción siendo: C, cautelosa, B, moderada y A, agresiva. Uno de los resultados de la investigación muestra que a medida que aumentan los radios de curvatura, los usuarios ganan confianza y adoptan un comportamiento agresivo. El 83% de sus usuarios son más cautelosos en curvas de radios pequeños, lo que se atribuye a una mayor percepción del peligro ya que tienden a reducir la velocidad antes de iniciar la longitud de la curva. Las curvas con radios que van desde

0 metros hasta 133 metros tendrán usuarios más prudentes y moderados en sus estilos de conducción, y los estilos de conducción agresivos representan menos del 32% del total, es decir, la condición de seguridad vial es más alta.

En lo que respecta al terreno ondulado, el estudio arroja que es mucho más susceptible al comportamiento agresivo del conductor, lo que afecta la seguridad e implica que este tipo de terreno debe diseñarse con un cuidado especial para evitar los siniestros viales, también especifica que cuando el peralte de la curva es mayor, los conductores exhiben un comportamiento más cauteloso lo cual aumenta la condición de seguridad en la vía.

Por otro lado, un eje temático que no se encuentra en ningún libro de teoría, y siempre se ha visto alejado al diseño geométrico de carreteras es el factor socioeconómico de cada país. Enfocándonos en nuestro país, Colombia, tiene diferentes fuentes de financiación para la inversión de proyectos viales, por ejemplo:

- Recursos de la nación
- Sistema General de Regalías (SGR)
- Recursos propios de entidades territoriales como municipios y departamentos

Ahora, para la formulación de proyectos es necesario cumplir con ciertos requerimientos que se hacen indispensables para su elaboración, teniendo en cuenta que cada proyecto parte de una necesidad, es necesario tener todo tipo de estudios y diseños para la culminación óptima del mismo, donde la parte social es una pequeña brecha que puede separar la realidad, del alcance de proyectado de la obra.

Actualmente, en cada región se cuenta con un Plan Vial Regional (PVR) el cual busca a partir de lineamientos técnicos, económicos y administrativos, que las entidades territoriales, acorde con los requerimientos de la demanda de transporte y con su capacidad económica puedan desarrollar metodologías apropiadas de mejoramiento, rehabilitación y conservación de vías, para de esta

forma implementar en la red vial a su cargo, proyectos sostenibles y que brinden condiciones adecuadas de transitabilidad y conectividad. Teniendo en cuenta lo anterior, se necesita de una planificación vial, que tenga como prioridad, desarrollar infraestructura vial, para aumentar y fortalecer la capacidad organizativa del territorio, y así también, como un factor de competitividad entre las entidades del territorio colombiano, podemos definir que una estrategia de intervención vial que aporte a cada región dependerá de muchos aspectos, como identificar corredores económicos y sociales, caracterizar la problemática vial departamental, y sobre todo, crear soluciones que se enfoquen en un desarrollo dinámico entre las necesidades regionales y los alcances económicos de los mismos.

El Plan Vial Departamental (PVD) es una herramienta importante donde se presentan de manera ordenada el estado actual de la red vial de cada entidad territorial y las soluciones de las que hablábamos anteriormente, pero para hacer realidad estos planes viales a futuro, es necesaria la inversión de parte del gobierno nacional.

Según el Índice de Competitividad Global 2019 del Foro Económico Mundial, Colombia ocupa el cuarto puesto entre los países latinoamericanos. El ranking resalta el alto potencial en el desarrollo de infraestructura, que se evidencia en una oportunidad de inversión al 2035 de alrededor de USD 60.000 millones en infraestructura vial, también teniendo en cuenta que, para el año actual, el gobierno nacional ha invertido cerca de \$3.3 billones de pesos colombianos para la construcción de vías en municipios del Programa de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET). Existen 1.021 proyectos, obras y/o intervenciones viales que buscan reactivar económica y socialmente estas regiones y asegurar su accesibilidad a los centros de producción, distribución y provisión de materias primas.

En América Latina, diferentes estudios realizados en el curso de los últimos años ponen de manifiesto una notable disminución de la inversión pública en infraestructuras a partir de los años '80:

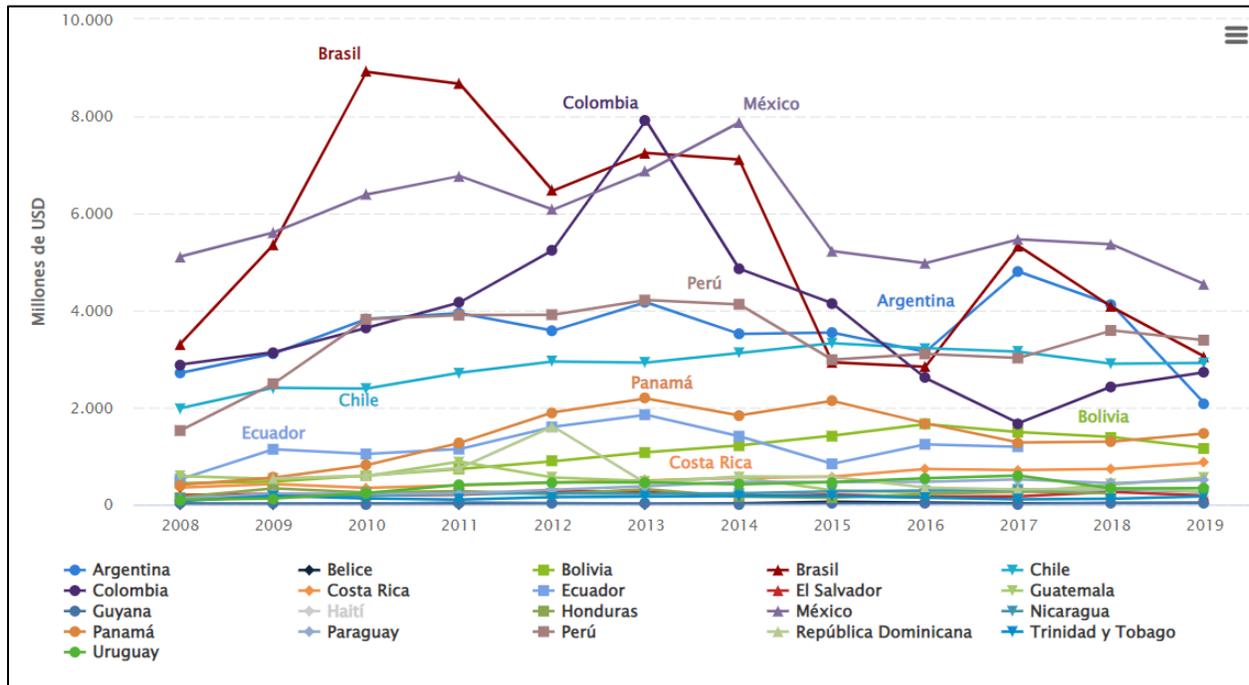
- Calderón y Server estimaron en 2004 que el gasto público en infraestructuras en los principales países de América Latina se redujo del 3,1% del PIB, promedio anual en el período 1980-1985 al 0,83% medio anual durante el quinquenio 1996-2001.
- Fay y Morrison estimaron en 2005 que el gasto público de la región en infraestructuras se redujo del 3,0% al 1,8% del PIB entre 1988 y 1998. *“Los antecedentes más recientes confirman los hallazgos de ambos estudios y ratifican la tendencia a la baja: en el período 2002-2006 el promedio anual de inversión en infraestructuras en el mismo grupo de países fue apenas equivalente al 0,6% del PIB, lo que implica que en el quinquenio 2002-2006 la inversión pública en el sector es menos de la quinta parte de lo que fue a comienzos de los años ‘80”*

La reducción del esfuerzo inversor en infraestructuras resultó consecuencia de la crisis fiscal de los años '80 en los países de América Latina, y sobre todo del cambio en la orientación política-estratégica dominante sobre el papel del Estado en los procesos de desarrollo.

Del 2010 en adelante según infraLATAM, la inversión en el sector de transporte ha tenido poco o nada, como se puede notar en la gráfica 1, donde se muestra la Inversión Pública en Infraestructura en el sector vial.

En 2017, la mitad de los países de la región redujo su inversión pública en infraestructura, lo que generó que la inversión promedio descendiera a 2.1% del PIB. En América Latina y Caribe (ALC) existe un fuerte sesgo en contra del gasto de capital (la mayoría del cual se destina a infraestructura), lo que atenta contra la recuperación de la inversión por las bajas perspectivas de crecimiento (1.8% en 2020). Como ilustración del sesgo del gasto en contra de la

infraestructura, entre 2000 y 2016, el gasto total en ALC aumentó 5,2% del PBI; del cual 88% correspondió a gastos corrientes y solo 12% a inversión en capital, como lo detalla la publicación



Gráfica 1. Inversión Pública en infraestructura en el sector de transporte en América Latina y Caribe.

Fuente: InfraLATAM

A partir del 2020 el mundo se vio afectado por una por una pandemia, donde tuvimos que pasar cuarentena en nuestros hogares, durante este año y los siguientes, hasta finales del 2021 las inversiones a la infraestructura vial disminuyeron abruptamente, ya que cada país decidió enfocarse en invertir en salud y medidas sanitarias para ganarle la batalla a este virus. Después de este gran recorrido en la inversión pública, se puede llegar a un gran resultado: La historia nos demuestra que, para el desarrollo económico de cada municipio, departamento o región, es necesaria la intervención en las vías de comunicación, que deberá ser una consideración relevante en el diseño de carreteras. Uniendo la falta de inversión a la infraestructura vial, podemos destacar

el abandono de las vías como una de las principales razones de accidentes de tránsito puesto que afecta a la consistencia, por la falta de pavimentación de las vías sin tener en cuenta las recomendaciones normativas ni el análisis de la consistencia.

## 9. CONCLUSIONES

- A través de la extensa revisión de la información bibliográfica, encontramos que, una de las categorías con mayor auge investigativo es sin duda las consideraciones de velocidad, en especial el parámetro de velocidad operacional, estos estudios han arrojado numerosas y diversas maneras de evaluar la consistencia del diseño geométrico de carreteras, es por esto que buscamos compilar y resumir de una manera concreta los avances y estudios realizados en pro de la búsqueda de un correcto y consistente diseño geométrico de carreteras, generando igualmente interés en diversos parámetros y temas que abarcan esta gran campo de exploración.
- Dentro de las consideraciones de desempeño encontramos que una rama derivada de esta categoría, y que debe ser considerada por jugar un papel fundamental en el número de accidentes de tránsito, es la **CAPACIDAD DE ATENCIÓN**, como se expresó anteriormente, la habilidad de reacción de un conductor se ve afectada por el número de tareas que se realicen simultáneamente, ya que al pedirle al cerebro aumentar la cantidad de cambios de tareas, el mismo disminuye la capacidad de tener el control sobre la actividad o tarea que se supone prioritaria. En esta, que consideramos una nueva rama, resalta la importancia de la concientización y reflexión de esta, entre los usuarios de carreteras.

- Un aporte importante de este estudio es una nueva categoría para el Nuevo Estado del Arte del Diseño Geométrico de Carreteras, que es el factor socioeconómico, el cual, es de gran importancia, puesto que influye directamente en la creación, planeación y ejecución de proyectos, y debe estar unido al diseño, tomado en cuenta desde las primeras fases, para así realizar unos estudios encaminados a un alcance real y beneficioso. Cabe resaltar que consideramos este factor muy valioso ya que este, aparte de definir el desarrollo de una nación, influye en la amplitud de la brecha entre países de altos ingresos y los países de medianos y bajos ingresos, resumiéndose así en el número de siniestros viales, víctimas fatales y lesionados.
- Para el desarrollo de cada uno de los departamentos es necesaria la inversión en proyectos de infraestructura vial, donde se satisfagan las necesidades poblacionales, pero también se tengan en cuenta los alcances económicos regionales, departamentales y municipales.

### **9.1. TRABAJO FUTURO.**

- Una de las grandes razones por las cuales existen los siniestros viales en carreteras rurales, es por el abandono de las vías, donde hay déficits en seguridad, que compromete la vida de las personas, aumentando el problema de salud pública que tanto se ha luchado disminuir a lo largo de los años. Es por esto, que creemos que investigaciones futuras podrían estudiar la relación entre que hay en la poca inversión en ciertas regiones del país vs el número de accidentes que se presentan en dichas regiones.
- El uso de Redes Neuronales Artificiales (ANN) en trabajos investigativos, es considerada como una de las técnicas de mayor acogida en el ámbito científico, estas fueron creadas a partir de redes neuronales biológicas (Hagan y Demuth, 1995), formando un conjunto de

varias neuronas conectadas y estas, mediante un proceso de aprendizaje que consiste en realizar ensayos y entrenar la red mediante una retroalimentación, están en la capacidad de dar una respuesta. Consideramos que a futuro un tema que en el que se podría enfocar un nuevo trabajo de investigación es en el de estudiar, la que para este estudio es considerada una nueva rama en la categoría de desempeño, el campo de la CAPACIDAD DE ATENCIÓN, mediante el uso de las ANN, pudiéndose clasificar y calificar mediante parámetros como la edad, el número de tareas que realiza, tiempos de reacción, segmento de carretera, geometría de la vía y tipos de vehículos.

- Como recomendación los estudios acerca de todas las variables que se han presentado en este estudio, deben ser encaminados a los vehículos pesados, de 3 ejes en adelante, esto debido a que hay muy poca información y ecuaciones con los que se pueda evaluar la consistencia de una carretera siendo usuario de un vehículo pesado, resaltando que estos tipos de vehículo tienden a ser muy usados en carreteras de dos carriles y son partícipes de numerosos accidentes viales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bared, J. (2009). Double Crossover Diamond Interchange. *FHWA Publication*, 202, 1–4. <http://trid.trb.org/view.aspx?id=908520>
- BARRERA ARDILLA, L. M. (2012). Parámetros de seguridad vial para el diseño geométrico de carreteras. *Revista Digital Apuntes de Investigación*, 4(2248–7875).
- Bolivar Palomo, S. A., & Quintero Castiblanco, C. E. (2019). *ANÁLISIS DEL ESTADO DE LAS VÍAS SECUNDARIAS EN COLOMBIA Y LA OPORTUNIDAD DE LA INGENIERÍA CIVIL PARA SU CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO PRESENTADO*. 11(1), 1–14.
- Calero Valenzuela, C. A. (2015). Metodología para la Evaluación de la Consistencia de Diseño de Carreteras Rurales de Dos Carriles. *Universidad De Puerto Rico*, 1(9), 1689–1699. <https://hdl.handle.net/20.500.11801/840>
- Eboli, L., Guido, G., Mazzulla, G., & Pungillo, G. (2017). Experimental relationships between operating speeds of successive road design elements in two-lane rural highways. *Transport*, 32(2), 138–145. <https://doi.org/10.3846/16484142.2015.1110831>
- Echaveguren, T., & Vargas-Tejeda, S. (2013). A model for estimating advisory speeds for horizontal curves in two-lane rural roads. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 40(12), 1234–1243. <https://doi.org/10.1139/cjce-2012-0549>
- Fwa, T. F. (1989). Highway vertical alignment analysis by dynamic programming. *Transportation Research Record*, 1239, 1–9.
- Gibreel, G. M., Easa, S. M., Hassan, Y., & El-Dimeery, I. A. (1999). State of the art of highway geometric design consistency. *Journal of Transportation Engineering*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(1999\)125:4\(305\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(1999)125:4(305))
- Hassan, Y., & Easa, S. M. (2003). Effect of vertical alignment on driver perception of horizontal curves. *Journal of Transportation Engineering*, 129(4), 399–407. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(2003\)129:4\(399\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(2003)129:4(399))
- Lee, Y., Tsou, Y. R., & Liu, H. L. (2009). Optimization method for highway horizontal alignment design. *Journal of Transportation Engineering*, 135(4), 217–224. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(2009\)135:4\(217\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(2009)135:4(217))
- Llopis-Castelló, D. (2017). *Desarrollo de una metodología para el diseño y mejora de carreteras convencionales a partir del análisis de la seguridad vial mediante modelos de consistencia*. <https://riunet.upv.es/handle/10251/100271>
- Llopis-Castelló, D., González-Hernández, B., Pérez-Zuriaga, A. M., & García, A. (2018). Speed Prediction Models for Trucks on Horizontal Curves of Two-Lane Rural Roads. *Transportation Research Record*, 2672(17), 72–82. <https://doi.org/10.1177/0361198118776111>
- Luque, R., & Castro, M. (2016). Highway geometric design consistency: Speed models and local or global assessment. *International Journal of Civil Engineering*, 14(6), 347–355. <https://doi.org/10.1007/s40999-016-0025-2>
- Morcillo, L. G., Poyo, F. J. C., Fernández, M. P., & de Oña, J. (2014). Measurement of Road Consistency on Two-lane Rural Highways in Granada (Spain). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 162(Panam), 237–242. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.204>
- NAVARRO, T. E., & SAEZ CARDENAS, J. (2000). INDICADORES DE CONSISTENCIA EN EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS. *Universidad de Concepción, Departamento de Ingeniería Civil*, 1968.
- Olivos, M. (2015). *Estimación del Ángulo de Fricción Interna y Cohesión No Drenada a Partir de Correlaciones Basadas en Ensayos In Situ para Suelos del Piedemonte de los Cerros*

*Orientales de Bogotá DC*. 1–106.

- Sanchez Diana. (2018). METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DETALLADO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN PAÍSES EN DESARROLLO: Adaptación y aplicación al caso de los motociclistas en Bogotá. In *Universidad de los Andes*. <https://doi.org/01210807>
- Sarhan, M., & Hassan, Y. (2008). Three-dimensional, probabilistic highway design sight distance application. *Transportation Research Record*, 10(2060), 10–18. <https://doi.org/10.3141/2060-02>
- Xu, J., Lin, W., Wang, X., & Shao, Y. M. (2017). Acceleration and deceleration calibration of operating speed prediction models for two-lane mountain highways. *Journal of Transportation Engineering*, 143(7), 1–13. <https://doi.org/10.1061/JTEPBS.0000050>
- Pastor , A., 2022. La inversión en Infraestructura en América Latina y el Caribe no despega - Volvamos a la fuente. [online] Volvamos a la fuente. Available at: <<https://blogs.iadb.org/agua/es/infralatam-inversion-en-infraestructura-en-america-latina/>> [Accessed 16 September 2022].
- Infralatam - Infraestructura en América Latina y el Caribe. 2022. Infralatam. [online] Available at: <<http://www.infralatam.info/>> [Accessed 16 September 2022].
- Hu, J. and Wang, R., 2017. Classification of driving workload affected by highway alignment conditions based on classification and regression tree algorithm. *Traffic Injury Prevention*, 19(2), pp.214-218.
- Haghighi, N., Liu, X., Zhang, G. and Porter, R., 2018. Impact of roadway geometric features on crash severity on rural two-lane highways. *Accident Analysis & Prevention*, 111, pp.34-42.
- Afandizadeh, S. and Hassanpour, S., 2020. Evaluating the Effect of Roadway and Development Factors on the Rural Road Safety Risk Index. *Advances in Civil Engineering*, 2020, pp.1-14.
- Asakura, Y., Kusakabe, T., Nguyen, L. and Ushiki, T., 2017. Incident detection methods using probe vehicles with on-board GPS equipment. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 81, pp.330-341
- Stapleton, S., Ingle, A., Chakraborty, M., Gates, T. and Savolainen, P., 2018. Safety Performance Functions for Rural Two-Lane County Road Segments. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2672(52), pp.226-237.
- Hu, J. and Wang, R., 2017. Classification of driving workload affected by highway alignment conditions based on classification and regression tree algorithm. *Traffic Injury Prevention*, 19(2), pp.214-218.
- Llopis-Castelló, D., Findley, D., Camacho-Torregrosa, F. and García, A., 2019. Calibration of inertial consistency models on North Carolina two-lane rural roads. *Accident Analysis & Prevention*, 127, pp.236-245.
- Prasetijo, J., Zhang, G., Jawi, Z., Mahyeddin, M., Zainal, Z., Isradi, M. and Muthukrishnan, N., 2020. Crash model based on integrated design consistency with low traffic volumes (due to health disaster (COVID-19)/movement control order). *Innovative Infrastructure Solutions*, 6(1).

- Farahmand, B. and Boroujerdian, A., 2018. Effect of road geometry on driver fatigue in monotonous environments: A simulator study. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 58, pp.640-651.
- Habib, K., Shalkamy, A. and El-Basyouny, K., 2019. Investigating the Effects of Mental Workload on Highway Safety. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2673(7), pp.619-629.
- Intini, P., Berloco, N., Colonna, P., Ottersland Granås, S. and Olaussen Ryeng, E., 2022. Influence of Road Geometric Design Consistency on Familiar and Unfamiliar Drivers' Performances: Crash-Based Analysis.
- INFOMÉDULA. 2022. Neurociencia, atención y accidentes de tráfico - INFOMÉDULA. [online] Available at: <<http://www.infomedula.org/?p=3294>> [Accessed 16 September 2022].

## ANEXOS

## **Índice de anexos.**

Anexo 1. Principales categorías de la consistencia del diseño geométrico

Anexo 2. Artículo Congreso Panamericano de Transporte y Logística 2021

Anexo 3. Ficha N°1. Reseña Bibliográfica

Anexo 4. Ficha N°2. Descriptiva

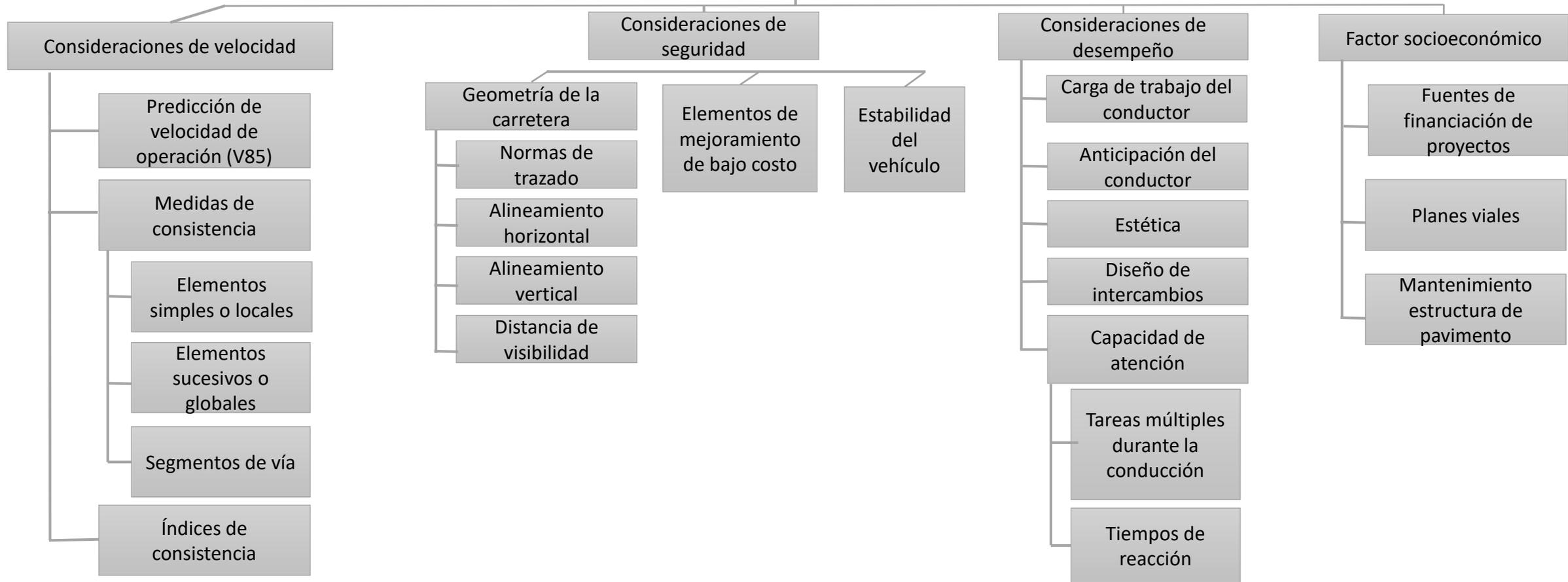
Anexo 5. Ficha N°3. Sinóptica

Anexo 6. Ficha N°4. Cuantitativa

Anexo 7. Ficha N°5. Comprensión teórica global

**ANEXO 1. PRINCIPALES CATEGORÍAS DE LA  
CONSISTENCIA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO**

# CONSISTENCIA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS



ANEXO 2. ARTÍCULO CONGRESO  
PANAMERICANO DE TRANSPORTE Y  
LOGÍSTICA 2021

# Estado del Arte: Diseño Geométrico de vías.

Castillo, V. Renan<sup>1</sup>; Sánchez, M. Alejandra<sup>2</sup>; Vásquez, K. Mariana<sup>3</sup>.

1: Profesor, Departamento de Vías y Transporte, Universidad del Cauca, Colombia

2: Estudiante, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad del Cauca, Colombia

3: Estudiante, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad del Cauca, Colombia

## Abstract

The main objective of design consistency is to provide the driver with comfort, efficiency and safety. This topic is of general interest, due to the influence that the roads consistency has on traffic accidents, the latter are considered a public health problem. Since about 1.5 million people die annually in the world, 50% of this figure is represented by pedestrians, cyclists and drivers of two or three-wheelers. The main reasons why these accidents occur are due to the human factor, vehicle factor and road infrastructure factor. Past studies are based on the following considerations: 1) Speed Considerations: The concept of Speed of Operation is important. 2) Security considerations: where design parameters prevail, especially curved sections. 3) Performance Considerations: It is important to know the workload of the driver, the anticipation or reaction of the same to certain events and the aesthetics of the alignment.

*Keywords: Consistency, State of the art, Operation Speed, Security Considerations, Performance Considerations*

## 1. Introducción

Con base a estudios realizados anteriormente por la Organización Mundial de la Salud (OMS), cerca de 1.3 millones de personas mueren por accidentes de tránsito en todo el mundo (OMS, 2017), y entre 20 y 50 millones padecen traumatismos no mortales, este último, se considera un problema de salud pública a nivel mundial. El 93% de las muertes por accidentes de tránsito se producen en países de ingresos bajos y medianos, que sólo cuentan con el 54% de los vehículos matriculados en todo el mundo; los peatones, ciclistas y conductores de vehículos de dos y tres ruedas son conocidos como usuarios vulnerables de la vía pública y estos representan el 50% de todas las muertes por accidentes de tránsito en el mundo. Los accidentes de tránsito son la principal causa de defunción en los niños y jóvenes de 5 a 28 años, y las personas entre 15 y 44 años de edad representan el 48% de las muertes en los accidentes de tránsito en todo el mundo. (Sánchez D., 2018).

Cálculos internacionales realizados por la OMS señalan que, por los accidentes viales, los países asumen costos que oscilan entre 1% y 3% del Producto Interno Bruto (PIB), que además del tratamiento médico y la pérdida de productividad de los afectados, incluye el tiempo de trabajo y estudio que pierden las familias para atender a los lesionados.

Es por esto, que es de gran importancia estudiar la consistencia del diseño geométrico de carreteras ya que está estrechamente relacionado con la seguridad vial, la salud pública y la economía mundial, se busca entonces, generar un estado del arte que permita identificar las principales categorías de estudio que se han desarrollado y las que se podrán desarrollar a futuro.

## 2. Revisión de literatura

### ESTADO DEL ARTE

Un estado del arte es un proceso para conocer cómo se ha abordado un tema investigativo, siguiendo el paso a paso del problema a tratar, para identificar su estado de desarrollo más avanzado de búsqueda. El estado de arte es necesario para un tema investigativo, ya que este permite compartir, resumir, recopilar y organizar la información y los avances de una manera más concisa, estableciendo comparaciones con diferentes conocimientos paralelos y presentando diferentes posibilidades de comprender el campo específico de estudio, asumiendo una postura crítica y concreta frente al tema, evitando repetir estudios y duplicar esfuerzos, convergiendo en una visión global como principio de cualquier tema de investigación, contribuyendo al campo científico, generando nuevas posturas, problemas e hipótesis.

Este proceso se puede hacer en 2 pasos generales:

1. Búsqueda, selección, organización y disposición de fuentes de información para un tratamiento racional y coherente.
2. Integración de la información a partir de lo encontrado en las fuentes, y de la hermenéutica del proceso, mostrando los conceptos básicos unificadores.

Un estado del arte busca trascender el conocimiento y crear un nuevo enfoque a partir de la información existente del tema tratado, algunos de los objetivos buscados son:

- Obtener datos relevantes de los enfoques teóricos, tendencias y metodologías del objeto de estudio.
- Describir el desarrollo alcanzado en torno al tema de interés.
- Reunir todo el conocimiento existente que permita justificar el alcance de la investigación.
- Estudiar la evolución que ha tenido el tema investigativo.
- Determinar las diferentes ramas de enfoque que se le ha dado al problema.
- Organizar la información existente para su sistematización, permitiendo una mejor comprensión.
- Generar nuevas interpretaciones y posturas frente al tema estudiado.
- Identificar campos de menor auge y posibles vacíos en torno al tema.

## 3. Metodología

La metodología empleada para este trabajo está basada en el uso de motores de búsqueda, algunos de ellos fueron, Scopus, Google Scholar, World Wide Science, Scientific Electronic Library Online, ScienceResearch, estos permitieron el acceso a diferentes archivos que brindaron la suficiente información para reunir, compilar y representar de una manera sencilla, los parámetros definidos en anteriores estudios sobre la consistencia en el diseño de

carreteras y además, generar o descubrir nuevas tendencias o metodologías investigativas para el mismo.

#### 4. Resultados y discusión.

##### Consideraciones de velocidad:

Dentro de las consideraciones de velocidad y en base a las investigaciones a lo largo de la historia se han identificado diferentes variables dependientes que favorecen en la evaluación de la consistencia del diseño geométrico, y están definidas así: ( $V_{85}$ ) La velocidad de operación es la elegida por el conductor cuando conduce bajo velocidad a flujo libre y normalmente es representada por el percentil 85 de velocidad de los vehículos;  $\Delta V_{85}$ : es la diferencia de velocidad operacional entre elementos, se obtiene de la resta de la velocidad operacional de dos elementos (tangente de entrada con la mitad de la curva horizontal o entre la mitad de curvas horizontales);  $\Delta_{85}V$ : Es percentil 85 de las diferencias de velocidad operacional y se determina realizando el seguimiento de cada vehículo a través de los elementos, el valor final resulta de calcular el percentil 85 a la resta de la velocidad en la tangente y a la mitad de curva para cada vehículo en la muestra; 85MSR: es el percentil 85 de la máxima reducción de velocidad, para su cálculo es necesario observar varios puntos en la tangente de entrada y al interior de la curva horizontal, de los cuales, se selecciona el valor máximo y mínimo respectivamente, el resultado final será el percentil 85 de la muestra que se compone de la resta del valor máximo de velocidad en la tangente y el valor mínimo en la curva horizontal para cada vehículo; 85MSI: es el percentil 85 del máximo incremento de velocidad y se obtiene al calcular el percentil 85 de la resta de la velocidad máxima en la tangente de salida y la velocidad mínima en la curva horizontal para cada individuo; finalmente,  $\Delta_{85}VBP$ : Es el percentil 85 de la diferencias en velocidad entre puntos consecutivos en la curva horizontal.

##### Predicción de velocidad de operación ( $V_{85}$ ):

Esta sección pretende condensar las ecuaciones y modelos matemáticos usados tanto en investigaciones pasadas como en los últimos años, para la predicción de la velocidad de operación.

Tabla 1. Resumen predicción de velocidad

Autor (es)	Año	Metodología	Ecuación	Parámetros
Lamm et al	1986	Mediante regresión lineal y estudio de 322 secciones, se concluye que el radio de la curva es la variable independiente que causa mayor efecto en la velocidad.	$V_{85} = 94.398 - \frac{3188.656}{R}$	R: radio de la curva V85: velocidad operacional
Kanellaidis et al	1990	Consideraron la velocidad operacional como factor básico del diseño de elementos y consistencia de diseño en el alineamiento horizontal, utilizaron la regresión lineal de datos geométricos y de velocidad en 58 curvas	$V_{85} = 129.88 - 623.1/R^{1/2}$	R: radio de la curva V85: velocidad operacional

Autor (es)	Año	Métodología	Ecuación	Parámetros
Islam et al	1994	Desarrollaron modelos para la estimación de velocidad operacional en el punto de curvatura (PC), mitad de curva (MC) y punto de tangencia (PT) en KPH.	$V_{85PC} = 95.41 - 1.48D - 0.012D^2$ $V_{85MC} = 103.30 - 2.41D - 0.029D^2$ $V_{85PT} = 96.11 - 1.07D$	D: Grado de curvatura en curvas horizontales
Voigt & Krammes	1996	Desarrollaron unos modelos basados en los datos recolectados por Krammes et al [1995], estos estiman la velocidad operacional de los vehículos en la mitad de la curva horizontal, donde por punto se realizó mínimo 100 observaciones, las variables independientes fueron el grado de curvatura (D), la longitud de curva (Lc), el peralte (e) y el ángulo de deflexión (delta).	$V_{85} = 102.0 - 2.08D + 40.33e$ $V_{85} = 99.66 - 1.69D + 0.014L_c - 0.13\Delta + 71.82e$	e: Peralte. Lc: Longitud de curva horizontal. D: Grado de curvatura.
McFadden & Eleftheriadou	1997	A partir de datos obtenidos en 78 elementos establecieron 2 modelos para la estimación de la velocidad operacional en curvas horizontales, se consideró como variable independiente significativa la velocidad en la tangente de entrada.	$V_{85} = 41.62 - 1.29D - 0.0049L_c$ $V_{85} = 41.62 - 1.29D - 0.0049L_c - 0.12\Delta + 0.95V_t$	Lc: Longitud de la curva D: Grado de curvatura Vt: Velocidad operacional en la tangente de entrada
Echaveguren & Saez	2001	La ecuación de velocidad de percentil 85, se asocia a variables geométricas y son de tipo lineal, estas han presentado las mejores correlaciones e incluye variables tales como: curvatura, peralte, ángulo de deflexión, etc.	$V_{85} = \hat{a}_0 - \hat{a}_i/R$ $V_{85} = \hat{a}_0 - \hat{a}_i/R^{\frac{1}{2}}$	â: Coeficientes de regresión. R: radio de la curvatura
Figueroa & Tarko	2007	A partir de su investigación en el 2005 desarrollaron modelos para la estimación de velocidad, en curvas horizontales, tangentes, en transiciones de aceleración y desaceleración.	$V_T = 58.994 - 1.470PSL_{50} - 0.030TR - 0.087GRA - 1.004RES + 0.005SD - 2.770 \times 10^{-6}SD^2 + 0.032TW + 0.015PSW + 0.554GSW + 0.034USW$ $V_C = 51.973 + 0.003SD - 2.639RES - 2.296DC + 7.748SE - 0.624SE^2$ $V_d = V_T - 0.6553(V_T - V_C) + 0.03299L_d$ $V_a = V_T - 0.7164(V_T - V_C) + 0.0221L_a$	Vt: Velocidad tangente. PSL50: Variable indicadora de velocidad límite rotulada de 50MPH. TR: Porcentaje de vehículos pesados. GRA: Pendiente de la carretera. RES: Variable indicadora del desarrollo residencial cuando se presenta más de 10 accesos. SD: distancia de visibilidad. TW: Ancho de la vía. PSW: ancho total de paseo pavimentado. GSW: Ancho total de paseo en grava. USW: ancho total de paseo no tratado. SE: valor del peralte. Vc: Vel curva horizontal. Ld: Longitud de transición de desaceleración La: Longitud de transición de aceleración. Vd: Velocidad en transición de desaceleración Va: Velocidad en transición de aceleración

Autor (es)	Año	Metodología	Ecuación	Parámetros
Perez et al	2010	Consiste en dos modelos de velocidad de operación, uno para curvas horizontales y otro para tangentes, estos modelos se construyeron mediante reglas de construcción y tramos de aceleración y desaceleración considerando la velocidad continua en cada vehículo. El modelo de velocidad de operación para curvas considera el radio como la variable de mayor influencia, por lo que se desarrollaron dos modelos diferentes, para radio superior o inferior a 400 m, teniendo como referencia un radio mínimo de 70 m.	$400m < R \leq 950m;$ $V_{85} = 97.4254 - \frac{3310.94}{R}$ $70m < R \leq 400m;$ $V_{85} = 102.048 - \frac{3990.26}{R}$	R: radio de la curva V85: velocidad operacional
Llopis et al	2018	Considerando variables como alineación horizontal, radio, (CCR) Tasa de cambio de curvatura, y ángulo de deflexión de la curva horizontal, se obtuvo que la variable que tuvo mayor influencia en la velocidad de operación fue el radio horizontal. Los modelos que se muestran a continuación están basados en el estudio de análisis de camiones cargados y descargados.	$V_{85L} = 73.76 - 46.45/e^{0.0072 \cdot R} R^2 Adj = 0.60$ $V_{85U} = 87.55 - 60.37/e^{0.0102 \cdot R} R^2 Adj = 0.74$	V85L es el percentil de velocidad para camiones cargados (km/h); V85U es el percentil de velocidad para camiones sin carga (Km/h); R es el radio de la curva horizontal (m); R2 es el coeficiente de determinación ajustado.

Fuente: Elaboración propia.

### Modelos desarrollados para otro tipo de variables dependientes:

A continuación, se presenta otro tipo de variables dependientes desarrolladas en las últimas dos décadas, que contribuyen al estudio de la consistencia del diseño de carreteras en base a diferentes métodos y tecnologías.

Tabla 2. Modelos de otras variables dependientes

Variable/Autor (es)	Metodología	Modelo/Ecuación
$\Delta V_{85}$ : Choueiri et al. Y Al-Masaeid et al. Año 1995	Se define como la diferencia de velocidad operacional entre elementos y se calcula como la resta de la velocidad de operación de dos elementos	$\Delta V_{85} = 3.64 + 1.78 DC$ $\Delta V_{85} = 1.84 + 1.39 DC + 4.39 P_{con} + 0.07 G^2$ $\Delta V_{85} = 0.9433 DC + 0.0847 DF$
$\Delta 85V$ : Misagui y Hassan. Año 2005	Definido por el percentil 85 de la resta entre de velocidad entre la tangente de entrada y el punto en la mitad de la curva horizontal, identificaron que la relación entre $\Delta 85V$ y $\Delta V_{85}$ indica que el primero es 7,55km/h mayor que el segundo	$\Delta_{85}V = -198.74 + 21.42(V_T)^{\frac{1}{2}} + 0.11 DFC$ $-4.55 SW - 5.36 (curve - dir) + 1.30 G$ $+ 4.22 (dry flag)$ $R^2 = 0.889$

Variable/Autor (es)	Metodología	Modelo/Ecuación
85MSR: Mcfadden y Elefteriadou. Año 2000.	Establecieron como variable dependiente el 85MSR, que se calcula teniendo en cuenta puntos en la tangente de entrada y puntos en la curva horizontal, de donde se obtiene el valor máximo y mínimo respectivamente, finalmente, el resultado es la resta de estos dos últimos.	$85MSR = -14.90 + (0.144V_{85 @ PC200}) + (0.0153LAPT) + \left(\frac{954.55}{R}\right) R^2 = 0.71$ $85MSR = -0.812 + (998.19/R) + (0.017LAPT) R^2 = 0.60$
$\Delta 85VBP$ : Calero Valenzuela. Año 2015	Utilizó dos grupos de variables independientes, el primer grupo tuvo 56 variables medidas en campo y el segundo usó aquellas variables que influyen en la estimación de la variable dependiente.	$\Delta 85VBP$ = percentil 85 de las diferencias de velocidad entre puntos consecutivos de la misma curva horizontal

Parámetros		
DC es el grado de curvatura Pcon es la condición del pavimento G es la pendiente vertical DF es el ángulo de deflexión	Vt es la velocidad en la tangente. DFC es el ángulo de deflexión de la curva circular en grados. SW es el ancho de paseo. Curve-dir es la dirección de la curva 1 si es derecha. G es la pendiente vertical. Dry flag es la presencia de intersección en la curva 1 si existe	$V_{85 @ PC200}$ es el percentil 85 de velocidad a 200m del PC LAPT es la longitud de la tangente de entrada R es el radio de la curva

Fuente: Elaboración propia.

## Escalas de consistencia.

Para la evaluación de la consistencia del diseño geométrico de carreteras se usan dos criterios, uno por elementos simples y el otro por elementos sucesivos, también llamados elementos locales y globales. Los primeros se basan en el análisis de la consistencia de un elemento aislado del trazado de la vía analizado desde la diferencia entre la velocidad de operación y la velocidad de diseño, este modelo ayuda a detectar en qué elementos del trazado es más probable que ocurran accidentes. Los criterios globales en cambio, evalúan la consistencia de un tramo completo, a partir, de variables obtenidas del perfil de la velocidad de operación del tramo, este no permite ubicar el lugar donde se producirán los accidentes, pero sí ayudará a la estimación de la cantidad de los mismos.

### Elementos simples o locales

(Leisch y Leisch, 1997) propusieron un umbral partiendo de que un conductor adapta razonablemente su velocidad dentro de un límite establecido, estudiaron las velocidades de operación desarrolladas por vehículos ligeros y pesados, observaron que entre mayor era la diferencia entre estas velocidades, mayor era la tasa de accidentalidad.

$$| \text{Velocidad de operación de vehículo ligero} - \text{Velocidad de operación de vehículo pesado} | \leq 16 \text{ Km/h} \quad (1)$$

(Lamm y Choueriri, 1987) consideran a variable C11, llamada índice de consistencia, como la diferencia entre la velocidad de diseño de la curva y la velocidad de operación del conductor, proponen 3 niveles de consistencia:

- Nivel de consistencia 1, "Buen diseño" si se  $C11 \leq 10 \text{ km/h}$
- Nivel de consistencia 2, "Diseño justo" si  $10 \text{ Km/h} < C11 \leq 20 \text{ Km/h}$
- Nivel de consistencia 3 "Mal diseño" si  $C11 > 20 \text{ Km/h}$

(Lamm et al,1988) utilizaron la variable de tasa de cambio de curvatura y tasa de cambio de curvatura media del tramo considerando solo curva.

Buena	Aceptable	Pobre
$ CCR_{s_i} - \emptyset CCR_S  \leq 180$	$180 <  CCR_{s_i} - \emptyset CCR_S  \leq 360$	$ CCR_{s_i} - \emptyset CCR_S  > 360$
<i>donde <math>CCR_{s_i}</math> es la tasa de cambio de curvatura de la curva <math>i</math> (<math>\frac{gon}{km}</math>); y <math>\emptyset CCR_S</math> es la tasa de cambio de curvatura media del tramo de carretera</i>		

(Lamm et al,1999) Este criterio relaciona la velocidad de diseño y la velocidad de operación en un elemento del trazado, se clasifican de la siguiente manera:

Diseño "Bueno"	$V85-VD \leq 10 \text{ Km/h}$
Diseño "Regular"	$10\text{Km/h} < V85-VD < 20 \text{ Km/h}$
Diseño "Malo"	$V85-VD > 20 \text{ Km/h}$

(Fitzpatrick et al, 2003) Analizaron la relación entre los límites de velocidad en carreteras y la velocidad de diseño y de operación, curvas con:

$$Vd < 70 \text{ Km/h}, V85 < Vd, \text{ y viceversa.} \quad (2)$$

Así concluyeron que una curva era inconsistente cuando  $V85 > Vd$ , puesto que la curva se diseñó a una velocidad menor a la que realmente los conductores circulan por ella.

(Ng y Sayed, 2004) Desarrollaron una expresión para la estimación de accidentalidad a partir de diferentes parámetros de consistencia como velocidad de operación y velocidad de diseño.

$Y_{i,5} = e^{-3.380 * L^{0.8920}} * IMD^{0.5913} * e^{0.009091(V_{85} - V_d)}$	(3)
<p><i>donde <math>Y_{i,5}</math> es el número de accidentes en 5 años; <math>L</math> la longitud de la curva (Km);</i></p>	
<p><i><math>IMD</math> la intensidad media diaria de tráfico (<math>\frac{Vh}{día}</math>)</i></p>	

(Echaveguren y Vargas, 2012) este modelo fue desarrollado a partir del estudio de Lamm et al. [1987] mediante el cálculo de la velocidad de operación como un índice de consistencia (CI1) y el factor bT y bA. CI1 es definido como la diferencia entre la velocidad del diseño y la velocidad de operación, bT es el ángulo que arroja el medidor ball-bank usado para el estudio, bA es calculado mediante la ecuación:

$b_A = 9.13 - 0.29 (CI_1); R_a^2 = 0.86; S = 2.1^\circ$	(4)
---	-----

De donde se concluye:

- Para un "buen" nivel de consistencia,  $bA \leq 12^\circ$
- Para un nivel "regular" de consistencia,  $bA \leq 15^\circ$
- Para evitar una "mal" nivel de consistencia,  $bA \leq 17^\circ$ , en el peor de los casos  $bA \leq 20^\circ$

(AASHTO, 2011) los valores establecidos para bA son  $10^\circ$ ,  $12^\circ$  y  $14^\circ$  que corresponden a los valores de CI1 de -3, -10 y -17 (km/h) respectivamente.

Para curvas con radios menores de 250 m la consistencia puede considerarse así, sabiendo que bT es el ángulo medido en la prueba de velocidad (Ball Bank indicator):

1. “Buena” si bT está entre 9° y 12°
2. “Regular” si bT está entre 12° y 15°
3. “Pobre” si bT es mayor a 12°

### Elementos sucesivos o globales

(Polus & Mattar-Habib, 2004) desarrollaron dos variables fundamentales: la dispersión del perfil de velocidad de operación ( $\sigma$ ) y el área relativa ( $R_a$ ), esta última se define como el área encerrada entre el perfil de velocidad de operación y la velocidad de operación media dividida por el tramo de longitud de carretera, descrita en la ecuación (5):

$$R_a = \sum |a_i| / L \quad (5)$$

El modelo de consistencia global se definió a partir del parámetro de consistencia  $C$ , calculado con la siguiente expresión:

$$C = 2.808 * e^{-0.278 * R_a * \left(\frac{\sigma}{3.6}\right)} \quad (6)$$

Donde se considera:

- Bueno si  $C > 2$
- Aceptable si  $1 > C \geq 2$
- Pobre si  $C \leq 1$

(Garach et al, 2014) se basaron en el modelo de Polus y Mattar-Habib para mejorarlo y proponer el siguiente:

$$C = \frac{195.073}{\left(\frac{\sigma}{3.6} - 5.7933\right) * (4.1712 - R_a) - 26.6047} + 6.7826 \quad (7)$$

(Camacho-Torregrosa, 2015) proponen un modelo de consistencia, donde  $C$  es el parámetro de consistencia  $\left(S^{\frac{1}{3}}\right)$ , compuesto por dos variables: la velocidad de operación media  $\left(\overline{V85}\right)$  y la tasa de deceleración media  $\left(\overline{d85}\right)$ .

$$C = \sqrt[3]{\frac{\overline{V85}}{\overline{d85}}} \quad (8)$$

Donde:

- Es Buena si  $C \geq 3.25 \left(S^{\frac{1}{3}}\right)$
- Es Aceptable si  $2.55 \left(S^{\frac{1}{3}}\right) < C \leq 3.25 \left(S^{\frac{1}{3}}\right)$
- Es Pobre si  $C < 2.55 \left(S^{\frac{1}{3}}\right)$

### **Consideraciones de seguridad.**

El objetivo principal es una tarea de procesamiento de información y toma de decisiones, la geometría de la carretera y otros factores (incluido el entorno de la carretera, el clima, los dispositivos de control de tráfico, las condiciones del tráfico, etc.) son las entradas principales para la tarea de conducción, que tienen como resultado las acciones de control que se

traducen en operaciones de vehículos. El funcionamiento del vehículo puede observarse y caracterizarse mediante mediciones de tráfico (incluida la velocidad de funcionamiento, la ubicación lateral, etc.). Comprender cómo las características del conductor (en particular, la expectativa y el nivel de atención) afectan el procesamiento de la información del conductor es clave para comprender cómo la geometría de la carretera influye en las operaciones y la seguridad del vehículo.

### *Normas de trazado.*

La velocidad de diseño es conocida como velocidad de proyecto. Es aquella que define las características geométricas del trazado de un tramo de carretera en condiciones tanto de comodidad como de seguridad. Para esto, es necesario cumplir con las siguientes características al realizar un trazado que sea óptimo y que ayude al conductor a tener un buen desempeño en el trayecto. (Llopis Castelló, 2005):

- Condiciones topográficas y del entorno
- Características ambientales
- Consideración de la función de la vía dentro del sistema de transporte por carretera
- Homogeneidad del itinerario
- Condiciones económicas
- Distancias entre conexiones o accesos y sus tipologías

### *Alineamiento Horizontal*

La alineación de una carretera se compondrá de tres tipos de elementos a saber, segmentos de línea que forman parte de una línea circular, arcos que forman parte de un círculo y curvas de transición cuya curvatura cambia suave y continuamente. La curva de transición es el más complicado de los tres elementos de diseño. Entre varias opciones diferentes para la curva de transición, se emplea el método clotoide, que es el más utilizado universalmente. La heurística de un buen alineamiento horizontal, se constituye en dos etapas. La primera etapa busca en un área amplia y produce una línea por partes que se aproxima a la alineación de la carretera. La segunda etapa refina la solución para superar la inconsistencia entre la línea por partes y la carretera real de alineación. La solución final es un trazado de carreteras compuesto por segmentos de línea, curvas circulares y curvas de transición en una forma similar tal como la usan los ingenieros de carreteras en la práctica, puede funcionar potencialmente con modelos de alineación vertical para convertirse en modelos prometedores que son útiles para el trabajo práctico. (Yusin Lee; You-Ren Tsou; Hsiao-Liang Liu, 2000).

### *Alineamiento Vertical*

La longitud crítica del control de pendiente, los puntos de elevación fijos y la no superposición de curvas horizontales y verticales, son tres requisitos comunes en el diseño de alineación vertical de carreteras. Sin embargo, estas tres formas de restricciones no suelen abordarse en el análisis convencional de optimización de la alineación de carreteras, debido a la complejidad al considerarlas en la formulación matemática y la solución del problema. Se han aplicado muchas técnicas de optimización diferentes por investigadores para el análisis de alineación vertical, estos incluyen programación Schacke 1972; programación cuadrática Calonge 1973; varios métodos de búsqueda, como búsqueda directa, búsqueda aleatoria y

búsqueda de gradiente Haymon 1970; parametrización del estado Goh y Col. 1988; y más recientemente algoritmos genéticos GA Jong, 1998. Se observa que todos estos modelos han proporcionado diseños de alineación para cumplir con los requisitos operativos del vehículo de distancias visuales de seguridad y control de pendiente máximo. Sin embargo, simplemente cumpliendo las distancias visuales de seguridad y el grado máximo, los requisitos serían inadecuados. Un diseño de alineación vertical no es completar sin incorporar en el análisis la longitud crítica, consideración y el control no superpuesto de curvas horizontales y verticales. El diseño será óptimo si está en un análisis de optimización cuando todas las consideraciones estén incluidas.

### *Distancia de visibilidad*

La distancia mínima de visibilidad es calculada habitualmente a partir de la velocidad de diseño. Como ingeniero diseñador, se debe ser capaz de garantizar dicha visibilidad a lo largo de todo el tramo de carretera. Sin embargo, hay muchas circunstancias que afectan esta parte del diseño, un ejemplo de esto, es la situación donde los conductores conducen a mayor velocidad que la de diseño, y generalmente, sucede en gran parte del trayecto, por lo que esta visibilidad puede no ser suficiente en la mayoría de los puntos del trazado. (Llopis Castelló, 2005).

### *Estabilidad del vehículo*

Es necesario realizar un análisis de aceleración presente en un vehículo cuando circula por una curva horizontal, ya que se hace una suposición de que el vehículo permanece a velocidad constante en la curva circular, y por esto el componente de la aceleración tangencial es cero. El diagrama de fuerzas es utilizado para desarrollar las relaciones entre el peralte y el radio de la curva horizontal, que ayudará a entender de mejor manera cómo actúan las diferentes fuerzas en el vehículo a analizar. Estudios anteriores han analizado el comportamiento de la aceleración y deceleración en curvas horizontales. (Bonnenson, 2000) Estudió la deceleración e indicó que está relacionada con el cambio en el alineamiento horizontal, donde se inicia antes del punto de curvatura (PC) y termina posterior a dicho punto en el interior de la curva. (Figueroa y Tarko, 2007) Dedujeron que el 66% de la disminución y el 72% del incremento en velocidad sucede en la tangente de entrada y salida, respectivamente. Se reconoció también, que la aceleración y la deceleración se presentan en el interior de la curva horizontal. (AASHTO, 2011) Determina que en los hechos cotidianos, se divide la longitud de transición entre la tangente y la curva, evitando así ubicar la totalidad de longitud en uno de los dos elementos, de esta manera se sigue la trayectoria natural de los conductores.

### **Consideraciones de desempeño.**

El objetivo principal de la consistencia de diseño es brindar al conductor comodidad, eficiencia y seguridad, es por esto que las consideraciones de desempeño o rendimiento son fundamentales en el aumento o disminución de los errores en la operación del conductor. Un aspecto que afecta el rendimiento es la carga de trabajo del conductor, que se define como la tasa de tiempo a la que los conductores deben realizar una determinada cantidad de tareas de conducción que aumenta con la complejidad de las características geométricas de la carretera, se comprobó que los lugares con un gran volumen de trabajo estaban asociados a

altas tasas de accidentes. Por otro lado, la anticipación del conductor se relaciona directamente con la inconsistencia del diseño, ya que esta se define como los cambios en la alineación de la carretera que no están en sincronía con la reacción del conductor.

La apariencia agradable y consistente de una carretera, afecta directa o indirectamente el comportamiento y el rendimiento del conductor, el cumplimiento exacto de las normas del diseño no garantiza la obtención de un diseño satisfactorio y estéticamente agradable, por esto, y para lograr un aspecto uniforme y agradable en horizontal y vertical, se han definido recomendaciones tales como:

- Evitar tangentes largas y constantes.
- Evitar tangentes cortas entre curvas horizontales o verticales en la misma dirección.
- Las alineaciones deben ser lo más direccionales posibles y coherentes con los contornos naturales.
- Las alineaciones verticales deben ser perfiles fluidos.
- Para las alineaciones combinadas se debe considerar la relación entre el radio de curva horizontal y el radio de curva vertical ayudando así, a los conductores a tener una operación segura.

Un componente clave del diseño de carreteras múltiples son las intersecciones, estas proporcionan un buen funcionamiento y pueden lograr un rendimiento armonioso si hay una buena ubicación y configuración de las mismas. El espaciamiento de las intersecciones en las zonas rurales debe ser entre 3 y 8km y en zonas urbanas no mayores a 3km. (Gibreel et al, 1999).

En los cruces de carretera es común que se presente congestión haciendo que tanto conductores como peatones perciban retrasos y se expongan a mayores riesgos en carretera, es por esto que, se ha optado por buscar métodos alternativos de intercambios o cruces a los convencionales que puedan dar solución a dichos problemas. (Administración Federal de Carreteras, 2009) desarrolla un informe técnico “Intersecciones / Intercambios Alternativos”, que comprende cuatro diseños de intersecciones y dos diseños de intercambios, que ofrecen grandes ventajas frente a las intersecciones convencionales e intercambios de diamante, teniendo en cuenta las características del diseño geométrico de la carretera, problemas de seguridad y operatividad, acceso, costos, construcción, impacto ambiental, y aplicabilidad; una de dichas alternativas de intercambio es la llamada Intercambio de Diamante de Doble Cruce (DCD, por sus siglas en inglés), que tiene mucho en común con un diseño de intercambio de diamante convencional, la diferencia es que el DCD se adapta a los movimientos a la izquierda en arterias y carreteras de acceso limitado, algunas de estas intersecciones han sido construidas en países como Francia.

## **5. Conclusiones y futuras investigaciones**

El presente artículo resume de manera general, las metodologías y estudios realizados en trabajos de investigación pasados, sobre el estudio de la consistencia del diseño geométrico de carreteras, enfocado principalmente en carreteras rurales de dos carriles y categorizadas en tres principales áreas: consideraciones de velocidad, de seguridad y de desempeño. En base a la revisión bibliográfica, se establecen las siguientes conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones:

- Los estudios relacionados con las áreas de la consistencia del diseño muestran mayor auge hacia la rama de las consideraciones de velocidad, donde se observa, la

velocidad de operación como la base principal para evaluar la consistencia de carreteras, esta ha sido pionera en dichos estudios, al punto de tener diferentes modelos de predicción, en mejora a lo largo de los años y por distintos autores.

- Algunas variables independientes que presentaron mayor influencia en el factor velocidad fueron: radio de la curva, grado de curvatura, peralte, longitud de curva, ángulo de deflexión, velocidad en la tangente de entrada, tasa de cambio de curvatura y alineación horizontal; otros estudios desarrollaron modelos de velocidad de operación discriminando entre velocidad en curvas horizontales y en tangentes.
- Otro tipo de variables dependientes que contribuyen al estudio de la consistencia de carreteras, tienen en cuenta, además de los parámetros mencionados anteriormente, la pendiente vertical, la condición del pavimento, velocidad en la tangente, dirección de la curva, presencia de intersecciones, el ancho de paseo, velocidad de operación a 200m del PC, y longitud de la tangente de entrada.
- Las escalas de consistencia de diseño geométrico de carreteras están basadas en dos criterios: por elementos simples y por elementos sucesivos, donde el primero analiza un elemento aislado del trazado de la vía, teniendo en cuenta variables como: tasa de cambio de curvatura, velocidad de diseño y velocidad de operación; y el segundo evalúa la consistencia de un tramo completo, basados en el perfil de velocidad de operación, velocidad de operación media, tramo de longitud de carreteras y tasa de deceleración media.
- La definición de velocidad de diseño está desfasada en la mayoría de normas de trazado, ya que estas no incluyen ninguna comprobación a partir de la cual se determine si el comportamiento final del conductor es coherente a dicha velocidad o no. A pesar de que recientemente se han desarrollado ciertas investigaciones con el fin de actualizar la definición de la velocidad de diseño, estos conceptos no se han incluido todavía en las normas.
- Respecto a las consideraciones de seguridad, además de la geometría de la carretera y su entorno, se deben tener en cuenta y en estudio, otros factores como: el trazado de la vía, las condiciones del conductor, alineamientos tanto horizontal como vertical, distancia de visibilidad y estabilidad del vehículo. En cuanto a las consideraciones de desempeño, se busca brindar comodidad, eficiencia y seguridad al conductor, de tal manera que su desempeño en la vía sea óptimo. Como solución a problemas de rendimiento y seguridad se han buscado métodos de intercambios convencionales y alternativos que tienen en cuenta diferentes parámetros y que pueden lograr una mejor armonía entre usuario y carretera.

Las nuevas investigaciones priorizan estudios de mejoramiento para el diseño de carreteras basadas en nuevas tecnologías y metodologías, donde el desempeño y vida de los usuarios, el cuidado ambiental y la funcionalidad de la carretera deben primar. Algunos investigadores de la nueva era, proponen:

- Redes neuronales artificiales, son una técnica de gran aceptación en el ámbito científico ya que simulan las redes neuronales biológicas y las conexiones entre sí, estas se establecen mediante un proceso de aprendizaje que consiste en realizar ensayos y retroalimentación, buscando resolver problemas y obtener respuestas de la misma manera que lo haría un cerebro humano, de esta manera, se pueden obtener nuevos conceptos y variables de interés, que brinden una mejor evaluación de la consistencia de diseño geométrico de carreteras.
- Las reducciones de las emisiones de los vehículos terrestres pueden reducir impactos ambientales y económicos, siendo esta una posibilidad de promover o replantear el diseño de una infraestructura que reduzca la resistencia aerodinámica de los vehículos.

- Los nuevos programas de diseño de alineamientos horizontales y verticales, que adhieren todos los parámetros y algoritmos necesarios, son de gran importancia, ya que realizan un diseño óptimo para el usuario, y pueden generar nuevos avances en el proceso ingenieril de las carreteras.

## Agradecimientos

Al ingeniero Víctor Renan Castillo Ñañez, profesor de la Universidad del Cauca, por su entera confianza y disposición en la orientación de este artículo, por permitirnos recurrir a su capacidad y conocimiento para llevar a cabo este proyecto

## Referencias

- Bared, J. (2009). Double Crossover Diamond Interchange. *FHWA Publication*, 202, 1–4. <http://trid.trb.org/view.aspx?id=908520>
- BARRERA ARDILLA, L. M. (2012). Parámetros de seguridad vial para el diseño geométrico de carreteras. *Revista Digital Apuntes de Investigación*, 4(2248–7875).
- Bolívar Palomo, S. A., & Quintero Castiblanco, C. E. (2019). ANÁLISIS DEL ESTADO DE LAS VÍAS SECUNDARIAS EN COLOMBIA Y LA OPORTUNIDAD DE LA INGENIERÍA CIVIL PARA SU CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO PRESENTADO. 11(1), 1–14.
- Calero Valenzuela, C. A. (2015). Metodología para la Evaluación de la Consistencia de Diseño de Carreteras Rurales de Dos Carriles. *Universidad De Puerto Rico*, 1(9), 1689–1699. <https://hdl.handle.net/20.500.11801/840>
- Eboli, L., Guido, G., Mazzulla, G., & Pungillo, G. (2017). Experimental relationships between operating speeds of successive road design elements in two-lane rural highways. *Transport*, 32(2), 138–145. <https://doi.org/10.3846/16484142.2015.1110831>
- Echaveguren, T., & Vargas-Tejeda, S. (2013). A model for estimating advisory speeds for horizontal curves in two-lane rural roads. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 40(12), 1234–1243. <https://doi.org/10.1139/cjce-2012-0549>
- Fwa, T. F. (1989). Highway vertical alignment analysis by dynamic programming. *Transportation Research Record*, 1239, 1–9.
- Gibreel, G. M., Easa, S. M., Hassan, Y., & El-Dimeery, I. A. (1999). State of the art of highway geometric design consistency. *Journal of Transportation Engineering*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(1999\)125:4\(305\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(1999)125:4(305))
- Hassan, Y., & Easa, S. M. (2003). Effect of vertical alignment on driver perception of horizontal curves. *Journal of Transportation Engineering*, 129(4), 399–407. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(2003\)129:4\(399\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(2003)129:4(399))
- Lee, Y., Tsou, Y. R., & Liu, H. L. (2009). Optimization method for highway horizontal alignment design. *Journal of Transportation Engineering*, 135(4), 217–224. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(2009\)135:4\(217\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(2009)135:4(217))
- Llopis-Castelló, D. (2017). *Desarrollo de una metodología para el diseño y mejora de carreteras convencionales a partir del análisis de la seguridad vial mediante modelos de consistencia*. <https://riunet.upv.es/handle/10251/100271>
- Llopis-Castelló, D., González-Hernández, B., Pérez-Zuriaga, A. M., & García, A. (2018). Speed Prediction Models for Trucks on Horizontal Curves of Two-Lane Rural Roads. *Transportation Research Record*, 2672(17), 72–82. <https://doi.org/10.1177/0361198118776111>

- Luque, R., & Castro, M. (2016). Highway geometric design consistency: Speed models and local or global assessment. *International Journal of Civil Engineering*, 14(6), 347–355. <https://doi.org/10.1007/s40999-016-0025-2>
- Morcillo, L. G., Poyo, F. J. C., Fernández, M. P., & de Oña, J. (2014). Measurement of Road Consistency on Two-lane Rural Highways in Granada (Spain). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 162(Panam), 237–242. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.204>

## ANEXO 3. FICHA N°1 RESEÑA BIBLIOGRÁFICA

Título	STATE OF THE ART OF HIGHWAY GEOMETRIC DESIGN CONSISTENCY		
Autor	G. M. Gibreel, S. M. Easa, Member, ASCE, Y. Hassan, I. A. El-Dimeery		
Individual			
Colectivo	X		
Institucional		Sigla	
Publicación			
Editorial		Ciudad:	Fecha: Julio/Agosto 1999
Revista	JOURNAL OF TRANSPORTATION ENGINEERING	Volumen: 125:305-313	Número:
Monografía o Tesis	Universidad: Título: Fecha:	Pregrado: Especialización: Maestría: Doctorado:	
Capítulo:	Título:	Libro:	
Distintos documentos	Investigación sin publicar:	Audiolibro:	Otro:
Resúmen: Lograr la consistencia del diseño geométrico de las carreteras es un tema importante en el diseño y la evaluación de las carreteras rurales para lograr una operación de tráfico suave y segura. Este artículo presenta una revisión exhaustiva de la literatura sobre la coherencia del diseño geométrico de las carreteras, principalmente en carreteras rurales de dos carriles en América del Norte y Europa. El trabajo de investigación anterior sobre la consistencia del diseño geométrico de carreteras se clasifica en tres áreas principales: Consideraciones de velocidad; consideraciones de seguridad; y consideraciones de desempeño. Las consideraciones de velocidad abordan los diferentes efectos de los parámetros geométricos en la predicción de la velocidad de operación. En función de la velocidad de funcionamiento, se puede evaluar la consistencia del diseño de los elementos de la carretera. Las consideraciones de seguridad explican las diferentes relaciones entre la seguridad vial y los elementos de la carretera / tráfico, la estabilidad del vehículo y las mejoras de bajo costo. Las consideraciones de rendimiento abordan los diferentes efectos sobre la carga de trabajo del conductor, la anticipación del conductor, la estética de la carretera y el diseño de intercambio. Con base en esta revisión, se propone un marco para la consistencia del diseño de carreteras y se sugieren recomendaciones para el trabajo de investigación futuro sobre la consistencia del diseño, incluida la necesidad de desarrollar modelos de consistencia de velocidad operativa basados en análisis 3D.		Palabras Claves: Consideraciones de velocidad, Elemento único, Elementos sucesivos, consideraciones de seguridad. Accidentes de tráfico, Alineación horizontal, Estabilidad del vehículo, Mejoras de bajo costo, consideraciones de rendimiento	
Institución que tiene el documento:			
Observaciones:		Código:	Número:
		Núcleo Temático:	Documento:

<b>Título</b>	OPERANTING SPEED MODELS ON HORIZONTAL CURVES FOR TWO-LANE HIGHWAY		
<b>Autor</b>	R. D. K. Shallam, M. Ali Ahmed		
<b>Individual</b>			
<b>Colectivo</b>	X		
<b>Institucional</b>			<b>Sigla</b>
<b>Publicación</b>			
<b>Editorial</b>		<b>Ciudad: Mumbai-India</b>	<b>Fecha: Diciembre 2014</b>
<b>Revista</b>		<b>Volumen:</b>	<b>Número:</b>
<b>Monografía o Tesis</b>	<b>Universidad:</b> <b>Título:</b> <b>Fecha:</b>	<b>Pregrado:</b> <b>Especialización:</b> <b>Maestría:</b> <b>Doctorado:</b>	
<b>Capítulo:</b>	<b>Título:</b>	<b>Libro:</b>	
<b>Distintos documentos</b>	<b>Investigación sin publicar:</b>	<b>Audiolibro:</b>	<b>Otro:</b>
<b>Resúmen:</b> El propósito de este artículo consiste en desarrollar ecuaciones de predicción de velocidad de curva utilizando datos recopilados en 10 curvas horizontales de la carretera. Se encontró que el radio de curvatura, la distancia visual y el ángulo de desviación tenían una relación significativa con la velocidad de funcionamiento. Tres ecuaciones fueron desarrollados y el radio de curvatura tuvo el impacto máximo en la velocidad de operación en la porción circular de la curva horizontal, mientras que la distancia de visión y el ángulo de desviación tuvieron el máximo impacto en la velocidad de operación en la entrada de la curva.		<b>Palabras Claves:</b> -Curvas horizontales -Velocidad de operación -Parámetros geométricos -Velocidad de diseño	
<b>Institución que tiene el documento:</b> 11th Transportation Planning and Implementation Methodologies for Developing Countries, TPMDc 2014,			
<b>Observaciones:</b>		<b>Código: 1</b>	<b>Número: 2</b>
		<b>Núcleo Temático:</b> consideraciones de velocidad	<b>Documento:</b>

<b>Título</b>	EFECTO DE LA COHERENCIA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO EN LA SEGURIDAD VIAL		
<b>Autor</b>	Joanne CW Ng and Tarek Sayed		
<b>Individual</b>			
<b>Colectivo</b>	X		
<b>Institucional</b>		<b>Sigla</b>	
<b>Publicación</b>			
<b>Editorial</b>		<b>Ciudad:</b>	<b>Fecha: Febrero 2004</b>
<b>Revista</b>	Canadian Journal of Civil Engineering	<b>Volumen: 31</b>	<b>Número: 2004</b>
<b>Monografía o Tesis</b>	<b>Universidad:</b> <b>Título:</b> <b>Fecha:</b>	<b>Pregrado:</b> <b>Especialización:</b> <b>Maestría:</b> <b>Doctorado:</b>	
<b>Capítulo:</b>	<b>Título:</b>	<b>Libro:</b>	
<b>Distintos documentos</b>	<b>Investigación sin publicar:</b>	<b>Audiolibro:</b>	<b>Otro:</b>
<b>Resúmen:</b> Los objetivos de este estudio son investigar y cuantificar la relación entre la consistencia del diseño y la seguridad vial. Se utiliza una base de datos completa de accidentes y diseños geométricos de carreteras rurales de dos carriles para investigar el efecto de varias medidas de coherencia del diseño en la seguridad vial. Se desarrollan varios modelos de predicción de accidentes que incorporan medidas de coherencia del diseño. El enfoque de regresión lineal generalizada se utiliza para el desarrollo de modelos. Los modelos se pueden utilizar como una herramienta cuantitativa para la evaluación del impacto de la coherencia del diseño en la seguridad vial. Se presenta una aplicación donde se compara la capacidad de los modelos de predicción de accidentes que incorporan medidas de consistencia de diseño con aquellos que se basan en características de diseño geométrico. Se encuentra que los modelos que consideran explícitamente la consistencia del diseño pueden identificar las inconsistencias de manera más efectiva y reflejar los impactos resultantes en la seguridad con mayor precisión que aquellos que no lo hacen.		<b>Palabras Claves:</b>	
		-Consistencia de diseño geométrico -Seguridad vial -Cuantificación -Modelos de predicción de accidentes	
<b>Institución que tiene el documento:</b>			
<b>Observaciones:</b>		<b>Código: 1</b>	<b>Número: 3</b>
		<b>Núcleo Temático: Seguridad vial</b>	<b>Documento: Artículo</b>

Título	A model for estimating advisory speeds for horizontal curves in two-lane rural roads.		
Autor	Tomás Echaveguren y Sergio Vargas-Tejeda		
Individual			
Colectivo	X		
Institucional		Sigla	
Publicación			
Editorial	Canadian Journal of Civil Engineering	Ciudad: CHILE	Fecha: 2 de agosto del 2013
Revista		Volumen:	Número:
Monografía o Tesis	Universidad: Título: Fecha:	Pregrado: Especialización: Maestría: Doctorado:	
Capítulo:	Título:	Libro:	
Distintos documentos	Investigación sin publicar:	Audiolibro:	Otro:
<b>Resúmen:</b> Las curvas horizontales se diseñan utilizando una velocidad de diseño, que es la velocidad utilizada para determinar las características geométricas de las carreteras. En curvas pronunciadas, los conductores a veces exceden la velocidad de diseño. Dependiendo de la diferencia entre la velocidad de diseño y la velocidad operativa, los conductores pueden enfrentarse a situaciones de riesgo, que pueden mitigarse mediante señales que informen a los conductores sobre las velocidades recomendadas. Las velocidades recomendadas en las curvas horizontales normalmente se estiman en función de la aceleración lateral para una velocidad de conducción máxima, en la que la comodidad es baja. Este artículo propone un modelo analítico para estimar las velocidades recomendadas en función de las lecturas del "Ball-Bank" y los conceptos de consistencia. Los datos de campo se obtuvieron utilizando un indicador digital de banco de bolas, un acelerómetro y un registrador de GPS. Se obtuvieron lecturas en 24 secciones de prueba a velocidades entre 40 y 110 km/h.		<b>Palabras Claves:</b> - curva horizontal - "Ball-Bank" - velocidad recomendada - consistencia del diseño geométrico. - Modelo Koorey	
Institución que tiene el documento: Lahore University of Management Sciences			
Observaciones:		Código: 4	Número: 4
		Núcleo Temático: Velocidad de operación	Documento: Artículo

<b>Título</b>	Speed Prediction Models for Trucks on Horizontal Curves of Two-Lane Rural Roads		
<b>Autor</b>	Llopis-Castelló, D., González-Hernández, B., Pérez-Zuriaga, A. M., & García, A		
<b>Individual</b>			
<b>Colectivo</b>	X		
<b>Institucional</b>		<b>Sigla:</b>	
<b>Publicación</b>			
<b>Editorial</b>		<b>Ciudad:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revista</b>	Journal of the transportation research board	<b>Volumen:</b>	<b>Número:</b>
<b>Monografía o Tesis</b>	<b>Universidad:</b> <b>Título:</b> <b>Fecha:</b>	<b>Pregado:</b> <b>Especialización:</b> <b>Maestría:</b> <b>Doctorado:</b>	
<b>Capítulo:</b>	<b>Título:</b>	<b>Libro:</b>	
<b>Distintos documentos</b>	Investigación sin publicar:	<b>Audiolibro:</b>	<b>Otro:</b>
<b>Resúmen:</b>		<b>Palabras Claves:</b>	
<p>La seguridad vial está estrechamente relacionada con la consistencia del diseño geométrico, que generalmente se evalúa examinando la velocidad de operación. La mayoría de los modelos de coherencia solo tienen en cuenta las velocidades de los conductores, aunque la interacción entre los conductores y los vehículos pesados juega un papel fundamental en la seguridad vial. Esto se debe al hecho de que hay muy pocos modelos para estimar las velocidades de los vehículos pesados. Este estudio tiene como objetivo desarrollar modelos de predicción de velocidad para vehículos pesados en curvas horizontales de caminos rurales de dos carriles. Para ello, se recogieron perfiles continuos de velocidad mediante el uso de dispositivos de seguimiento del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) en 11 tramos de carretera. Las velocidades de los camiones se analizaron en 105 curvas horizontales. Los resultados mostraron que el radio de la curva horizontal y la pendiente en el punto de curvatura tienen una influencia significativa en las velocidades de los vehículos pesados. Además, se identificaron diferentes tendencias para camiones cargados y descargados, por lo que se calibraron diferentes modelos de velocidad para cada uno de ellos. Como resultado, las velocidades de los vehículos pesados se vieron afectadas negativamente por pendientes superiores al 3 %. Este fenómeno fue mayor para los camiones cargados que para los descargados. Finalmente, los modelos de velocidad percentil 85 y 15 calibrados se compararon con los desarrollados previamente. Como conclusión, se recomienda el uso de los modelos propuestos en este estudio en las carreteras rurales españolas de dos carriles debido principalmente a las diferentes características de los vehículos pesados en todo el mundo, por lo que se calibraron diferentes modelos de velocidad para cada uno de ellos.</p>		<p>Consistencia del diseño geométrico, Velocidad percentil 85, Velocidad percentil 15, Métodos analíticos, vehículos pesados</p>	
<b>Observaciones:</b>		<b>Código:</b> 5	<b>Número:</b> 5
		<b>Núcleo Temático:</b> Velocidad de operación en vehículos pesados	<b>Documento:</b> Artículo

<b>Título</b>	ANÁLISIS DEL ESTADO DE LAS VÍAS SECUNDARIAS EN COLOMBIA Y LA OPORTUNIDAD DE LA INGENIERÍA CIVIL PARA SU CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO		
<b>Autor</b>	Bolívar Palomo, S. A., & Quintero Castiblanco, C. E.		
<b>Individual</b>			
<b>Colectivo</b>	X		
<b>Institucional</b>		<b>Sigla</b>	
<b>Publicación</b>			
<b>Editorial</b>		<b>Ciudad: Bogotá, Colombia</b>	<b>Fecha: 2019</b>
<b>Revista</b>		<b>Volumen:</b>	<b>Número:</b>
<b>Monografía o Tesis</b>	Universidad: Universidad Católica de Colombia Título: ANÁLISIS DEL ESTADO DE LAS VÍAS SECUNDARIAS EN COLOMBIA Y LA OPORTUNIDAD DE LA INGENIERÍA CIVIL PARA SU CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO	<b>Pregrado:</b>	X
		<b>Especialización:</b>	
		<b>Maestría:</b>	
		<b>Doctorado:</b>	SI
<b>Capítulo:</b>	<b>Título:</b>	<b>Libro:</b>	
<b>Distintos documentos</b>	Investigación sin publicar:	<b>Audiolibro:</b>	<b>Otro:</b>
<b>Resúmen:</b> El enfoque inicial de la investigación del proyecto es el de realizar un análisis del estado y cantidad de vías secundarias que tiene el país, además de los planes de ejecución, construcción y mantenimiento de la misma, y la postura de las distintas entidades y sectores responsabilizados de este proceso, encaminado a futuros proyectos que involucren la expansión y mejoramiento de la red. Además de los tiempos, inversión y administración de esta, aspectos técnicos y acciones que ayuden a mitigar el déficit de la red vial nacional. Posteriormente se representan los grandes y posibles beneficios socioeconómicos que se proporcionarían a las zonas afectadas, el realizar un debido proceso del manejo y desarrollo de la red, del cual el estado sería el garante de nivel de participación que conllevaría al aumento de la oportunidad laboral para el campo referente a la ingeniería civil, que actúa de manera paralela al desarrollo de la infraestructura.		<b>Palabras Claves:</b>	
Institución que tiene el documento: Universidad católica de Colombia			
<b>Observaciones:</b>		<b>Código: 6</b>	<b>Número: 6</b>
		<b>Núcleo Temático: Desarrollo Vial en Colombia</b>	<b>Documento: Tesis</b>

Título	Effect of vertical alignment on driver perception of horizontal curves. Journal of Transportation Engineering		
Autor	Hassan, Y., & Easa, S. M.		
Individual			
Colectivo	X		
Institucional		Sigla	
Publicación			
Editorial		Ciudad:	Fecha: Agosto 2003
Revista	REVISTA DE INGENIERÍA DEL TRANSPORTE © ASCE	Volumen:	Número:
Monografía o Tesis	Universidad: Título: Fecha:	Pregrado:	
		Especialización:	
		Maestría:	
		Doctorado:	
Capítulo:	Título:	Libro:	
Distintos documentos	Investigación sin publicar:	Audiolibro:	Otro:
Resúmen: La percepción del conductor de las características de la carretera, es un factor humano importante que puede afectar considerablemente la seguridad vial y la consistencia del diseño geométrico, y debe abordarse en el diseño de la carretera. Una percepción errónea de la vía puede dar lugar a actuaciones que comprometan la seguridad vial. Estudios previos han demostrado que las alineaciones horizontales y verticales combinadas pueden causar una percepción errónea de la curvatura horizontal. En este artículo, se examina analíticamente la hipótesis de que la percepción del conductor de la curvatura horizontal se ve afectada por la superposición de la alineación vertical. Se seleccionó la animación por ordenador como método de presentación tridimensional de la perspectiva de la carretera y se descubrió que producía una vista realista de la carretera. Se entrevistó a una muestra de conductores para determinar el radio de una curva horizontal en una pendiente nivelada que pareciera igual al radio de una curva horizontal superpuesta con una curva vertical. El análisis estadístico mostró que la curvatura horizontal parecía consistentemente más nítida cuando se superponía con una curva de cresta y consistentemente más plana cuando se superponía con una curva de hundimiento. Las mediciones de campo de los perfiles de velocidad operativa en una muestra seleccionada de alineaciones combinadas confirmaron que, para la muestra seleccionada de alineaciones, el comportamiento del conductor en las curvas horizontales dependía de la curva vertical superpuesta en lugar de la pendiente vertical de la tangente de aproximación.		Palabras Claves: Diseño de carreteras; Comportamiento del conductor; Alineación; Curvatura.	
Institución que tiene el documento:			
Observaciones:		Código: 7	Número: 7
		Núcleo Temático:	Documento: Artículo

<b>Título</b>	Possible design procedure to promote design consistency in highway geometric design on two-lane rural roads		
<b>Autor</b>	Ruediger Lamm, Elias M. Choueiri, Jhon C. Hayward & Anand Paluri		
<b>Individual</b>			
<b>Colectivo</b>	x		
<b>Institucional</b>		<b>Sigla</b>	
<b>Publicación</b>			
<b>Editorial</b>		<b>Ciudad:</b> New York	<b>Fecha:</b>
<b>Revista</b>	Transportation research record 1195	<b>Volumen:</b>	<b>Número:</b>
<b>Monografía o Tesis</b>	<b>Universidad:</b> <b>Título:</b> <b>Fecha:</b>	<b>Pregrado:</b>	
		<b>Especialización:</b>	
		<b>Maestría:</b>	
		<b>Doctorado:</b>	
<b>Capítulo:</b>	<b>Título:</b>	<b>Libro:</b>	
<b>Distintos documentos</b>	<b>Investigación sin publicar:</b>	<b>Audiolibro:</b>	<b>Otro:</b>
<b>Resúmen:</b> Este estudio pretende adoptar para Estados Unidos, pautas y criterios usados en Alemania, Francia, Suiza y Suecia, buscando así, corregir deficiencias en el alineamiento horizontal de las carreteras, por ende, mejorar la seguridad vial en carreteras rurales de dos carriles e identificar elementos peligrosos que requieran cambios abruptos de velocidad para ser corregidos.		<b>Palabras Claves:</b>	
		Velocidad operacional Velocidad de diseño Alineamiento horizontal Radio de curva Peralte Longitud de curva Distancia de visibilidad	
<b>Institución que tiene el documento:</b>			
<b>Observaciones:</b>		<b>Código:</b> 8	<b>Número:</b> 8
		<b>Núcleo Temático:</b> Seguridad vial	<b>Documento:</b>

<b>Título</b>	New geometric design consistency model based on operating speed profiles for road safety evaluation		
<b>Autor</b>	Francisco J. Camacho-Torregrosa, Ana M. Pereza-Zuriaga, J Manuel Campoy-Ungría		
<b>Individual</b>			
<b>Colectivo</b>	X		
<b>Institucional</b>		<b>Sigla</b>	
<b>Publicación</b>			
<b>Editorial</b>		<b>Ciudad: Valencia, España</b>	<b>Fecha: 2012</b>
<b>Revista</b>	Accident Analysis and Prevention	<b>Volumen:</b>	<b>Número: 2915</b>
<b>Monografía o Tesis</b>	<b>Universidad:</b>	<b>Pregrado:</b>	
	<b>Título:</b>	<b>Especialización:</b>	
	<b>Fecha:</b>	<b>Maestría:</b>	
		<b>Doctorado:</b>	
<b>Capítulo:</b>	<b>Título:</b>	<b>Libro:</b>	
<b>Distintos documentos</b>	<b>Investigación sin publicar:</b>	<b>Audiolibro:</b>	<b>Otro:</b>
<b>Resúmen:</b> Esta investigación se basa en el análisis de la consistencia del diseño geométrico vial, valor que será una medida del nivel de seguridad del tramo de camino rural de dos carriles. El modelo de consistencia presentado en este documento se basa en la consideración de perfiles de velocidad de funcionamiento continuo. Los modelos utilizados para su construcción se obtuvieron utilizando un método innovador de recopilación de datos GPS que se basa en perfiles de velocidad de funcionamiento continuo registrados de conductores individuales. Se construyeron perfiles de velocidad operativa para 33 tramos de carreteras rurales españolas de dos carriles y se comprobaron varias medidas de consistencia basadas en la velocidad operativa global y local. El modelo de consistencia final se basa en la velocidad media y reducción de velocidad, se obtuvieron modelos de aceleración y desaceleración basados en el radio de la curva y 14 variables a partir de los perfiles de velocidad de operación		<b>Palabras Claves:</b> Carretera segura. medidas sustitutas, Consistencia de diseño, velocidad de operación, estimación de accidentes	
<b>Institución que tiene el documento:</b>			
<b>Observaciones:</b>		<b>Código: 9</b>	<b>Número: 9</b>
		<b>Núcleo Temático:</b>	<b>Documento:</b>

<b>Título</b>	Operating speed prediction models for tangent sections of two-lanes rural highways in Oklahoma State		
<b>Autor</b>	Avijit Maji, Dharamveer Singh, Naman Agrawal y Musharraf Zaman		
<b>Individual</b>			
<b>Colectivo</b>	x		
<b>Institucional</b>		<b>Sigla</b>	
<b>Publicación</b>			
<b>Editorial</b>		<b>Ciudad:</b> Oklahoma	<b>Fecha:</b> 23 de octubre de 201
<b>Revista</b>	Revista internacional de investigación de transporte	<b>Volumen:</b>	<b>Número:</b>
<b>Monografía o Tesis</b>	<b>Universidad:</b> <b>Título:</b> <b>Fecha:</b>	<b>Pregrado:</b> <b>Especialización:</b> <b>Maestría:</b> <b>Doctorado:</b>	
<b>Capítulo:</b>	<b>Título:</b>	<b>Libro:</b>	
<b>Distintos documentos</b>	<b>Investigación sin publicar:</b>	<b>Audiolibro:</b>	<b>Otro:</b>
<b>Resúmen:</b> En este estudio, las características geométricas (p. ej., ancho de la calzada y la banquina), las características del pavimento (p. ej., el tipo de banquina, el número de patines y el índice de rugosidad internacional) y los parámetros de tráfico (p. ej., el límite de velocidad publicado y el tráfico diario promedio) se analizaron ampliamente para identificar los factores significativos y desarrollar modelos de predicción de velocidad del percentil 85 mejor ajustados para las secciones tangentes de las carreteras rurales de dos carriles. Se desarrollaron tres modelos, que representan todas las carreteras, carreteras con límites de velocidad más bajos y carreteras con límites de velocidad más altos, utilizando un análisis de regresión lineal múltiple paso a paso. Aproximadamente el 80% de los datos de 251 ubicaciones en el estado de Oklahoma, Estados Unidos, se utilizaron en el desarrollo del modelo y el 20% para la validación.		<b>Palabras Claves:</b>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calzadas de dos carriles</li> <li>- Sección tangente</li> <li>- Modelo de predicción de velocidad</li> <li>- Regresión multilínea por pasos</li> <li>- Pavimento características</li> <li>- Límite de velocidad publicado</li> </ul>	
<b>Institución que tiene el documento:</b>			
<b>Observaciones:</b>		<b>Código:</b> 1	<b>Número:</b> 10
		<b>Núcleo Temático:</b> Velocidad de Operación	<b>Documento:</b> Artículo

<b>Título</b>	Classification of driving workload affected by highway alignment conditions based on classification and regression tree algorithm		
<b>Autor</b>	Jiangbi Hu & Ronghua Wang		
<b>Individual</b>			
<b>Colectivo</b>	X		
<b>Institucional</b>		<b>Sigla</b>	
<b>Publicación</b>			
<b>Editorial</b>		<b>Ciudad:</b>	<b>Fecha:</b> 3/agosto/17
<b>Revista</b>	Traffic injury prevention	<b>Volumen:</b>	<b>Número:</b>
<b>Monografía o Tesis</b>	<b>Universidad:</b> Universidad de Beijing <b>Título:</b> <b>Fecha:</b>	<b>Pregrado:</b>	
		<b>Especialización:</b>	
		<b>Maestría:</b>	
		<b>Doctorado:</b>	
<b>Capítulo:</b>	<b>Título:</b>	<b>Libro:</b>	
<b>Distintos documentos</b>	Investigación sin publicar:	<b>Audiolibro:</b>	<b>Otro:</b>
<b>Resúmen:</b> Este estudio pretende clasificar la carga de trabajo de conducción en relación con los factores humanos afectados principalmente por las condiciones geométricas de la carretera, para determinar umbrales seguros y cómodos para cada clasificación de carga de trabajo. La metodología usada en esta investigación fue en base a una revisión de literatura y por medio de pruebas en campo, donde se realizaron toma de datos fisiológicos y análisis estadísticos en 72 participantes, (36 automovilistas y 36 camioneros), en seis carreteras con diferentes diseños geométricos, definiendo así, que la variabilidad de la frecuencia cardiaca es un factor representativo para cuantificar la carga de trabajo de conducción; mediante clasificación y regresión de estos resultados se propone un modelo de cálculo para carga de trabajo.		<b>Palabras Claves:</b>	
		Ingeniería de carreteras, carga de trabajo de conducción, factores humanos, variabilidad del ritmo cardiaco, clasificación y árbol de regresión.	
<b>Institución que tiene el documento:</b>			
<b>Observaciones:</b>		<b>Código:</b> 1	<b>Número:</b> 11
		<b>Núcleo Temático:</b> Carga de trabajo	<b>Documento:</b>

<b>Título</b>	Effect of road geometry on driver fatigue in monotonous environments: A simulator study.		
<b>Autor</b>	Behzad Farahmand, Amin Mirza Boroujerdian.		
<b>Individual</b>			
<b>Colectivo</b>	X		
<b>Institucional</b>		Sigla	
<b>Publicación</b>			
<b>Editorial</b>		Ciudad: Iran	Fecha: 17 de junio de 2018
<b>Revista</b>	EL SEVIER	Volumen:	Número:
<b>Monografía o Tesis</b>	Universidad: Título: Fecha:	Pregrado: Especialización: Maestría: Doctorado:	
<b>Capítulo:</b>	Título:	Libro:	
<b>Distintos documentos</b>	Investigación sin publicar:	Audiolibro:	Otro:
<b>Resúmen:</b> La fatiga del conductor, inducida por la monotonía de las tareas, puede aumentar el riesgo de accidentes de tráfico. Las carreteras generalmente se diseñan con pocos cambios geométricos para que sea posible viajar a alta velocidad. Estas condiciones, cuando se combinan con entornos repetitivos y libres de estímulos, crean una experiencia de conducción monótona que puede provocar divagaciones mentales y desinterés por las tareas, y posteriormente afectar el rendimiento del conductor. Este artículo se centra en la relación entre la geometría de la carretera y el nivel de vigilancia del conductor en entornos monótonos. Por lo tanto, se desarrolló un experimento de simulador de conducción con tres escenarios diferentes, que se originaron a partir de tres carreteras existentes en áreas rurales de Irán, con niveles bajos, moderados y altos de variedad geométrica. Los participantes condujeron durante 45 min en cada escenario y sus movimientos de volante (SWM), Se analizó la desviación estándar de los movimientos del volante (SDSWM) y la capacidad de posicionamiento en el carril (indexada por el área entre la trayectoria y la línea central de la carretera (ABTC)). Los resultados indicaron un efecto significativo del diseño vial en el posicionamiento del carril ( $P < .001$ ). El valor medio de los ABTC totales mostró una mejora del rendimiento del 11,3 y el 20,6 % para escenarios con una variedad geométrica moderada y alta, respectivamente. Además, se observó un efecto significativo del tiempo en la tarea en SWM y SDSWM ( $P < .001$ ). Sin embargo, la tasa de deterioro fue considerablemente menor en escenarios con mayor variedad geométrica. Este trabajo puede ayudar a desarrollar contramedidas más eficientes contra la monotonía con respecto a las características del diseño geométrico de la carretera.		<b>Palabras Claves:</b> - geometría de la carretera - fatiga del conductor - Simulador de manejo - Carretera segura - ambiente monótono	
<b>Institución que tiene el documento:</b>			
<b>Observaciones:</b>		<b>Código:</b> 1	<b>Número:</b> 11
		<b>Núcleo Temático:</b> Carga del conductor	<b>Documento:</b> Artículo

<b>Título</b>	Investigating the Effects of Mental Workload on Highway Safety		
<b>Autor</b>	Karim Habib, Amr Shalkamy ans Karim El-Basyouny		
<b>Individual</b>			
<b>Colectivo</b>	X		
<b>Institucional</b>		<b>Sigla</b>	
<b>Publicación</b>			
<b>Editorial</b>		<b>Ciudad: Edmonton, Canadá.</b>	<b>Fecha: 2019</b>
<b>Revista</b>	Journal of the transportation research board	<b>Volumen: 2673 (7)</b>	<b>Número: 619-029</b>
<b>Monografía o Tesis</b>	<b>Universidad:</b> <b>Título:</b> <b>Fecha:</b>	<b>Pregrado:</b> <b>Especialización:</b> <b>Maestría:</b> <b>Doctorado:</b>	
<b>Capítulo:</b>	<b>Título:</b>	<b>Libro:</b>	
<b>Distintos documentos</b>	Investigación sin publicar:	<b>Audiolibro:</b>	<b>Otro:</b>
<b>Resúmen:</b> El presente estudio considera importante estudiar las causas principales de los errores humanos, ya que estos representan aproximadamente el 95% de las causas de colisiones de vehículos, buscando correlacionar la seguridad vial con la carga de trabajo mental, siendo esta última un factor crucial que garantiza que los conductores tomen decisiones adecuadas; los datos usados en la investigación son de Alberta, Canadá y las calificaciones se asignaron en función de la presencia de 4 características geométricas: intersecciones, curvas horizontales, curvas verticales y cambios en la sección transversal. El respectivo análisis de los resultados muestran que la carga de trabajo mental tiene un efecto significativo en la seguridad de las carreteras de dos sentidos y dos carriles, y que este debe ser integrado en el proceso de diseño geométrico.		<b>Palabras Claves:</b>	
		-Carga de trabajo mental - Intersecciones -Curvas horizontales -Curvas verticales -Diseño geométrico -Seguridad vial	
<b>Institución que tiene el documento:</b>			
<b>Observaciones:</b>		<b>Código: 1</b>	<b>Número: 13</b>
		<b>Núcleo Temático: Carga de trabajo</b>	<b>Documento:</b>

<b>Título</b>	Impact of roadway geometric features on crash severity on rural two-lane highways		
<b>Autor</b>	Nima Haghighi, Xiaoyue Cathy Liu, Guohui Zhang, Richard J. Porter		
<b>Individual</b>			
<b>Colectivo</b>	X		
<b>Institucional</b>		<b>Sigla</b>	
<b>Publicación</b>			
<b>Editorial</b>		<b>Ciudad: EEUU</b>	<b>Fecha: Junio del 2018</b>
<b>Revista</b>	EL SEVIER	<b>Volumen:</b>	<b>Número:</b>
<b>Monografía o Tesis</b>	<b>Universidad:</b> <b>Título:</b> <b>Fecha:</b>	<b>Pregrado:</b>	
		<b>Especialización:</b>	
		<b>Maestría:</b>	
		<b>Doctorado:</b>	
<b>Capítulo:</b>	<b>Título:</b>	<b>Libro:</b>	
<b>Distintos documentos</b>	<b>Investigación sin publicar:</b>	<b>Audiolibro:</b>	<b>Otro:</b>
<b>Resúmen:</b> Este estudio examina el impacto de una amplia gama de características geométricas de las carreteras en los resultados de gravedad de los choques ocurridos en carreteras rurales de dos carriles. Argumentando que los datos de accidentes tienen una estructura jerárquica que debe abordarse en el procedimiento de modelado. Además, la mayoría de los estudios anteriores ignoraron el impacto de las características geométricas en los tipos de accidentes al desarrollar modelos de gravedad de accidentes. Su hipótesis es que es más probable que las características geométricas determinen el tipo de choque junto con otras características de los ocupantes, ambientales y del vehículo, determinando así el resultado de la gravedad del siniestro. Este documento presenta una aplicación de modelos multinivel para capturar con éxito tanto la estructura jerárquica de los datos de accidentes como el impacto indirecto de las características geométricas en la gravedad del accidente.		<b>Palabras Claves:</b>	
		Característica geométrica Vía Rural Gravedad del accidente Estructura jerarquica Tipo de accidente	
<b>Institución que tiene el documento:</b>			
<b>Observaciones:</b>		<b>Código: 1</b>	<b>Número:14</b>
		<b>Núcleo Temático:</b> Diseño geométrico de carreteras rurales de dos carriles	<b>Documento:</b> Artículo

<b>Título</b>	The Interrelationships between speed limits, geometry and driver behavior		
<b>Autor</b>	Peter T. Savolainen, Omar Smadi, Raha Hamzeie, Brendan Russo and Skylar Knickerbocker		
<b>Individual</b>			
<b>Colectivo</b>			
<b>Institucional</b>	Iowa State University	<b>Sigla</b>	
<b>Publicación</b>	Institute for Transportation		
<b>Editorial</b>		<b>Ciudad: Iowa, Estados Unidos</b>	<b>Fecha: 2018</b>
<b>Revista</b>	Center for transportation Research and Education	<b>Volumen:</b>	<b>Número:</b>
<b>Monografía o Tesis</b>	Universidad: Iowa State University Título: The Interrelationships between speed limits, geometry and driver behavior Fecha:	<b>Pregrado:</b> <b>Especialización:</b> <b>Maestría:</b> <b>Doctorado:</b>	
<b>Capítulo:</b>	<b>Título:</b>	<b>Libro:</b>	
<b>Distintos documentos</b>	Investigación sin publicar:	<b>Audiolibro:</b>	<b>Otro:</b>
<b>Resúmen:</b> La velocidad ha sido un enfoque extenso de la investigación de la seguridad vial que se remonta al trabajo de la década de 1960 que mostró que el riesgo de colisión (es decir, la probabilidad de estar involucrado en una colisión) era mayor entre los vehículos que viajaban a velocidades significativamente superiores a la velocidad promedio del tránsito. Varios estudios han demostrado que los aumentos en la velocidad promedio y la variación de la velocidad tienden a estar asociados con un aumento en las tasas de accidentes o muertes. Estos resultados respaldan los límites de velocidad máximos legales, que se publican para informar a los conductores sobre la velocidad más alta que se considera segura y razonable para las condiciones ideales de tráfico, carretera y clima. La literatura de investigación existente ha demostrado consistentemente que las muertes aumentan con límites más altos. Un estudio longitudinal reciente de las tendencias de mortalidad en las carreteras interestatales rurales de los Estados Unidos mostró que los estados con límites máximos de 70 mph experimentaron un 31 % más de muertes que los estados con límites máximos de 60-65 mph y los estados con límites de 75 mph experimentaron un 54 % más de muertes. La investigación sugiere que estos impactos negativos en la seguridad pueden deberse a las diferencias en la velocidad media y la variación de la velocidad en las carreteras donde existen diferentes límites de velocidad.		<b>Palabras Claves:</b>	
<b>Institución que tiene el documento:</b>			
<b>Observaciones:</b>		<b>Código: 1</b>	<b>Número: 16</b>
		<b>Núcleo Temático: Condiciones de seguridad</b>	<b>Documento: Artículo</b>

## ANEXO 4. FICHA N°2 DESCRIPTIVA

Autor:	G. M. Gibreel, S. M. Easa, Member, ASCE, Y. Hassan, I. A. El-Dimeery				
Título:	STATE OF THE ART OF HIGHWAY GEOMETRIC DESIGN CONSISTENCY				
<b>1. Aspectos Formales:</b>					
1.1 Tipo Autor	Individual:		Colectivo: Sí.		Institucional:
1.2 Tipo Documento:	Libro:	Artículo: X	Capítulo:	Investigación NO Publicada:	Trabajo de grado: Audio Visual:
2. Asunto investigado	La consistencia del diseño geométrico de carreteras rurales de dos carriles para vehículos livianos.				
2.1 Temas:	Estado del arte que recopila hasta la fecha de 1999 información sobre las consideraciones de seguridad, velocidad y rendimiento, que influyen en la consistencia del diseño geométrico de carreteras.				
2.2 Subtemas:	<p><b>CONSIDERACIONES DE VELOCIDAD</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Predicción de velocidad:</li> <li>* Medidas de coherencia:</li> <li>- Elemento único</li> <li>- Elementos Sucesivos</li> </ul> <p><b>CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alineación horizontal</li> <li>- Alineamiento vertical</li> <li>- Mejoras de bajo costo</li> <li>- Estabilidad del vehículo.</li> </ul> <p><b>CONSIDERACIONES DE RENDIMIENTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estética de la carretera</li> <li>- Diseño de intercambio</li> <li>- Carga del conductor</li> <li>- Anticipación del conductor</li> </ul>				
2.3 Problemas:	Problema de salud pública mundial: Accidentes en carreteras.				
<b>3. Delimitación Contextual</b>					
3.1 Espacial	A nivel mundial				
3.2 Temporal	Fecha o periodo: Se presenta antes del siglo XXI y se conserva en la actualidad.				
3.3 Sujetos Investigados:	Vehículos livianos. Carreteras rurales de dos carriles				
4. Propósitos:	<p>4.1 Explícito: Generar estado del arte de la consistencia de diseño geométrico vial</p> <p>4.2 Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudiar las diferentes ramas que influyen en un correcto análisis de la consistencia del diseño geométrico de carreteras rurales de dos carriles.</li> <li>- Evitar y/o disminuir el número de accidentes viales.</li> <li>- Sugerencias y conclusiones para futuras investigaciones.</li> </ul>				
<b>5. Enfoque</b>					
5.1 Disciplina	Ingeniería Civil: Diseño geométrico de carreteras.				
5.2 Paradigma Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consideraciones de velocidad</li> <li>- Consideraciones de seguridad.</li> <li>- Consideraciones de rendimiento.</li> </ul>				
5.3 Referentes Teóricos	Bibliografía				
5.4 Conceptos principales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consideraciones de velocidad</li> <li>- Consideraciones de seguridad.</li> <li>- Consideraciones de rendimiento.</li> </ul>				
5.5 Hipótesis:	Condensar la información existente hasta el año 1999 generando un estado del arte de la consistencia del diseño geométrico de carreteras rurales de dos carriles.				
5.6 Tesis:	Estado del arte de la consistencia del diseño geométrico de carreteras rurales de dos carriles.				
5.7 Tipo de Investigación	Exploratoria:	Descriptiva:		Correlacional:	Explicativa:
6. Metodología	6.1 Cualitativa:	6.2 Cuantitativa:		6.3 Mixta: X	

<b>Autor:</b>	R. D. K. Shallam, M. Ali Ahmed					
<b>Título:</b>	OPERANTING SPEED MODELS ON HORIZONTAL CURVES FOR TWO-LANE HIGHWAY					
<b>1. Aspectos Formales:</b>						
<b>1.1 Tipo Autor</b>	<b>Individual:</b>		<b>Colectivo: Si</b>		<b>Institucional:</b>	
<b>1.2 Tipo Documento:</b>	<b>Libro:</b>	<b>Artículo:</b> X	<b>Capítulo:</b>	<b>Investigación NO Publicada:</b>	<b>Trabajo de grado:</b>	<b>Audio Visual:</b>
<b>2.Asunto investigado</b>	Velocidad operacional					
<b>2.1 Temas:</b>	Factores físicos pueden influir en la velocidad en las carreteras de dos carriles.					
<b>2.2 Subtemas:</b>	- Modelos de velocidad operacional - Curvas horizontales					
<b>2.3 Problemas:</b>	La velocidad de operación en un alineamiento montañoso					
<b>3. Delimitación Contextual</b>						
<b>3.1 Espacial</b>	carreteras de dos carriles en la ciudad de Shillong, India					
<b>3.2 Temporal</b>	Fecha o periodo: A partir de diciembre del 2014 y se conserva en la actualidad					
<b>3.3 Sujetos Investigados:</b>	- Vehículos livianos - Carretera de dos carriles - Curvas horizontales. - Velocidad operacional					
<b>4. Propósitos:</b>	4.1 Explícito: Generar modelos de velocidad operacional en curvas horizontales carreteras de dos carriles.					
	4.2 Objetivos: - Desarrollar ecuaciones específicas del sitio para el 85 percentil de velocidad de operación en una alineación montañosa en la entrada, tangentes de salida y en la porción circular usando características geométricas de las curvas como radio, ángulo de desviación y distancia visual.					
<b>5. Enfoque</b>						
<b>5.1 Disciplina</b>	Ingeniería Civil: Diseño geométrico de carreteras.					
<b>5.2 Paradigma Conceptual</b>	Consideraciones de velocidad					
<b>5.3 Referentes Teóricos</b>	Bibliografía					
<b>5.4 Conceptos principales</b>	Consideraciones de velocidad					
<b>5.5 Hipótesis:</b>	Desarrollar modelos de velocidad operacional para carretera de dos carriles					
<b>5.6 Tesis:</b>	velocidad de operación en alineamientos montañosos					
<b>5.7 Tipo de Investigación</b>	<b>Exploratoria:</b>	<b>Descriptiva:</b>		<b>Correlacional:</b>	<b>Explicativa:</b>	
<b>6. Metodología</b>	<b>6.1 Cualitativa:</b>		<b>6.2 Cuantitativa: X</b>		<b>6.3 Mixta:</b>	

Autor:	Joanne CW Ng and Tarek Sayed				
Título:	EFECTO DE LA COHERENCIA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO EN LA SEGURIDAD VIAL				
<b>1. Aspectos Formales:</b>					
1.1 Tipo Autor	Individual:		Colectivo: X		Institucional:
1.2 Tipo Documento:	Libro:	Artículo: X	Capítulo:	Investigación NO Publicada:	Trabajo de grado:      Audio Visual:
2.Asunto investigado	Consistencia del diseño geométrico				
2.1 Temas:	Evaluación del impacto de la consistencia del diseño geométrico en la seguridad vial				
2.2 Subtemas:	-Accidentes -Tráfico -Elementos geométricos				
2.3 Problemas:	Relación entre la consistencia del diseño geométrico de carreteras y la seguridad vial				
<b>3. Delimitación Contextual</b>					
3.1 Espacial	Carreteras rurales de dos carriles en Okanagan y Kootenay de la provincia de British Columbia, Canadá				
3.2 Temporal	Fecha o periodo: A partir de 2004				
3.3 Sujetos Investigados:	-Carreteras rurales de dos carriles -Curvas horizontales -Tangentes -Accidentes de tránsito				
4. Propósitos:	4.1 Explícito: Generar modelos matemáticos que representen el impacto o efectos de la consistencia del diseño geométrico en la seguridad vial				
	4.2 Objetivos: Investigar y cuantificar la relación entre la consistencia del diseño geométrico y la seguridad vial				
<b>5. Enfoque</b>					
5.1 Disciplina	Ingeniería civil: diseño geométrico de carreteras				
5.2 Paradigma Conceptual	Consideraciones de seguridad				
5.3 Referentes Teóricos	-Ministerio de Transporte de la Columbia Británica. -Sistema de Gestión de Información de Tráfico -Bibliográfico				
5.4 Conceptos principales	Seguridad vial				
5.5 Hipótesis:	Modelos de evaluación del impacto de la consistencia del diseño geométrico de carreteras en la seguridad vial				
5.6 Tesis:	Efecto de la consistencia de diseño geométrico en la seguridad vial				
5.7 Tipo de Investigación	Exploratoria:	Descriptiva:		Correlacional:	Explicativa:
6. Metodología	6.1 Cualitativa:		6.2 Cuantitativa: X		6.3 Mixta:

<b>Autor:</b>	Tomás Echaveguren y Sergio Vargas-Tejeda					
<b>Título:</b>	A model for estimating advisory speeds for horizontal curves in two-lane rural roads.					
<b>1. Aspectos Formales:</b>						
<b>1.1 Tipo Autor</b>	Individual: X		Colectivo:		Institucional:	
<b>1.2 Tipo Documento:</b>	Libro:	Artículo: X	Capítulo:	Investigación NO Publicada:	Trabajo de grado:	Audio Visual:
<b>2. Asunto investigado</b>	Velocidades recomendadas en función de las lecturas del "Ball-bank" y los conceptos de consistencia.					
<b>2.1 Temas:</b>	Velocidad de operación					
<b>2.2 Subtemas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Velocidad y consistencia en curvas horizontales simples</li> <li>- Estimación de la velocidad aconsejada en curvas horizontales</li> <li>- Consistencia geométrica en curvas horizontales</li> <li>- Calibración del modelo de Koorey para establecer la velocidad recomendada</li> </ul>					
<b>2.3 Problemas:</b>	Diferencia entre la velocidad de diseño y la velocidad operativa					
<b>3. Delimitación Contextual</b>						
<b>3.1 Espacial</b>	Los dispositivos de medición fueron montados en un automóvil liviano representativo de la flota de vehículos livianos de Chile					
<b>3.2 Temporal</b>	Fecha o periodo: A partir del 2012					
<b>3.3 Sujetos Investigados:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Velocidad de operación</li> <li>- Estimación de la velocidad aconsejada en curvas horizontales</li> <li>- Calibración del modelo Koorey</li> </ul>					
<b>4. Propósitos:</b>	<p>4.1 Explícito: Modelar las velocidades de operación recomendadas para la consistencia del diseño geométrico vial.</p> <p>4.2 Objetivos: - Estimar la velocidad recomendada, mediante la combinación de métodos basados en la aceleración lateral y la evaluación de la consistencia de curvas horizontales únicas. - Calibrar el modelo de Koorey para velocidades recomendadas para curvas horizontales.</p>					
<b>5. Enfoque</b>						
<b>5.1 Disciplina</b>	Ingeniería Civil: Diseño geométrico de vías					
<b>5.2 Paradigma Conceptual</b>	Consideraciones de velocidad					
<b>5.3 Referentes Teóricos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AASHTO. 2011. Una política de diseño geométrico de carreteras y calles. 6to. edición Asociación Estadounidense de Funcionarios de Transporte y Carreteras Estatales. Washington DC.</li> <li>- Bonneson, J. 2000. Peralte, métodos de distribución y diseños de transición.</li> <li>- Lamm, R. y Choueiri, E. 1987. Recomendaciones para la evaluación de Coherencia de diseño basada en investigaciones en el estado de Nueva York</li> </ul>					
<b>5.4 Conceptos principales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Velocidad de operación</li> <li>- Calibración del modelo de Koorey</li> </ul>					
<b>5.5 Hipótesis:</b>	Modelar las velocidades de operación recomendadas para la consistencia del diseño geométrico vial.					
<b>5.6 Tesis:</b>	Estimación de la velocidad aconsejada en curvas horizontales					
<b>5.7 Tipo de Investigación</b>	Exploratoria:	Descriptiva:		Correlacional:	Explicativa:	
<b>6. Metodología</b>	6.1 Cualitativa:		6.2 Cuantitativa: X		6.3 Mixta:	

Autor:	Llopis-Castelló, D., González-Hernández, B., Pérez-Zuriaga, A. M., & García, A					
Título:	Speed Prediction Models for Trucks on Horizontal Curves of Two-Lane Rural Roads					
<b>1. Aspectos Formales:</b>						
1.1 Tipo Autor	Individual:		Colectivo: X		Institucional:	
1.2 Tipo Documento:	Libro:	Artículo: X	Capítulo:	Investigación NO Publicada:	Trabajo de grado:	Audio Visual:
2.Asunto investigado	Influencia del diseño geométrico vial en las velocidades de los vehículos pesados					
2.1 Temas:	Velocidad operacional para vehículos pesados.					
2.2 Subtemas:	- Análisis del modelo de velocidad percentil 85 - Análisis del modelo de velocidad percentil 15					
2.3 Problemas:	Existen relativamente pocos modelos para predecir la velocidad de operación de los vehículos pesados. Por esta razón, la mayoría de los modelos de coherencia se basan únicamente en el perfil de velocidad de funcionamiento de los turismos.					
<b>3. Delimitación Contextual</b>						
3.1 Espacial						
3.2 Temporal	Fecha o periodo: A partir del 2015 en adelante					
3.3 Sujetos Investigados:	Velocidad de operación Velocidad percentil 15 Vehículos pesados Modelos de predicción de velocidad.					
4. Propósitos:	4.1 Explícito: analizar la influencia del diseño geométrico vial en las velocidades de los vehículos pesados y desarrollar modelos de predicción de velocidad en curvas horizontales de caminos rurales de dos carriles. 4.2 Objetivos: - Análisis de la velocidad en el percentil 85 en vehículos pesados - Análisis de la velocidad en el percentil 15 en vehículos pesados.					
<b>5. Enfoque</b>						
5.1 Disciplina	Ingeniería Civil, Diseño geométrico de vías					
5.2 Paradigma Conceptual	Consideraciones de velocidad en vehículos pesados					
5.3 Referentes Teóricos	-Study conception and design: Llopis-Castello, D.,Perez-Zuriaga, A. M., and Garcia, A. - Data collection: Llopis-Castello, D., Perez-Zuriaga, A. M., and Garcia, A. - Analysis and interpretation of results: Llopis Castello', D., Pérez-Zuriaga, A. M., and Gonzalez Hernandez, B. - Draft manuscript preparation: Llopis-Castello, D. and Gonzalez-Hernandez, B.					
5.4 Conceptos principales	Análisis en la velocidad percentil 85 en vehículos pesados Análisis en la velocidad percentil 15 en vehículos pesados					
5.5 Hipótesis:	La investigación parte de dos hipótesis. El primero es que la pendiente de la carretera, que no tiene influencia en las velocidades de los automóviles de pasajeros, produce velocidades más bajas para los vehículos pesados en las mejoras. La segunda hipótesis es que la diferencia de velocidad entre vehículos pesados de peso similar es muy pequeña.					
5.6 Tesis:	Influencia del diseño geométrico vial en las velocidades de los vehículos pesados					
5.7 Tipo de Investigación	Exploratoria: X	Descriptiva:		Correlacional:	Explicativa:	
6. Metodología	6.1 Cualitativa:	6.2 Cuantitativa:		6.3 Mixta: X		

Autor:	Bolívar Palomo, S. A., & Quintero Castiblanco, C. E.		
Título:	ANÁLISIS DEL ESTADO DE LAS VÍAS SECUNDARIAS EN COLOMBIA Y LA OPORTUNIDAD DE LA INGENIERÍA CIVIL PARA SU CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO		
1. Aspectos Formales:			
1.1 Tipo Autor	Individual:	Colectivo: X	
1.2 Tipo Documento:	Libro:    Artículo:	Capítulo:    Investigación NO Publicada:	Institucional: Trabajo de grado: X    Audio Visual:
2. Asunto investigado	Desarrollo y ejecución de las vías secundarias en Colombia		
2.1 Temas:	- El déficit de infraestructura vial respecto a las vías de segundo orden en el país - Características a tener en cuenta para seccionar las vías que cumplen con un buen estado		
2.2 Subtemas:	- HISTORIA DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL SECUNDARIA Y EL DESARROLLO EN COLOMBIA. - IMPACTO DE LAS VÍAS SECUNDARIAS EN LAS ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS. - PANORAMA DEL POSCONFLICTO EN LAS VÍAS SECUNDARIAS. - RED SECUNDARIA, PRIMORDIAL EN EL DESARROLLO NACIONAL. - INVERSIÓN REQUERIDA EN LA INFRAESTRUCTURA.		
2.3 Problemas:	¿Cuál es la cantidad y el estado actual de las vías secundarias en Colombia y la oportunidad de la ingeniería civil para su construcción y mantenimiento?		
3. Delimitación Contextual			
3.1 Espacial	La investigación se base en Colombia		
3.2 Temporal	Fecha o periodo: a partir del año 2019		
3.3 Sujetos Investigados:	- Infraestructura vial secundaria colombiana - Consistencia de diseño geométrico - Vías secundarias y su impacto socioeconómico		
4. Propósitos:	<p>4.1 Explícito: Analizar la información sobre la cantidad y el estado actual de las vías secundarias en Colombia y la oportunidad de la ingeniería civil para su construcción y mantenimiento, mediante la recopilación de datos cuantitativos y cualitativos arrojados por fuentes secundarias y terciarias</p> <p>4.2 Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigar la información de cantidades, características y zonas con oportunidad de desarrollo y ejecución de la construcción de vías secundarias por medio de valores arrojados por entidades como INVIAS, DNP, ANI y departamentos</li> <li>- Revisar y determinar los rangos de la información sobre cantidades y estado de las vías secundarias</li> <li>- Describir los hallazgos tanto cuantitativos como cualitativos y la oportunidad de ejecución de construcción de vías secundarias en lo que respecta al mejoramiento de estas, proyección nacional que el gobierno y entidades tienen pensado, y beneficio del trabajo de la ingeniería civil en la red secundaria</li> </ul>		
5. Enfoque			
5.1 Disciplina	Ingeniería Civil, diseño geométrico de vías		
5.2 Paradigma Conceptual	la línea de Gestión Territorial donde se realizó un análisis cuantitativo y cualitativo de vías departamentales		
5.3 Referentes Teóricos	<p>1. MINISTERIO DE TRANSPORTE E INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, «Manual de diseño geométrico de carreteras.» Bogotá D.C., 2008.</p> <p>2. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, «CONPES 3857,» Bogotá D.C., 2016.</p> <p>3. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, «Patrimonio vial red de carreteras nacionales.» Bogotá D.C. 1997.</p> <p>4. Y. A. TITO, Infraestructura de transporte en Colombia, 1a. ed. ed., Colombia: Fedesarrollo, 2013, pp. 1-144.</p> <p>5. S. MUÑOZ Gaviria, «Efectos macroeconómicos de las obras de infraestructura.» Bogotá, 2016.</p>		
5.4 Conceptos principales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión territorial</li> <li>- Desarrollo económico según las vías de segundo orden en Colombia</li> <li>- Consistencia del diseño geométrico</li> <li>- Oportunidad de desarrollo</li> <li>- El conflicto armado, uno de los mayores responsables del rezago vial</li> <li>- Planes de inversión planteados para gestionar las vías secundarias</li> </ul>		
5.5 Hipótesis:	El déficit de infraestructura vial respecto a las vías de segundo orden en el país, dada en gran medida por los factores y procesos como la contratación, sistemas de desarrollo de los proyectos, y los índices de corrupción desde nivel departamental hasta municipal.		
5.6 Tesis:	Desarrollo y ejecución de las vías secundarias en Colombia.		
5.7 Tipo de Investigación	Exploratoria:	Descriptiva: X	Correlacional:    Explicativa:
6. Metodología	6.1 Cualitativa:	6.2 Cuantitativa: X	6.3 Mixta:

Autor:	Hassan, Y., & Easa, S. M.				
Título:	Effect of vertical alignment on driver perception of horizontal curves. Journal of Transportation Engineering				
1. Aspectos Formales:					
1.1 Tipo Autor	Individual:		Colectivo: X		Institucional:
1.2 Tipo Documento:	Libro:	Artículo: X	Capítulo:	Investigación NO Publicada:	Trabajo de grado:      Audio Visual:
2.Asunto investigado	Percepción del conductor ante curvas horizontales.				
2.1 Temas:	Comportamiento del conductor en curvas horizontales.				
2.2 Subtemas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño geométrico de curvas horizontales</li> <li>- Radio de curvatura en función del peralte</li> <li>- Segmentos de rectas</li> <li>- Tasas de colisión en curvas.</li> </ul>				
2.3 Problemas:	Accidentes de tráfico en curvas				
3. Delimitación Contextual					
3.1 Espacial	Internacional				
3.2 Temporal	Fecha o periodo: a partir del 2003				
3.3 Sujetos Investigados:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carga del conductor</li> <li>- Comportamiento del conductor</li> <li>- Diseño geométrico de curvas horizontales</li> <li>- Respuesta del conductor ante curvas horizontales previstas.</li> </ul>				
4. Propósitos:	4.1 Explicito: Analizar los factores que afectan al comportamiento del conductor en una curva horizontal				
	4.2 Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- La distancia de visibilidad adecuada para un buen comportamiento del conductor ante una curva horizontal</li> <li>- Comportamiento del conductor ante valores puntuales del diseño geométrico de una curva horizontal</li> </ul>				
5. Enfoque	Factores importantes para el diseño geométrico de vías				
5.1 Disciplina	Ingeniería Civil, Diseño geométrico de vías				
5.2 Paradigma Conceptual	Comportamiento del conductor ante las curvas horizontales.				
5.3 Referentes Teóricos	<p>Alexander, G. J., and Lunenfeld, H. ~1986!. "Driver expectancy in highway design and traffic operations." R Highway Administration, Springfield, Va.</p> <p>Al-Masaeid, H. R., Hamed, M., Ela, M. A., and Ghannan, A. G. ~1994!. "Consistency of horizontal alignment for different vehicle classes." Transp. Res. Rec., 1500, 178-183.</p> <p>American Association of State Highway and Transportation Officials ~AASHTO!. ~2001!. "A policy on geometric design of highways and streets." AASHTO, Washington, D.C.</p> <p>Fitzpatrick, K., and Collins, J. M. ~2000!. "Speed-profile model for twolane rural highways." Transp. Res. Re</p> <p>Fitzpatrick, K., Krammes, R. A., and Fambro, D. B. ~1997!. "Design speed, operating speed, and posted speed relationships." Inst. Transp. Eng. J., 67-2!, 52-59.</p>				
5.4 Conceptos principales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño geométrico de vías</li> <li>- Comportamiento del conductor</li> <li>- Curvas horizontales</li> </ul>				
5.5 Hipótesis:	Un experimento fue diseñado para examinar la percepción de la alineación vertical superpuesta en esta percepción. El primer paso en el experimento fue el objetivo del artículo: examinar una hipótesis de Smith y decidir el método de presentación que se usará para ver el resultado.				
5.6 Tesis:	Desarrollo de un programa para examinar la percepción de los conductores, ante las curvas horizontales				
5.7 Tipo de Investigación	Exploratoria: X		Descriptiva:		Correlacional:      Explicativa:
6. Metodología	6.1 Cualitativa:		6.2 Cuantitativa: X		6.3 Mixta:

<b>Autor:</b>	Ruediger Lamm, Elias M. Choueiri, Jhon C. Hayward & Anand Paluri					
<b>Título:</b>	Possible design procedure to promote design consistency in highway geometric design on two-lane rural roads					
<b>1. Aspectos Formales:</b>						
<b>1.1 Tipo Autor</b>	<b>Individual:</b>		<b>Colectivo:</b> X		<b>Institucional:</b>	
<b>1.2 Tipo Documento:</b>	<b>Libro:</b>	<b>Artículo:</b> X	<b>Capítulo:</b>	<b>Investigación NO Publicada:</b>	<b>Trabajo de grado:</b>	<b>Audio Visual:</b>
<b>2.Asunto investigado</b>						
<b>2.1 Temas:</b>	Consistencia del diseño geométrico de carreteras					
<b>2.2 Subtemas:</b>	Velocidad operacional y de diseño, alineamiento horizontal, Parámetros de diseño					
<b>2.3 Problemas:</b>	Accidentes en carreteras rurales de dos carriles					
<b>3. Delimitación Contextual</b>						
<b>3.1 Espacial</b>	Carreteras rurales de dos carriles en Estados Unidos, Estado de Nueva York					
<b>3.2 Temporal</b>	Fecha o periodo:					
<b>3.3 Sujetos Investigados:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Elementos geométricos</li> <li>-Carreteras rurales de dos carriles</li> <li>-Volumen de tráfico en 261 secciones de carreteras rurales</li> <li>-Vehículos livianos</li> </ul>					
<b>4. Propósitos:</b>	4.1 Explícito: Generar un posible procedimiento que promueva la consistencia de diseño geométrico en carreteras rurales de dos carriles					
	4.2 Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> <li>-Lograr la consistencia en el alineamiento horizontal</li> <li>-Armonizar la velocidad de operación y la velocidad de diseño</li> <li>-Proporcionar una adecuada seguridad de conducción</li> </ul>					
<b>5. Enfoque</b>						
<b>5.1 Disciplina</b>	Ingeniería civil: diseño geométrico de carreteras					
<b>5.2 Paradigma Conceptual</b>	Consideraciones de seguridad					
<b>5.3 Referentes Teóricos</b>	Estudios previos de distintos autores					
<b>5.4 Conceptos principales</b>	Seguridad vial					
<b>5.5 Hipótesis:</b>	Procedimiento que promueva la consistencia del diseño geométrico de carreteras rurales de dos carriles					
<b>5.6 Tesis:</b>	Identificar y evaluar los parámetros, situaciones o elementos que impactan en la variabilidad de la velocidad operacional.					
<b>5.7 Tipo de Investigación</b>	<b>Exploratoria:</b>		<b>Descriptiva:</b>		<b>Correlacional: Explicativa:</b>	
<b>6. Metodología</b>	<b>6.1 Cualitativa:</b>		<b>6.2 Cuantitativa:</b> X		<b>6.3 Mixta:</b>	

x	Francisco J. Camacho-Torregrosa, Ana M. Perez-Zuriaga, J Manuel Campoy-Ungría					
Título:	New geometric design consistency model based on operating speed profiles for road safety evaluation					
<b>1. Aspectos Formales:</b>						
1.1 Tipo Autor	Individual:		Colectivo: X		Institucional:	
1.2 Tipo Documento:	Libro:	Artículo: X	Capítulo:	Investigación NO Publicada:	Trabajo de grado:	Audio Visual:
2.Asunto investigado	Consistencia del diseño geométrico de carreteras rurales de dos carriles					
2.1 Temas:	Evaluación de la seguridad vial mediante un modelo de consistencia de diseño geométrico basado en perfiles de velocidad de operación					
2.2 Subtemas:	Frecuencia de choques en tramos específicos Elementos secuenciales Variabilidad de la velocidad					
2.3 Problemas:	Victimas fatales y lesionados en accidentes de tránsito					
<b>3. Delimitación Contextual</b>						
3.1 Espacial	Carreteras rurales de dos carriles en la ciudad de Valencia, España					
3.2 Temporal	Fecha o periodo: 2012					
3.3 Sujetos Investigados:	-Datos de Colisión -Velocidad de operación -Geometría de la carretera -Volumen de tráfico					
4. Propósitos:	4.1 Explicito: Desarrollar un nuevo modelo de diseño de consistencia para la evaluación de la seguridad vial en carreteras rurales de dos carriles.					
	4.2 Objetivos: -Recopilar datos de accidentes, volúmenes de tráfico y características geométricas de 65 segmentos de carreteras rurales de dos carriles. -Obtener un perfil de velocidades operacionales por medio de un GPS colocado en los vehículos para tener finalmente un único valor de consistencia para todo el segmento de carretera					
<b>5. Enfoque</b>						
5.1 Disciplina	Ingeniería civil: diseño geomterico de carreteras					
5.2 Paradigma Conceptual	Consideraciones de seguridad					
5.3 Referentes Teóricos	Modelos operativos desarrollados en investigaciones previas					
5.4 Conceptos principales	Seguridad vial y salud pública.					
5.5 Hipótesis:	Modelos de diseño de consistencia basados en un perfil de velocidades en carreteras rurales de dos carriles					
5.6 Tesis:	Mejora de la seguridad vial usando un modelo de diseño geométrico para carreteras rurales de dos carriles					
5.7 Tipo de Investigación	Exploratoria:	Descriptiva:		Correlacional:	Explicativa:	
6. Metodología	6.1 Cualitativa: X	6.2 Cuantitativa:		6.3 Mixta:		

8 Avijit Maji, Dharamveer Singh, Naman Agrawal y Musharraf Zaman					
Título:		Operating speed prediction models for tangent sections of two-lanes rural highways in Oklahoma State			
1. Aspectos Formales:					
1.1 Tipo Autor	Individual:		Colectivo: X		Institucional:
1.2 Tipo Documento:	Libro:	Artículo: X	Capítulo:	Investigación NO Publicada:	Trabajo de grado: Audio Visual:
2.Asunto investigado	las afectaciones que produce la velocidad de operación en las características geométricas de la calzada, el pavimento y el tráfico en las tangentes de la vía				
2.1 Temas:	- Modelos de predicción de la velocidad de operación del vehículo. - Parámetros considerados en la V85				
2.2 Subtemas:	- Características geométricas de la calzada. - Características de la infraestructura del pavimento. - Tráfico en la velocidad de operación del vehículo en las secciones tangentes.				
2.3 Problemas:	parámetros que influyen en la V85 que no se toman en cuenta				
3. Delimitación Contextual					
3.1 Espacial	Carreteras rurales de dos carriles en el estado de Oklahoma				
3.2 Temporal	Fecha o periodo: del 2018 en adelante				
3.3 Sujetos Investigados:	- Características geométricas de la calzada. - Características de la infraestructura del pavimento. - El tráfico en la velocidad de operación del vehículo en las secciones tangentes de las carreteras rurales de dos carriles				
4. Propósitos:	4.1 Explícito: Como se relaciona la V85 con todas las características que hacen parte de la vía. 4.2 Objetivos: - Utilizar un modelo de predicción para relacionar las características de la vía con la velocidad de operación. - Los coeficientes de correlación de Pearson, todos los parámetros independientes que tienen un coeficiente de correlación superior a 0,2 con el parámetro dependiente (V85) pueden ser considerados en el desarrollo del modelo.				
5. Enfoque					
5.1 Disciplina	Ingeniería civil: Diseño geométrico de carreteras				
5.2 Paradigma Conceptual	Consideraciones de velocidad				
5.3 Referentes Teóricos	- Ali, AT, A. Flannery y MM Venigalla.2007. "Modelos de Predicción para Flujo Libre Velocidad en calles urbanas". Documento presentado en la 86.ª Reunión Anual de la Junta de Investigación del Transporte, Washington, DC, (Documento No. 07-1954). Asociación Estadounidense de Funcionarios de Transporte de Carreteras Estatales (AASHTO).2011. - "Una Política de Diseño Geométrico de Carreteras y Calles". Washington DC Boroujerdian, AM, E. Seyedabrishami y H. Akbarpour.2016. "Análisis de Impactos del diseño geométrico en la velocidad de operación del vehículo en caminos rurales de dos carriles". Ingeniería de procedimientos 161: 1144-1151. - Departamento de Transporte de Oklahoma (ODOT). 2007c. "Estudio de velocidad Reporte." División de Planificación e Investigación, Departamento de Transporte de Oklahoma, Ciudad de Oklahoma, Oklahoma, Estados Unidos				
5.4 Conceptos principales	Efecto de las características en la vía como pavimento, geométricas y tráfico en tangentes en la velocidad del percentil 85.				
5.5 Hipótesis:	Tres modelos de predicción de velocidad.				
5.6 Tesis:	efecto de las características geométricas de la calzada, las características de la infraestructura del pavimento y los detalles relacionados con el tráfico en la velocidad de operación del vehículo en las secciones tangentes de las carreteras rurales de dos carriles.				
5.7 Tipo de Investigación	Exploratoria: X	Descriptiva:		Correlacional:	Explicativa:
6. Metodología	6.1 Cualitativa: X	6.2 Cuantitativa:		6.3 Mixta:	

Autor:	Jiangbi Hu & Ronghua Wang					
Título:	Classification of driving workload affected by highway alignment conditions based on classification and regression tree algorithm					
<b>1. Aspectos Formales:</b>						
1.1 Tipo Autor	Individual:		Colectivo: X		Institucional:	
1.2 Tipo Documento:	Libro:	Artículo: X	Capítulo:	Investigación NO Publicada:	Trabajo de grado:	Audio Visual:
2.Asunto investigado	Carga de trabajo de conducción					
2.1 Temas:	Clasificación de la carga de trabajo de conducción afectada por las condiciones geométricas de la carretera.					
2.2 Subtemas:	-Reduccion de lesiones de transito -Escalas de carga de trabajo					
2.3 Problemas:	Un nivel alto de carga de trabajo puede provocar accidentes de carretera					
<b>3. Delimitación Contextual</b>						
3.1 Espacial	Autopistas en terreno ondulado, accidentado y montañoso en Beijing.					
3.2 Temporal	Fecha o periodo: 2017					
3.3 Sujetos Investigados:	72 conductores entre automovilistas y camioneros, con unas condiciones específicas.					
4. Propósitos:	4.1 Explícito: Clasificar la carga de trabajo de cada conductor afectada por las condiciones de la carretera. 4.2 Objetivos: -Probar frecuencias cardíacas altas y bajas mediante un detector fisiológico multiparámetro dinámico inalámbrico portátil. -Registrar el tiempo de prueba, velocidad de conducción, pista de carretera y distancia para finalmente correlacionar cambios de velocidad con medidas fisiológicas.					
<b>5. Enfoque</b>						
5.1 Disciplina	Ingeniería civil: Diseño geométrico de carreteras.					
5.2 Paradigma Conceptual	Consideraciones de desempeño					
5.3 Referentes Teóricos	Revisión bibliográfica y pruebas de campo					
5.4 Conceptos principales	-Carga de trabajo de conducción -Accidentes viales					
5.5 Hipótesis:	Clasificación de carga de trabajo de conducción mediante experimento de campo con medidas fisiológicas y de desempeño					
5.6 Tesis:	Reducir siniestros viales por medio de una evaluación de desempeño al conductor respecto a las condiciones de la carretera.					
5.7 Tipo de Investigación	Exploratoria:	Descriptiva:		Correlacional:	Explicativa:	
6. Metodología	6.1 Cualitativa:		6.2 Cuantitativa:		6.3 Mixta:	

Autor:	Behzad Farahmand, Amin Mirza Boroujerdian.				
Título:	Effect of road geometry on driver fatigue in monotonous environments: A simulator study.				
<b>1. Aspectos Formales:</b>					
1.1 Tipo Autor	Individual:		Colectivo: X	Institucional:	
1.2 Tipo Documento:	Libro:	Artículo: X	Capítulo:	Investigación NO Publicada:	Trabajo de grado: Audio Visual:
2.Asunto investigado	La relación entre la geometría de la carretera y el nivel de vigilancia del conductor en entornos monótonos				
2.1 Temas:	Variedad geométrica de la carretera y vigilancia del conductor				
2.2 Subtemas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simulador de conducción</li> <li>- La desviación estándar de los movimientos del volante</li> <li>- Movimientos de volante</li> <li>- La capacidad de posicionamiento en el carril</li> </ul>				
2.3 Problemas:	Accidentes de tránsito provocados por la carga del conductor y la poca variedad geométrica				
<b>3. Delimitación Contextual</b>					
3.1 Espacial	Vías rurales en Iran				
3.2 Temporal	Fecha o periodo: 2018 en adelante				
3.3 Sujetos Investigados:	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Geometría de la carretera</li> <li>- Carga del conductor</li> <li>- Modos de manejo de automovil</li> </ul>				
4. Propósitos:	4.1 Explícito: Encontrar qué tanto afecta la geometría de la carretera en la vigilancia del conductor				
	4.2 Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fatiga pasiva</li> <li>. entorno de la carretera</li> <li>- diseño de la carretera</li> <li>. dispositivos en el vehículo que detecten la disminución de la vigilancia del conductor debido a una mala acción del volante</li> </ul>				
<b>5. Enfoque</b>					
5.1 Disciplina	Ingeniería civil:Diseño geométrico de carreteras				
5.2 Paradigma Conceptual	Consideración de desempeño				
5.3 Referentes Teóricos	Referentes bibliográficos y resultados del simulador				
5.4 Conceptos principales	Relación entre el diseño de carretera y el desempeño del conductor				
5.5 Hipótesis:	Experimento de simulador de conducción con tres escenarios diferentes, que se originaron a partir de tres carreteras existentes en áreas rurales de Irán, con niveles bajos, moderados y altos de variedad geométrica. Los participantes condujeron durante 45 min en cada escenario y sus movimientos de volante (SWM), Se analizó la desviación estándar de los movimientos del volante (SDSWM) y la capacidad de posicionamiento en el carril (indexada por el área entre la trayectoria y la línea central de la carretera (ABTC)).				
5.6 Tesis:	Reducir siniestros viales por el efecto de un diseño de carreteras con muchas tangentes.				
5.7 Tipo de Investigación	Exploratoria: X	Descriptiva:		Correlacional:	Explicativa:
6. Metodología	6.1 Cualitativa: X	6.2 Cuantitativa:		6.3 Mixta:	

<b>Autor:</b>	Karim Habib, Amr Shalkamy ans Karim El-Basyouny				
<b>Título:</b>	Investigating the Effects of Mental Workload on Highway Safety				
<b>1. Aspectos Formales:</b>					
<b>1.1 Tipo Autor</b>	<b>Individual:</b>		<b>Colectivo:</b> X		<b>Institucional:</b>
<b>1.2 Tipo Documento:</b>	<b>Libro:</b>	<b>Artículo:</b> X	<b>Capítulo:</b>	<b>Investigación NO Publicada:</b>	<b>Trabajo de grado:</b> <b>Audio Visual:</b>
<b>2.Asunto investigado</b>	Carga de trabajo mental y seguridad vial.				
<b>2.1 Temas:</b>	Efectos de la carga mental en la seguridad vial de carreteras				
<b>2.2 Subtemas:</b>	Causas de los errores humanos que provocan accidentes de tránsito y su correlación con la seguridad vial.				
<b>2.3 Problemas:</b>	El 95% de las causas de accidentes de tránsito son debidas a errores humanos.				
<b>3. Delimitación Contextual</b>					
<b>3.1 Espacial</b>					
<b>3.2 Temporal</b>	Fecha o periodo:				
<b>3.3 Sujetos Investigados:</b>	-Intersecciones -Curvas horizontales -Curvas verticales -Secciones transversales				
<b>4. Propósitos:</b>	4.1 Explícito: Estudiar las causas de los errores humanos que provocan siniestros viales teniendo en función de condiciones geométricas específicas.  4.2 Objetivos:				
<b>5. Enfoque</b>					
<b>5.1 Disciplina</b>	Ingeniería civil:				
<b>5.2 Paradigma Conceptual</b>					
<b>5.3 Referentes Teóricos</b>					
<b>5.4 Conceptos principales</b>					
<b>5.5 Hipótesis:</b>					
<b>5.6 Tesis:</b>					
<b>5.7 Tipo de Investigación</b>	<b>Exploratoria:</b>	<b>Descriptiva:</b>		<b>Correlacional:</b>	<b>Explicativa:</b>
<b>6. Metodología</b>	<b>6.1 Cualitativa:</b>		<b>6.2 Cuantitativa:</b>		<b>6.3 Mixta:</b>

<b>Autor:</b>	Nima Haghghi, Xiaoyue Cathy Liu, Guohui Zhang, Richard J. Porter					
<b>Título:</b>	Impact of roadway geometric features on crash severity on rural two-lane highways					
<b>1. Aspectos Formales:</b>						
<b>1.1 Tipo Autor</b>	<b>Individual:</b>		<b>Colectivo:</b> x		<b>Institucional:</b>	
<b>1.2 Tipo Documento:</b>	<b>Libro:</b>	<b>Artículo:</b> x	<b>Capítulo:</b>	<b>Investigación NO Publicada:</b>	<b>Trabajo de grado:</b>	<b>Audio Visual:</b>
<b>2. Asunto investigado</b>	El impacto de una amplia gama de características geométricas de las carreteras en los resultados de gravedad de los choques ocurridos en carreteras rurales de dos carriles.					
<b>2.1 Temas:</b>	Evaluar el impacto de una amplia gama de características geométricas de las carreteras en la gravedad de los accidentes ocurridos en las carreteras rurales de dos carriles					
<b>2.2 Subtemas:</b>	- analizar la distribución del tipo de choque en estos segmentos. - impacto de los tipos de accidentes dominantes en el segmento.					
<b>2.3 Problemas:</b>	Los siniestros viales que afectan o acaban con la vida de los conductores					
<b>3. Delimitación Contextual</b>						
<b>3.1 Espacial</b>	Vías rurales de dos carriles, Data de accidentes de tránsito en EEUU					
<b>3.2 Temporal</b>	Fecha o periodo: 2018 en adelante					
<b>3.3 Sujetos Investigados:</b>	- características del vehículo - características de la vía - características del choque - Condiciones ambientales					
<b>4. Propósitos:</b>	<b>4.1 Explícito:</b> Analizar el impacto de una amplia gama de características geométricas de las carreteras en los resultados de gravedad de los choques ocurridos en carreteras rurales de dos carriles. <b>4.2 Objetivos:</b> - Abordar la estructura jerárquica de los datos de accidentes. - Modelo multinivel está configurado para capturar con éxito el impacto indirecto de las características geométricas. - no limitar el impacto de las características geométricas de las carreteras al condicionar los modelos de gravedad en cualquier tipo de choque específico.					
<b>5. Enfoque</b>						
<b>5.1 Disciplina</b>	Ingeniería civil: Diseño geométrico de carreteras					
<b>5.2 Paradigma Conceptual</b>	Impacto de las características geométricas en los tipos de siniestros viales.					
<b>5.3 Referentes Teóricos</b>	Bibliografía, modelo multinivel					
<b>5.4 Conceptos principales</b>	- Geometría de la vía - Características del vehículo - Características del choque - Condiciones ambientales					
<b>5.5 Hipótesis:</b>	Las características geométricas determinan el tipo de choque, y el tipo de choque junto con otras características de la gravedad del choque.					
<b>5.6 Tesis:</b>	el impacto de las características del diseño geométrico, las condiciones ambientales y las características del tráfico en la gravedad de las lesiones por accidentes.					
<b>5.7 Tipo de Investigación</b>	Exploratoria: X		Descriptiva:		Correlacional: Explicativa:	
<b>6. Metodología</b>	6.1 Cualitativa:		6.2 Cuantitativa:		6.3 Mixta: X	

Autor:	Peter T. Savolainen, Omar Smadi, Raha Hamzeie, Brendan Russo and Skylar Knickerbocker				
Título:	The Interrelationships between speed limits, geometry and driver behavior				
1. Aspectos Formales:					
1.1 Tipo Autor	Individual:		Colectivo: X	Institucional:	
1.2 Tipo Documento:	Libro:      Artículo: X		Capítulo:      Investigación NO Publicada:	Trabajo de grado:	Audio Visual:
2.Asunto investigado	Aprovechar de manera efectiva la información del NDS y el RID para examinar las interrelaciones entre los factores del conductor, el vehículo y la carretera con la selección de la velocidad del conductor y el riesgo de colisión.				
2.1 Temas:	interrelaciones entre los factores del conductor, el vehículo y la carretera con la selección de la velocidad del conductor y el riesgo de colisión.				
2.2 Subtemas:	- la velocidad promedio de los vehículos durante el tiempo anterior a cada choque, casi choque y evento de referencia - la variación en las velocidades de viaje de los vehículos que conducen a cada evento, cuantificada por la desviación - tasa de participación en accidentes o casi accidentes entre los participantes del estudio incluidos en la muestra de				
2.3 Problemas:					
3. Delimitación Contextual					
3.1 Espacial	Estudios realizados para diferentes tipos de carreteras.				
3.2 Temporal	Fecha o periodo: 2018 en adelante				
3.3 Sujetos Investigados:	Las interrelaciones entre los factores del conductor, el vehículo y la carretera con la selección de la velocidad del conductor y el riesgo de colisión.				
4. Propósitos:	<p>4.1 Explícito: Desarrollar y demostrar procedimientos para aprovechar de manera efectiva la información del NDS y el RID para examinar las interrelaciones entre los factores del conductor, el vehículo y la carretera con la selección de la velocidad del conductor y el riesgo de colisión.</p> <p>4.2 Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La Fase 1 se enfoca principalmente en las autopistas, donde los estándares de diseño son más altos y, por lo tanto, hay un rango más alto en las velocidades de operación.</li> <li>- Análisis de las tendencias generales en la selección de la velocidad del conductor y el riesgo de colisión/casi colisión en relación con el límite de velocidad indicado.</li> <li>- Estima una serie de modelos estadísticos para determinar dónde existen diferencias significativas en estas medidas con respecto al límite de velocidad publicado, la geometría de la calzada y las características del conductor.</li> <li>- Realizar una comparación más detallada de la dinámica del vehículo y el comportamiento del conductor durante eventos de conducción de colisión, casi colisión y línea de base (es decir, control).</li> <li>- Determinar cómo se pueden utilizar los datos del SHRP2 con fines de gestión de la velocidad. incluyendo el establecimiento de límites máximos de velocidad y la identificación de contramedidas apropiadas para choques relacionados con el exceso de velocidad.</li> </ul>				
5. Enfoque					
5.1 Disciplina	Ingeniería civil: Diseño geométrico de vías				
5.2 Paradigma Conceptual	Condiciones de seguridad				
5.3 Referentes Teóricos	Metodos estadísticos y bibliografía				
5.4 Conceptos principales	Factores del conductor, factores del vehículo, factor carretera				
5.5 Hipótesis:	Los datos de velocidad están disponibles en intervalos de 0,1 s desde el NDS, lo que permite investigar las diferencias en la selección de la velocidad del conductor en función del límite de velocidad publicado al tiempo que se tienen en cuenta los efectos de la geometría de la carretera, las características del tráfico y otros factores asociados con cada conducción.				
5.6 Tesis:	Comparar la tasa de eventos de choque/casi choque en relación con los límites de velocidad publicados, así como la selección de velocidad del conductor				
5.7 Tipo de Investigación	Exploratoria: X	Descriptiva:		Correlacional:	Explicativa:
6. Metodología	6.1 Cualitativa:	6.2 Cuantitativa:		6.3 Mixta: X	

## ANEXO 5. FICHA N°3 SINÓPTICA

<b>1. Autor: G. M. Gibreel, S. M. Easa, Member, ASCE, Y. Hassan, I. A. El-Dimeery</b>			
<b>2. Título: STATE OF THE ART OF HIGHWAY GEOMETRIC DESIGN CONSISTENCY</b>			
<b>3. Síntesis</b>	<b>4. Factores.</b>	<b>5. Enfoque.</b>	
<b>6 Metodología</b>		<b>Palabras Claves</b> Consideraciones de velocidad, Elemento único, Elementos sucesivos, consideraciones de seguridad. Accidentes de tráfico, Alineación horizontal, Estabilidad del vehículo, Mejoras de bajo costo, consideraciones de rendimiento	
3. Establecer y estudiar las áreas principales relacionadas con la consistencia del diseño geométrico de carreteras rurales de dos carriles.			
4. Topografía, distancia de visibilidad, drenaje superficial, carga del conductor, estabilidad del vehículo, estética de la carretera, comodidad del conductor.			
5. Velocidad, seguridad y desempeño.			
6. Bibliográfica.			
<b>7. Recomendaciones:</b>			
(1) Estimación de la predicción de la velocidad operativa modelos basados en análisis 3D			
(2) Establecer nuevas metodologías para evaluar la consistencia del diseño de las alineaciones de carreteras teniendo en cuenta el efecto de la distancia visual en 3D			
(3) Estudiar el efecto de la consistencia del diseño en capacidad vial y nivel de servicio			
(4) Estudiar el efecto de la consistencia del diseño en la comodidad del conductor.			
(5) Revisar las guías de diseño actuales para tener en cuenta la coherencia del diseño en países donde no se ha considerado el concepto, como Egipto.			
<b>8. Observaciones:</b>			
		<b>Código: 1</b>	<b>Número:1</b>
		<b>Núcleo Temático: Consistencia de diseño geométrico.</b>	<b>Documento: Artículo</b>

<b>1. Autor: R. D. K. Shallam, M. Ali Ahmed</b>		
<b>2. Título: OPERANTING SPEED MODELS ON HORIZONTAL CURVES FOR TWO-LANE HIGHWAY</b>		
<b>3. Síntesis</b>	<b>4. Factores.</b>	<b>5. Enfoque.</b>
<b>6 Metodología</b>		<b>Palabras Claves</b>
<p>3. Estudiar la velocidad operacional en curvas horizontales de carreteras de dos carriles y establecer modelos de la misma.</p> <p>4. Velocidad operacional, carreteras de dos carriles rurales, elementos geométricos de la curva horizontal.</p> <p>5. Modelos de velocidad operacional.</p> <p>6. Datos recopilados en 10 curvas horizontales de la carretera.</p>		<p>Radio de curvatura, tangente, distancia de visibilidad, alineamiento horizontal, velocidad de operación, percentil 85, ángulo de desviación.</p>
<b>7. Recomendaciones:</b>		
<p>La coherencia del diseño es la conformidad de las características geométricas y operativas de la carretera con las expectativas del conductor. Para una correcta consistencia del diseño geométrico es importante que la velocidad operacional (percentil 85) y la velocidad operacional entre los elementos sucesivos sea la mínima posible.</p>		
<b>8. Observaciones:</b>		
<p>Este estudio podría jugar un papel importante en el diseño o rediseño de la alineación horizontal para la autopista de dos carriles en Shillong.</p>		<b>Código: 2</b>
		<b>Número: 2</b>
		<b>Núcleo Temático: Velocidad operacional</b>
		<b>Documento: Artículo</b>

<b>1. Autor: Joanne CW Ng and Tarek Sayed</b>			
<b>2. Título: EFECTO DE LA COHERENCIA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO EN LA SEGURIDAD VIAL</b>			
<b>3. Síntesis</b>	<b>4. Factores.</b>	<b>5. Enfoque.</b>	<b>6 Metodología</b>
<b>Palabras Claves</b>			
<p>-Consistencia de diseño geométrico          -Seguridad vial          -Cuantificación          -Modelos de predicción de accidentes</p>			
<p>3. Estudiar el impacto de la consistencia del diseño geométrico en la seguridad vial.          4. Consistencia del diseño geométrico, seguridad vial, cuantificación, modelos de predicción de accidentes.          5. Investigar y cuantificar la relación entre la consistencia del diseño geométrico y la seguridad vial.          6. Este estudio utiliza datos de diseño geométrico, accidentes y volumen de tráfico registrados en una carretera rural de dos carriles ubicada en las regiones de Okanagan y Kootenay de la provincia de Columbia Británica, Canadá, que se obtuvieron del Ministerio de Transporte de Columbia Británica.</p>			
<b>7. Recomendaciones:</b>			
<p>La precisión de predicción de los modelos de predicción de accidentes está limitada por la calidad de sus variables independientes. Los modelos desarrollados en este estudio dependen en gran medida de las medidas de consistencia del diseño utilizadas. Por lo tanto, el esfuerzo de investigación futura debe dedicarse a mejorar la predicción de estas medidas. Además, los modelos desarrollados en este estudio se limitan únicamente a curvas horizontales y tangentes. Se necesita más trabajo para expandir la aplicabilidad a las secciones que se combinan con curvas verticales, así como a otros tipos de carreteras.</p>			
<b>8. Observaciones:</b>			
		<b>Código: 3</b>	<b>Número: 3</b>
		<b>Núcleo Temático: Seguridad Vial</b>	<b>Documento: Artículo</b>

<b>1. Autor: Tomás Echaveguren y Sergio Vargas-Tejeda</b>			
<b>2. Título: A model for estimating advisory speeds for horizontal curves in two-lane rural roads.</b>			
<b>3. Síntesis</b>	<b>4. Factores.</b>	<b>5. Enfoque.</b>	<b>6 Metodología</b>
<p>3. Velocidades recomendadas en función de las lecturas del "Ball-bank" y los conceptos de consistencia.</p> <p>4. Curva horizontal, calibración del modelo de Koorey, diseño geométrico de vías, velocidad operacional.</p> <p>5. Estimar velocidades adecuadas según el diseño geométrico.</p> <p>6. El modelo de Koorey se calibró utilizando la velocidad del percentil 85 como representación de la velocidad operativa, para obtener un modelo representativo de una red vial.</p>			<b>Palabras Claves</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- curva horizontal</li> <li>- "Ball-Bank"</li> <li>- velocidad recomendada</li> <li>- consistencia del diseño geométrico</li> <li>- Modelo Koorey</li> </ul>
<b>7. Recomendaciones:</b>			
<p>Este documento propuso un método analítico para estimar la velocidad recomendada, desarrollado mediante la combinación de métodos basados en la aceleración lateral y la evaluación de la consistencia de curvas horizontales únicas. Las mediciones se obtuvieron en 24 secciones de prueba, dando un total de 900BA puntos de datos sincronizados con posiciones registradas por GPS. La geometría de la carretera, la velocidad y la aceleración lateral se midieron con un acelerómetro y los ángulos del "Bank-Ball" se midieron con un dispositivo digital de "Bank-Ball". El modelo analítico, basado en el modelo de Koorey, se calibró para la velocidad del percentil 85. Sin embargo, el método por sí mismo no asegura la consistencia. Para abordar esto, se propusieron modelos simplificados considerando lecturas de banco de bolas de 12°, 15° y 17° para asegurar buenos niveles de consistencia. Los resultados confirman los valores máximos de banco de bolas recomendados por AASHTO y MUTCD para velocidades indicadas en curvas horizontales.</p>			
<b>8. Observaciones:</b>			
			<b>Código: 4</b>  <b>Núcleo Temático: Velocidad de operación</b>
			<b>Número: 4</b>  <b>Documento: Artículo</b>

<b>1. Autor: Llopis-Castelló, D., González-Hernández, B., Pérez-Zuriaga, A. M., &amp; García, A</b>			
<b>2. Título: Speed Prediction Models for Trucks on Horizontal Curves of Two-Lane Rural Roads</b>			
<b>3. Síntesis</b>	<b>4. Factores.</b>	<b>5. Enfoque.</b>	<b>6 Metodología</b>
<p><b>3. Influencia del diseño geométrico vial en las velocidades de los vehículos pesados</b></p> <p><b>4. Consistencia de diseño geométrico de vías, velocidad percentil 85, velocidad percentil 15, vehículos pesados.</b></p> <p><b>5. Velocidad operacional para vehículos pesados.</b></p> <p><b>6. Metodología mixta, que se basó en datos de velocidad continuos recopilados a través de dispositivos de seguimiento del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). En primer lugar, se prestaron dispositivos GPS a tres empresas de transporte, que equiparon sus vehículos pesados con estos dispositivos. A continuación, las empresas de transporte devolvían los dispositivos y se filtraban y procesaban los datos de velocidad.</b></p>			<p><b>Palabras Claves</b>  <b>Consistencia del diseño geométrico, Velocidad percentil 85, Velocidad percentil 15, Métodos analíticos, vehículos pesados</b></p>
<b>7. Recomendaciones:</b>			
<p><b>El desarrollo de perfiles de velocidad de camiones es crucial para evaluar la interacción entre turismos y vehículos pesados, que es un factor crítico en la seguridad vial. Los modelos de velocidad percentil 85 y 15 se calibraron para camiones cargados y descargados. Estos modelos se compararon con los desarrollados previamente. Aunque se observaron las mismas tendencias, el uso de los modelos propuestos solo se recomienda en las carreteras rurales españolas de dos carriles debido a las diferentes características de los vehículos pesados entre países.</b></p>			
<b>8. Observaciones:</b>			
		<b>Código: 5</b>	<b>Número:5</b>
		<b>Núcleo Temático: Velocidad operacional en vehículos pesados</b>	<b>Documento: Artículo</b>

1. Autor: Bolivar Palomo, S. A., & Quintero Castiblanco, C. E.			
2. Título: ANÁLISIS DEL ESTADO DE LAS VÍAS SECUNDARIAS EN COLOMBIA Y LA OPORTUNIDAD DE LA INGENIERÍA CIVIL PARA SU CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO			
3. Síntesis	4. Factores.	5. Enfoque.	6 Metodología
<p>3. El déficit de infraestructura vial respecto a las vías de segundo orden en el país, dada en gran medida por los factores y procesos como la contratación, sistemas de desarrollo de los proyectos, y los índices de corrupción desde nivel departamental hasta municipal.</p> <p>4. Gestión territorial; desarrollo económico según las vías de segundo orden en Colombia; consistencia del diseño geométrico; oportunidad de desarrollo; el conflicto armado, uno de los mayores responsables del rezago vial; planes de inversión planteados para gestionar las vías secundarias.</p> <p>5. Desarrollo y ejecución de las vías secundarias en Colombia.</p> <p>6. Para el desarrollo de este trabajo se requirió una metodología de carácter cuantitativo descriptivo</p>			Palabras Claves
7. Recomendaciones:			
<p>Es evidente que para el inventario vial en vías secundarias no presenta un atraso significativo sin embargo este inventario es importante, pues es la guía para el ministerio de transporte como ente principal e involucrado en la labor de la inversión de las vías secundarias, con este inventario vial lo que se busca es reconocer la importancia, el estado, tipo de rodadura, contratación y posibles avances respecto a lo encontrado. Al conocer las prioridades donde la intervención por parte de los departamentos y los entes sea inmediata se podrá lograr una mejor distribución de los recursos y un seguimiento a las obras, en la elaboración de este trabajo se utilizó como guía los diferentes planes viales existentes por parte de los departamentos para extraer la cantidad, estado, tipo de rodadura e inversión. Con esta información se puede concluir que la cantidad consignada por parte de los departamentos no es la misma que considera los entes estatales como el ministerio de transporte e INVIAS se deduce que esto inconveniente se debe a dos factores muy importantes.</p>			
8. Observaciones:			
		Código: 6	Número: 6
		Núcleo Temático: Desarrollo vial en Colombia	Documento: TESIS

<b>1. Autor: Hassan, Y., &amp; Easa, S. M.</b>				
<b>2. Título: Effect of vertical alignment on driver perception of horizontal curves.</b>				
<b>3. Síntesis</b>	<b>4. Factores.</b>	<b>5. Enfoque.</b>	<b>6 Metodología</b>	
<b>3. Comportamiento del conductor ante curvas horizontales.</b> <b>4. Carga del conductor, comportamiento del conductor, diseño geométrico de curvas horizontales, respuesta del conductor ante curvas horizontales previstas.</b> <b>5. Comportamiento del conductor.</b> <b>6. Cuantitativa</b>			<b>Palabras Claves</b> <b>Diseño de carreteras;</b> <b>Comportamiento del conductor;</b> <b>Alineación; Curvatura.</b>	
<b>7. Recomendaciones:</b>				
<p>En este estudio, no se siguió una rutina de aleatorización específica para la presentación de las curvas de referencia en el ordenador experimento de animación. Las tres curvas de referencia se presentaron en el mismo orden para todos los participantes ~500, 600 y ¡700 m!, pero los participantes desconocían este orden. Esta procedimiento se consideró adecuado para probar la hipótesis bajo consideración. Sin embargo, las rutinas de aleatorización deben tenerse en cuenta cuando los valores de diseño, basados en la percepción del conductor de las curvas horizontales, se desarrollan en el futuro. Además, al establecer tales valores de diseño, tenga cuidado se debe prestar atención a mantener una percepción precisa de profundidad/distancia que a veces puede afectar los resultados en animaciones generadas por ordenador y simuladores de conducción</p>				
<b>8. Observaciones:</b>				
<p>La hipótesis de que el radio percibido de una horizontal curva depende de la alineación vertical superpuesta fue probado usando animación por computadora y mediciones de campo.</p> <p>El análisis estadístico de los resultados de la animación por computadora. mostró que las curvas de la cresta causan curvas horizontales superpuestas para verse más nítidos, mientras que las curvas hundidas hacen que las curvas horizontales superpuestas se vean más planas de lo que realmente son. El radio percibido de la curva horizontal no dependía de el sentido de giro o la diferencia algebraica de grados.</p>			<b>Código: 7</b>	<b>Número: 7</b>
			<b>Núcleo Temático: Comportamiento del conductor.</b>	<b>Documento: Artículo</b>

<b>1. Autor: Ruediger Lamm, Elias M. Choueiri, Jhon C. Hayward &amp; Anand Paluri</b>		
<b>2. Título: Possible design procedure to promote design consistency in highway geometric design on two-lane rural roads</b>		
<b>3. Síntesis</b>	<b>4. Factores.</b>	<b>5. Enfoque.</b>
<b>6 Metodología</b>		<b>Palabras Claves</b>
<b>3. Establecer un procedimiento para conseguir un correcto diseño geométrico de carreteras rurales de dos carriles.</b> <b>4. Velocidad operacional, velocidad de diseño, elementos geométricos.</b> <b>5. Mitigar accidentes de tránsito y costos operacionales a carreteras.</b> <b>6. Datos recopilados de 261 secciones de carreteras rurales de dos carriles y estudios previos hechos por diferentes autores.</b>		<b>-Velocidad operacional</b> <b>-Velocidad de diseño</b> <b>-Alineamiento horizontal</b> <b>-Radio de curva</b> <b>-Peralte</b> <b>-Longitud de curva</b> <b>-Distancia de visibilidad</b>
<b>7. Recomendaciones:</b>		
El concepto de velocidad de diseño puede ser aplicado de una mejor manera a futuro, mediante la armonización de las velocidades de diseño y de operación para elementos secuenciales.		
<b>8. Observaciones:</b>		
El uso rutinario u obligatorio de un procedimiento como el descrito en el estudio, puede generar soluciones más rentables y mayor seguridad en los futuros diseños geométricos		<b>Código: 1</b>
		<b>Número:</b>
		<b>Núcleo Temático: Seguridad Vial</b>
		<b>Documento:</b>

<b>1. Autor:</b> Francisco J. Camacho-Torregrosa, Ana M. Perez-Zuriaga, J Manuel Campoy-Ungría			
<b>2. Título:</b> New geometric design consistency model based on operating speed profiles for road safety evaluation			
<b>3. Síntesis</b>	<b>4. Factores.</b>	<b>5. Enfoque.</b>	<b>6 Metodología</b>
<b>3. Desarrollar un nuevo modelo de la consistencia del diseño geométrico de carreteras basados en perfiles de velocidad operacional.</b> <b>4. Accidentes de tránsito, Velocidad operacional, velocidad de diseño, elementos geométricos.</b> <b>5. Mitigar accidentes de tránsito y aportar mayor seguridad vial.</b> <b>6. Datos recopilados de 65 tramos de carreteras rurales de dos carriles en España (datos geométricos, volúmenes de tráfico y accidentes)</b>			<b>Palabras Claves</b>  <b>-Velocidad operacional</b> <b>-Velocidad de diseño</b> <b>-Perfiles de velocidad</b>
<b>7. Recomendaciones:</b> <b>En el diseño o re-diseñar etapas, los ingenieros pueden evaluar la coherencia y la seguridad vial de varias soluciones posibles y elige la más segura.</b> <b>-El modelo presentado puede también se puede aplicar a la estimación de las tasas de accidentes de una carretera existente donde los datos de accidentes no están disponibles.</b> <b>-Se proponen investigaciones adicionales para analizar la sensibilidad de los modelo y también para establecer umbrales de consistencia.</b> <b>-Se recomienda para futuras investigaciones incluir la variable "gravedad de accidentes" en todo el análisis.</b>			
<b>8. Observaciones:</b>			
<b>- La consistencia del diseño geométrico está muy relacionada con la seguridad vial.</b> <b>-El modelo de consistencia final se basa en la velocidad media y la reducción de velocidad.</b>		<b>Código: 1</b>	<b>Número:</b>
		<b>Núcleo Temático: Seguridad Vial</b>	<b>Documento:</b>

<b>1. Autor: Avijit Maji, Dharamveer Singh, Naman Agrawal y Musharraf Zaman</b>			
<b>2. Título: Operating speed prediction models for tangent sections of two-lanes rural highways in Oklahoma State</b>			
<b>3. Síntesis</b>	<b>4. Factores.</b>	<b>5. Enfoque.</b>	<b>6 Metodología</b>
<b>Palabras Claves</b>			
<p>3. Comprender el efecto de las características geométricas de la calzada, las características de la infraestructura del pavimento y los detalles relacionados con el tráfico en la velocidad de operación del vehículo en las secciones tangentes de las carreteras rurales de dos carriles.</p> <p>4. Velocidad de operación, características geométricas, pavimentos, tráfico, coeficientes de correlación, modelos de proyección de velocidad.</p> <p>5. Encontrar factores que influyan en la velocidad de operación.</p> <p>6. La influencia de los parámetros considerados en la V85 identificó los parámetros altamente influyentes y la correlación entre ellos creando un análisis de este coeficiente.</p>			
<b>7. Recomendaciones:</b>			
<p>El Manual de capacidad vial (TRB 2016) sugiere la velocidad de diseño de una instalación como un estimador aceptable de la velocidad base de flujo libre, que se indica como aproximadamente 10 m/h más alta que la PSL. Indirectamente, indica que la velocidad base de flujo libre está correlacionada con PSL y respalda los hallazgos de este estudio: PSL y V85 están fuertemente correlacionados. Esta velocidad base de flujo libre se ajusta para el ancho del carril y el SW, y la densidad del punto de acceso para obtener la velocidad real de flujo libre. En otras palabras, el ancho del carril y SW junto con la densidad de acceso. En el futuro, los estudios se centraron en la velocidad de flujo libre base, la velocidad de flujo libre, V85, y se recomiendan los parámetros geométricos de las carreteras de dos carriles.</p>			
<b>8. Observaciones:</b>			
		<b>Código: 1</b>	<b>Número: 10</b>
		<b>Núcleo Temático: Velocidad Operación</b>	<b>Documento: Artículo</b>

<b>1. Autor: Jiangbi Hu &amp; Ronghua Wang</b>		
<b>2. Título: Classification of driving workload affected by highway alignment conditions based on classification and regression tree algorithm</b>		
<b>3. Síntesis</b>	<b>4. Factores.</b>	<b>5. Enfoque.</b>
<b>6 Metodología</b>		<b>Palabras Claves</b>
<p>3. Clasificar la carga de trabajo de conducción experimentalmente con el fin de desarrollar un modelo de cálculo la carga de trabajo.</p> <p>4. Segmentos de curva, velocidad de conducción, pendientes pronunciadas, accidentes viales</p> <p>5. Generar un modelo de cálculo de carga de trabajo de conducción.</p> <p>6. Pruebas de campo en 72 conductores entre automovilistas y camioneros, en 6 diferentes carreteras locales, bajo diferentes condiciones geométricas.</p>		<p>-Ingeniería de carreteras</p> <p>- carga de trabajo de conducción</p> <p>-factores humanos</p> <p>-variabilidad del ritmo cardiaco</p> <p>-clasificación y árbol de regresión.</p>
<b>7. Recomendaciones:</b>		
Una mayor calidad del diseño geométrico de las carreteras podría mantener la carga de trabajo de conducción dentro de un rango más seguro y cómodo, además podrían proponerse enfoques alternativos eficaces para mejorar la seguridad en la conducción.		
<b>8. Observaciones:</b>		
El enfoque de detección psicofisiológica y el modelo de carga de trabajo de conducción presentada en el estudio, son apropiadas para cuantificar el rendimiento del conductor tanto para carreteras nuevas como para carreteras existentes. Los umbrales de clasificación de carga del conductor pueden proporcionar una base sólida para optimizar el diseño geométrico de carreteras.		<b>Código: 1</b>
		<b>Número:</b>
		<b>Núcleo Temático: Carga de trabajo</b>
		<b>Documento:</b>

1. Autor: Behzad Farahmand, Amin Mirza Boroujerdian.			
2. Título: Effect of road geometry on driver fatigue in monotonous environments: A simulator study.			
3. Síntesis	4. Factores.	5. Enfoque.	6 Metodología
<p>3. Simulador que ayuda a reconocer el efecto de carreteras monótonas en el desempeño del conductor.</p> <p>4. Diseño de carretera, tangentes, curvas horizontales, desempeño del conductor, fatiga del conductor, movimientos de volante, movimientos del volante, capacidad de posicionamiento en el carril-</p> <p>5. Nivel de fatiga del conductor antes 3 escenarios diferentes de carreteras.</p> <p>6. Eploratoria cualitativa</p>			<p>Palabras Claves</p> <p>geometría de la carretera fatiga del conductor Simulador de manejo Carretera segura ambiente monótono</p>
7. Recomendaciones:			
<p>Este estudio investiga la relación entre la geometría de la carretera y la vigilancia del conductor en entornos monótonos a través de medidas sustitutas. Se utilizaron tres diseños de carreteras diferentes con diferente número de curvas horizontales. Tanto los datos de SWM como los de ABTC indican que en diseños con más curvas horizontales los conductores tienen mejores desempeños en tareas de vigilancia. Estos resultados sugieren que la aplicación de geometrías horizontales más complejas en condiciones de baja carga puede dificultar el proceso de disminución de la vigilancia del conductor. Además, si bien cualquier adición de curvas horizontales puede ser beneficiosa para interrumpir la monotonía, se obtuvieron rendimientos más estables a lo largo del tiempo del Escenario que representó una mayor consistencia en el diseño (consistencia de la carga de trabajo mental). Debe mencionarse que los resultados de este estudio son solo desde la perspectiva de la fatiga pasiva del conductor, Se requiere más investigación con un alcance más amplio de seguridad vial para analizar los impactos de tales modificaciones geométricas en entornos monótonos. Si bien más pautas viales en diferentes países están prestando atención al tema de la monotonía, sus sugerencias generalmente se limitan a contramedidas simples o cualitativas, como la aplicación de franjas sonoras o la recomendación de no usar diseños de carreteras rectas en entornos monótonos. Como indica el informe de actividad de la Asociación Mundial de la Carretera (2012-2015), el enfoque de diseño de autopistas alemán se considera el más avanzado en el campo de la prevención de la fatiga por monotonía. sus sugerencias generalmente se limitan a contramedidas simples o cualitativas, como la aplicación de franjas sonoras o la recomendación de no usar diseños de caminos rectos en entornos monótonos. Como indica el informe de actividad de la Asociación Mundial de la Carretera (2012-2015), el enfoque de diseño de autopistas alemán se considera el más avanzado en el campo de la prevención de la fatiga por monotonía.</p>			
8. Observaciones:			
		Código: 1	Número: 12
		Núcleo Temático: Desempeño del conductor	Documento: Artículo

1. Autor: Nima Haghghi, Xiaoyue Cathy Liu, Guohui Zhang, Richard J. Porter			
2. Título: Impact of roadway geometric features on crash severity on rural two-lane highways			
3. Síntesis	4. Factores.	5. Enfoque.	6 Metodología
<p>Analizar el impacto de una amplia gama de características geométricas de las carreteras en la gravedad de los accidentes ocurridos en las carreteras rurales de dos carriles</p> <p>4. características del vehículo, características de la vía, características del choque, condiciones ambientales</p> <p>5. Analizar el impacto de una amplia gama de características geométricas de las carreteras en los resultados de gravedad de los choques ocurridos en carreteras rurales de dos carriles.</p> <p>6. Estudio realizado mediante un modelo multinivel.</p>			<p>Palabras Claves</p> <p>Característica geométrica Vía Rural Gravedad del accidente Estructura jerárquica Tipo de accidente</p>
7. Recomendaciones:			
<p>Los resultados del modelo verifican que la estructura jerárquica residía dentro de los datos, donde existe una correlación entre los resultados de gravedad de los accidentes ocurridos en los mismos tramos de carretera. Esta presencia de correlación dentro del segmento justificó el uso de modelos multinivel para analizar la gravedad de las lesiones por accidentes. El examen del efecto aleatorio muestra que existe una variación significativa en la probabilidad asociada con la gravedad de los choques en diferentes segmentos. Nuestro hallazgo reveló que existe una fuerte asociación entre algunas características geométricas y el resultado de la gravedad del choque. Sin embargo, la transferibilidad de los resultados del modelo a otros estados probablemente depende de la similitud de las distribuciones de tipos de accidentes en esos estados. Al igual que los modelos tradicionales de gravedad de choques, los modelos multinivel no son inmunes a los problemas de notificación insuficiente. Las diferentes magnitudes de subregistro para diferentes niveles de gravedad y en diferentes jurisdicciones de notificación de accidentes pueden dar lugar a estimaciones sesgadas. Si bien varios estudios han investigado el efecto de subestimar los datos de accidentes en los modelos tradicionales de gravedad de accidentes (Vosotros y Señor, 2011; Yamamoto et al., 2008; Yasmin y Eluru, 2013; Abay, 2015), en el futuro, es necesario investigar el impacto de la notificación insuficiente de datos de accidentes en modelos multinivel (probablemente utilizando un conjunto de datos simulado) y compararlo con modelos de uso común.</p>			
8. Observaciones:			
<p>Los resultados muestran que la presencia de un ancho de carril de 10 pies y/o arcenes angostos reduce la gravedad de las lesiones en los choques. Esto podría deberse a que los conductores no se sienten seguros para tomar velocidades más rápidas en los segmentos con tales configuraciones y, en consecuencia, conducen con más precaución (Shinar et al., 1980; Kolsrud, 1985; Martens et al., 1997; Godley et al., 2004). La reducción de velocidad disminuye significativamente la energía cinética transferida durante una colisión, lo que se traduce en un menor riesgo de lesiones graves. Se encuentra que el aumento en la longitud de la barrera y la disminución en el desplazamiento de la barrera están asociados con choques menos severos. Esto puede explicarse por la capacidad de la barrera para redirigir un vehículo errante y brindarle al conductor la oportunidad de recuperar el control del vehículo. La barrera también puede disipar la energía del impacto durante la redirección y minimizar el riesgo para los ocupantes del vehículo</p>		<p>Código: 1</p>	<p>Número: 14</p>
		<p>Núcleo Temático: Diseño geométrico de carreteras rurales de dos carriles</p>	<p>Documento: Artículo</p>

<b>1. Autor: Peter T. Savolainen, Omar Smadi, Raha Hamzeie, Brendan Russo and Skylar Knickerbocker</b>		
<b>2. Título: The Interrelationships between speed limits, geometry and driver behavior</b>		
<b>3. Síntesis</b>	<b>4. Factores.</b>	<b>5. Enfoque.</b>
<b>6 Metodología</b>		<b>Palabras Claves</b>
<p>3. Aprovechar de manera efectiva la información del NDS y el RID para examinar las interrelaciones entre los factores del conductor, el vehículo y la carretera con la selección de la velocidad del conductor y el riesgo de colisión.</p> <p>4. Factores del conductor, factores del vehículo, factor carretera</p> <p>5. Desarrollar y demostrar procedimientos para aprovechar de manera efectiva la información del NDS y el RID para examinar las interrelaciones entre los factores del conductor, el vehículo y la carretera con la selección de la velocidad del conductor y el riesgo de colisión.</p> <p>6. Metodología basada en métodos estadísticos</p>		
<b>7. Recomendaciones:</b>		
<p>- Establecimiento de límites de velocidad máxima: la velocidad del percentil 85 generalmente se usa como un factor principal para establecer límites de velocidad máxima. Sin embargo, la investigación ha sugerido que las características de las carreteras juegan un papel más importante que el límite establecido para afectar las velocidades de viaje. Los datos de SHRP2 brindan una excelente oportunidad para abordar este problema, ya que los límites máximos de velocidad en las autopistas en los seis estados incluidos en el estudio oscilan entre 55 mph y 70 mph. Además, los límites de velocidad también varían según el estado en el sistema de acceso no limitado. Dado que varios estados recientemente aumentaron los límites de velocidad de manera selectiva, es fundamental que un análisis cuantitativo bien diseñado pueda informar a las agencias sobre los impactos esperados de tales decisiones de política.</p> <p>- Uso de señales de advertencia de velocidad: el derecho de paso limitado, los puntos de acceso frecuentes y la geometría desafiante a menudo requieren el uso de señales de advertencia de velocidad a lo largo de segmentos que no pueden diseñarse para satisfacer la velocidad de diseño predominante. Investigaciones anteriores han demostrado que tales áreas son propensas a mayores tasas de accidentes. Es importante comprender mejor la respuesta del conductor al acercarse a estos lugares (es decir, curvas horizontales), particularmente con respecto a la ubicación de las señales de advertencia anticipadas.</p>		
<b>8. Observaciones:</b>		
		<b>Código: 1</b>
		<b>Número: 16</b>
		<b>Núcleo Temático: Condiciones de seguridad</b>
		<b>Documento: Artículo</b>

## ANEXO 6. FICHA N°4 CUANTITATIVA

1. ASPECTOS FORMALES						
1.1 Tipo Autor:	Individual	Colectivo	X	Institucional	Otro	
1.2 Tipo Documento	Libro	Artículo	X	Investigación NO publicada	Trabajo de grado	
CANTIDAD	2. ASUNTO INVESTIGADO (TEMAS Y SUBTEMAS)					
	1	CONSIDERACIONES DE VELOCIDAD				
	2	CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD				
	3	CONSIDERACIONES DE RENDIMIENTO				
	4					
	5					
	Otros:					
Cantidad						
3. DELIMITACIONES						
Cantidad	3.1 Delimitación Espacial.					
	1	Internacional				
	2	Nacional				
	3	Regional				
	4	Local				
	5	Otros				
Cantidad	3.2 Delimitación Temporal.					
	1	Internacional				
	2	Nacional				
	3	Regional				
Cantidad	3.3 Sujetos Investigados.					
	1	Vehículos Livianos				
	2	Carreteras rurales de dos carriles				
	3					
	4					
	Otros			Código: 1	Número: 1	
				Núcleo Temático: De diseño Geométrico	Documento: Artículo	
4. PROPOSITO						
Cantidad						
	1	Estudiar las 3 categorías principales que influyen en la consistencia del diseño geométrico de carreteras				
	2	Sugerencias y conclusiones para futuras investigaciones.				
	3	Evitar y/o disminuir el número de accidentes viales.				
	4					
	Otros					
5. DISCIPLINA						
Cantidad						
	1	Ingeniería Civil: Diseño Geométrico de vías				
	2					
	3					
6. TIPOS DE INVESTIGACIÓN						
Cantidad						
	1	Explorativa				
	2	Descriptiva				
	3	Explicativa				
	4	Correlacional				
	Otros			Código: 1	Número: 1	
				Núcleo Temático: Consistencia de diseño geométrico.	Documento: Artículo	

1. ASPECTOS FORMALES						
1.1 Tipo Autor:	Individual	Colectivo	X	Institucional		Otro
1.2 Tipo Documento	Libro	Artículo	X	Investigación NO publicada		Trabajo de grado
CANTIDAD 2. ASUNTO INVESTIGADO (TEMAS Y SUBTEMAS)						
	1	Factores físicos pueden influir en la velocidad en las carreteras de dos carriles.				
	2	Modelos de velocidad operacional				
	3	Curvas horizontales				
	4					
	5					
	Otros:					
Cantidad						
3. DELIMITACIONES						
CANTIDAD 3.1 Delimitación Espacial.						
	1	Internacional				
	2	Nacional				
	3	Regional				
X	4	Local				
	5	Otros				
Cantidad	3.2 Delimitación Temporal.					
	1	Internacional				
	2	Nacional				
X	3	Regional				
Cantidad	3.3 Sujetos Investigados.					
	1	Vehículos livianos				
	2	Carretera de dos carriles				
	3	Curvas horizontales.				
	4	Velocidad operacional				
	Otros		Código: 2	Número: 2		
			Núcleo Temático: Velocidad operacional	Documento: Artículo		
4. PROPOSITO						
Cantidad						
	1	Generar modelos de velocidad operacional en curvas horizontales carreteras de dos carriles.				
	2	Desarrollar ecuaciones específicas del sitio para el 85 percentil de velocidad de operación en una alineación montañosa en la entrada, tangentes de salida y en la porción circular usando características geométricas de las curvas como radio, ángulo de desviación y distancia visual.				
	3					
	4					
	Otros					
5. DISCIPLINA						
Cantidad						
	1	Ingeniería civil: Diseño geométrico de carreteras				
	2					
	3					
6. TIPOS DE INVESTIGACIÓN						
Cantidad						
	1	Explorativa				
	2	Descriptiva				
	3	Explicativa				
	4	Correlacional				
	Otros De Campo		Código 2	Número 2		
			Núcleo Temático Velocidad de operación	Documento		

1. ASPECTOS FORMALES						
1.1 Tipo Autor:	Individual	Colectivo	X	Institucional	Otro	
1.2 Tipo Documento	Libro	Artículo	X	Investigación NO publicada	Trabajo de grado	
CANTIDAD	2. ASUNTO INVESTIGADO (TEMAS Y SUBTEMAS)					
	1	Evaluación del impacto de la consistencia del diseño geométrico en la seguridad vial				
	2	Accidentes				
	3	Tráfico				
	4	Elementos geometricos				
	5					
	Otros:					
Cantidad						
3. DELIMITACIONES						
Cantidad	3.1 Delimitación Espacial.					
	1	Internacional				
	2	Nacional				
X	3	Regional				
	4	Local				
	5	Otros				
Cantidad	3.2 Delimitación Temporal.					
	1	Internacional				
	2	Nacional				
X	3	Regional				
Cantidad	3.3 Sujetos Investigados.					
	1	Carreteras rurales de dos carriles				
	2	Tangentes				
	3	Curvas horizontales				
	4	Accidentes de tránsito				
	Otros			Código: 1	Número: 3	
				Núcleo Temático Seguridad vial	Documento: Artículo	
4. PROPOSITO						
Cantidad						
	1	Generar modelos que relacion la consistencia de diseño y la seguridad en las carreteras				
	2	Investigar y cuantificar la relación entre consistencia de diseño y seguridad vial				
	3	Estudiar la ocurrencia de accidentes de tránsito				
	4					
	Otros					
5. DISCIPLINA						
Cantidad						
	1	Ingenieria civil: diseño geometrico de carreteras				
	2					
	3					
6. TIPOS DE INVESTIGACIÓN						
Cantidad						
X	1	Explorativa				
	2	Descriptiva				
	3	Explicativa				
	4	Correlacional				
	Otros			Código: 1	Número: 3	
				Núcleo Temático: Seguridad vial	Documento: Artículo	

1. ASPECTOS FORMALES					
1.1 Tipo Autor:	Individual	Colectivo	X	Institucional	Otro
1.2 Tipo Documento	Libro	Artículo	X	Investigación NO publicada	Trabajo de grado
2. ASUNTO INVESTIGADO (TEMAS Y SUBTEMAS)					
CANTIDAD					
1	Velocidad de operación				
2	Velocidad y consistencia en curvas horizontales simples				
3	Estimación de la velocidad aconsejada en curvas horizontales				
4	Consistencia geométrica en curvas horizontales				
5	Calibración del modelo de Koorey para establecer la velocidad recomendada				
	Otros:				
Cantidad					
3. DELIMITACIONES					
Cantidad	3.1 Delimitación Espacial.				
1	Internacional				
2	Nacional				
X	3 Regional				
4	Local				
5	Otros				
Cantidad	3.2 Delimitación Temporal.				
1	Internacional				
2	Nacional				
X	3 Regional				
Cantidad	3.3 Sujetos Investigados.				
1	Velocidad de operación				
2	Estimación de la velocidad aconsejada en curvas horizontales				
3	Calibración del modelo Koorey				
4					
	Otros	Código: 4	Número: 4		
		Núcleo Temático: Velocidad de operación	Documento: Artículo		
4. PROPOSITO					
Cantidad					
1	Modelar las velocidades de operación recomendadas para la consistencia del diseño geométrico vial.				
2	Estimar la velocidad recomendada, mediante la combinación de métodos basados en la aceleración lateral y la evaluación de la consistencia de curvas horizontales únicas.				
3	Calibrar el modelo de Koorey para velocidades recomendadas para curvas horizontales.				
4					
	Otros				
5. DISCIPLINA					
Cantidad					
1	Ingeniería Civil: Diseño geométrico de vías				
2					
3					
6. TIPOS DE INVESTIGACIÓN					
Cantidad					
1	Explorativa				
2	Descriptiva				
3	Explicativa				
4	Correlacional				
	Otros	Código: 4	Número: 4		
		Núcleo Temático: Velocidad de operac	Documento: Artículo		

1. ASPECTOS FORMALES						
1.1 Tipo Autor:	Individual	Colectivo	x	Institucional	Otro	
1.2 Tipo Documento	Libro	Artículo	x	Investigación NO publicada	Trabajo de grado	
2. ASUNTO INVESTIGADO (TEMAS Y SUBTEMAS)						
CANTIDAD	1	Velocidad operacional para vehículos pesados.				
	2	Análisis del modelo de velocidad percentil 85				
	3	Análisis del modelo de velocidad percentil 15				
	4					
	5					
	Otros:					
Cantidad						
3. DELIMITACIONES						
3.1 Delimitación Espacial.						
Cantidad	X	1	Internacional			
		2	Nacional			
		3	Regional			
		4	Local			
		5	Otros			
Cantidad		3.2 Delimitación Temporal.				
	X	1	Internacional			
		2	Nacional			
		3	Regional			
Cantidad		3.3 Sujetos Investigados.				
		1	Velocidad de operación			
		2	Velocidad percentil 15			
		3	Vehículos pesados			
		4	Modelos de predicción de velocidad.			
	Otros		Código:5	Número: 5		
			Núcleo Temático: Velocidad operacional en vehículos pesados	Documento Artículo		
4. PROPOSITO						
Cantidad		analizar la influencia del diseño geométrico vial en las velocidades de los vehículos pesados y desarrollar modelos de predicción de velocidad en curvas horizontales de caminos rurales de dos carriles.				
	1					
	2	Análisis de la velocidad en el percentil 85 en vehículos pesados				
	3	Análisis de la velocidad en el percentil 15 en vehículos pesados.				
	4					
	Otros					
5. DISCIPLINA						
Cantidad		Ingeniería Civil, diseño geométrico de vías				
	1					
	2					
	3					
6. TIPOS DE INVESTIGACIÓN						
Cantidad		Explorativa				
	X					
	2	Descriptiva				
	3	Explicativa				
	4	Correlacional				
	Otros		Código: 5	Número: 5		
			Núcleo Temático: Velocidad de operación de vehículos pesados	Documento: Artículo		

1. ASPECTOS FORMALES					
1.1 Tipo Autor:	Individual	Colectivo	X	Institucional	Otro
1.2 Tipo Documento	Libro	Artículo		Investigación NO publicada	Trabajo de grado X
2. ASUNTO INVESTIGADO (TEMAS Y SUBTEMAS)					
CANTIDAD					
1	El déficit de infraestructura vial respecto a las vías de segundo orden en el país				
2	Características a tener en cuenta para seccionar las vías que cumplen con un buen estado				
3	HISTORIA DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL SECUNDARIA Y EL DESARROLLO EN COLOMBIA.				
4	IMPACTO DE LAS VÍAS SECUNDARIAS EN LAS ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS.				
5	PANORAMA DEL POSCONFLICTO EN LAS VÍAS SECUNDARIAS.				
6	RED SECUNDARIA, PRIMORDIAL EN EL DESARROLLO NACIONAL.				
7	INVERSIÓN REQUERIDA EN LA INFRAESTRUCTURA.				
Otros:					
Cantidad					
3. DELIMITACIONES					
3.1 Delimitación Espacial.					
1	Internacional				
2	Nacional				
X	Regional				
4	Local				
5	Otros				
Cantidad					
3.2 Delimitación Temporal.					
1	Internacional				
2	Nacional				
X	Regional				
Cantidad					
3.3 Sujetos Investigados.					
1					
2					
3					
4					
Otros		Código: 6	Número: 6		
		Núcleo Temático: Desarrollo vial en Colombia	Documento: Tesis		
4. PROPOSITO					
Cantidad					
1	Analizar la información sobre la cantidad y el estado actual de las vías secundarias en Colombia y la oportunidad de la ingeniería civil para su construcción y mantenimiento, mediante la recopilación de datos cuantitativos y cualitativos arrojados por fuentes secundarias y terciarias				
2	Investigar la información de cantidades, características y zonas con oportunidad de desarrollo y ejecución de la construcción de vías secundarias por medio de valores arrojados por entidades como INVIAS, DNP, ANI y departamentos				
3	Revisar y determinar los rangos de la información sobre cantidades y estado de las vías secundarias				
4	Describir los hallazgos tanto cuantitativos como cualitativos y la oportunidad de ejecución de construcción de vías secundarias en lo que respecta al mejoramiento de estas, proyección nacional que el gobierno y entidades tienen pensado, y beneficio del trabajo de la ingeniería civil en la red secundaria				
Otros					
5. DISCIPLINA					
Cantidad					
1	Ingeniería Civil, Desarrollo vial.				
2					
3					
6. TIPOS DE INVESTIGACIÓN					
Cantidad					
1	Explorativa				
X	Descriptiva				
3	Explicativa				
4	Correlacional				
Otros		Código: 6	Número: 6		
		Núcleo Temático: Desarrollo Vial en Colombia	Documento: Tesis		

1. ASPECTOS FORMALES						
1.1 Tipo Autor:	Individual	Colectivo	X	Institucional	Otro	
1.2 Tipo Documento	Libro	Artículo	X	Investigación NO publicada	Trabajo de grado	
CANTIDAD	2. ASUNTO INVESTIGADO (TEMAS Y SUBTEMAS)					
	1	Comportamiento del conductor en curvas horizontales.				
	2	Diseño geométrico de curvas horizontales				
	3	Radio de curvatura en función del peralte				
	4	Segmentos de rectas				
	5	Tasas de colisión en curvas.				
	Otros:					
Cantidad						
3. DELIMITACIONES						
Cantidad	3.1 Delimitación Espacial.					
X	1	Internacional				
	2	Nacional				
	3	Regional				
	4	Local				
	5	Otros				
Cantidad	3.2 Delimitación Temporal.					
X	1	Internacional				
	2	Nacional				
	3	Regional				
Cantidad	3.3 Sujetos Investigados.					
	1	Carga del conductor				
	2	Comportamiento del conductor				
	3	Diseño geométrico de curvas horizontales				
	4	Respuesta del conductor ante curvas horizontales previstas.				
	Otros			Código: 7	Número: 7	
				Núcleo Temático: Comportamiento del conductor	Documento: Artículo	
4. PROPOSITO						
Cantidad						
	1	Analizar los factores que afectan al comportamiento del conductor en una curva horizontal				
	2	La distancia de visibilidad adecuada para un buen comportamiento del conductor ante una curva horizontal.				
	3	Comportamiento del conductor ante valores puntuales del diseño geométrico de una curva horizontal				
	4					
	Otros					
5. DISCIPLINA						
Cantidad						
	1	Ingeniería Civil, Comportamiento del conductor				
	2					
	3					
6. TIPOS DE INVESTIGACIÓN						
Cantidad						
	1	Explorativa				
X	2	Descriptiva				
	3	Explicativa				
	4	Correlacional				
	Otros			Código: 7	Número: 7	
				Núcleo Temático: Comportamiento del conductor	Documento: Artículo	

1. ASPECTOS FORMALES						
1.1 Tipo Autor:	Individual	Colectivo	X	Institucional	Otro	
1.2 Tipo Documento	Libro	Artículo	X	Investigación NO publicada	Trabajo de grado	
2. ASUNTO INVESTIGADO (TEMAS Y SUBTEMAS)						
CANTIDAD						
	1	Consistencia del diseño geométrico de carreteras				
	2	Velocidad operacional				
	3	Parámetros de diseño				
	4	Alineamiento Horizontal				
	5	Velocidad de diseño				
	Otros:					
Cantidad						
3. DELIMITACIONES						
Cantidad	3.1 Delimitación Espacial.					
	1	Internacional				
	2	Nacional				
X	3	Regional				
	4	Local				
	5	Otros				
Cantidad	3.2 Delimitación Temporal.					
	1	Internacional				
	2	Nacional				
X	3	Regional				
Cantidad	3.3 Sujetos Investigados.					
	1	Elementos geométricos				
	2	Carreteras rurales de dos carriles				
	3	Volumen de tráfico				
	4	Vehículos livianos				
	Otros			Código: 1	Número:	
				Núcleo Temático: Seguridad Vial	Documento	
4. PROPOSITO						
Cantidad						
	1	Lograr la consistencia en el alineamiento horizontal				
	2	Armonizar las velocidades de diseño y operación				
	3	Proporcionar seguridad al conductor				
	4					
	Otros					
5. DISCIPLINA						
Cantidad						
	1	Ingeniería civil: diseño de carreteras				
	2					
	3					
6. TIPOS DE INVESTIGACIÓN						
Cantidad						
	1	Explorativa				
	2	Descriptiva				
	3	Explicativa				
	4	Correlacional				
	Otros			Código 1	Número	
				Núcleo Temático	Documento	

1. ASPECTOS FORMALES						
1.1 Tipo Autor:	Individual	Colectivo	X	Institucional	Otro	
1.2 Tipo Documento	Libro	Artículo	X	Investigación NO publicada	Trabajo de grado	
CANTIDAD	2. ASUNTO INVESTIGADO (TEMAS Y SUBTEMAS)					
	1	Evaluación de la seguridad vial mediante un modelo de diseño geométrico de carreteras				
	2	Varabilidad de la velocidad operacional				
	3	Frecuencia de colisiones				
	4	Elementos secuenciales				
	5					
	Otros:					
Cantidad						
3. DELIMITACIONES						
Cantidad	3.1 Delimitación Espacial.					
	1	Internacional				
	2	Nacional				
X	3	Regional				
	4	Local				
	5	Otros				
Cantidad	3.2 Delimitación Temporal.					
	1	Internacional				
	2	Nacional				
X	3	Regional				
Cantidad	3.3 Sujetos Investigados.					
	1	Velocidad de operación				
	2	Datos de siniestros viales en segmentos específicos				
	3	Volumen de tráfico				
	4	Vehículos livianos				
	Otros			Código: 1	Número:	
				Núcleo Temático: Seguridad Vial	Documento	
4. PROPOSITO						
Cantidad						
	1	Lograr la consistencia en el alineamiento horizontal				
	2	Armonizar las velocidades de diseño y operación				
	3	Proporcionar seguridad al conductor				
	4					
	Otros					
5. DISCIPLINA						
Cantidad						
	1	Ingeniería civil: diseño de carreteras				
	2					
	3					
6. TIPOS DE INVESTIGACIÓN						
Cantidad						
	1	Explorativa				
	2	Descriptiva				
	3	Explicativa				
	4	Correlacional				
	Otros			Código 1	Número	
				Núcleo Temático seguridad vial	Documento	

1. ASPECTOS FORMALES						
1.1 Tipo Autor:	Individual	Colectivo	X	Institucional	Otro	
1.2 Tipo Documento	Libro	Artículo	X	Investigación NO publicada	Trabajo de grado	
CANTIDAD	2. ASUNTO INVESTIGADO (TEMAS Y SUBTEMAS)					
1	Modelos de predicción de la velocidad de operación del vehículo.					
2	Parámetros considerados en la V85					
3	Características geométricas de la calzada.					
4	Características de la infraestructura del pavimento.					
5	Tráfico en la velocidad de operación del vehículo en las secciones tangentes.					
	Otros:					
Cantidad						
3. DELIMITACIONES						
Cantidad	3.1 Delimitación Espacial.					
1	Internacional					
2	Nacional					
X	3 Regional					
	4 Local					
	5 Otros					
Cantidad	3.2 Delimitación Temporal.					
1	Internacional					
2	Nacional					
X	3 Regional					
Cantidad	3.3 Sujetos Investigados.					
1	Características geométricas de la calzada.					
2	Características de la infraestructura del pavimento.					
3	El tráfico en la velocidad de operación del vehículo en las secciones tangentes de las carreteras rurales de dos carriles.					
4						
	Otros	Código: 1	Número: 10			
		Núcleo Temático: Condiciones de seguridad	Documento: Artículo			
4. PROPOSITO						
Cantidad						
1	Como se relaciona la V85 con todas las características que hacen parte de la vía.					
2	Utilizar un modelo de predicción para relacionar las características de la vía con la velocidad de operación.					
3	Los coeficientes de correlación de Pearson, todos los parámetros independientes que tienen un coeficiente de correlación superior a 0,2 con el parámetro dependiente (V85) pueden ser considerados en el desarrollo del modelo.					
4						
	Otros					
5. DISCIPLINA						
Cantidad						
1	Ingeniería civil: Diseño geométrico de vías					
2						
3						
6. TIPOS DE INVESTIGACIÓN						
Cantidad						
X	1 Explorativa					
	2 Descriptiva					
	3 Explicativa					
	4 Correlacional					
	Otros	Código: 1	Número: 10			
		Núcleo Temático: Velocidad de operación	Documento: Artículo			

1. ASPECTOS FORMALES						
1.1 Tipo Autor:	Individual	X	Colectivo	Institucional	Otro	
1.2 Tipo Documento	Libro	X	Artículo	Investigación NO publicada	Trabajo de grado	
CANTIDAD		2. ASUNTO INVESTIGADO (TEMAS Y SUBTEMAS)				
	1	Carga de trabajo de conducción				
	2	Condiciones geométricas de la carretera				
	3	Reducción de lesiones de tránsito				
	4	Escalas de carga de trabajo				
	5					
	Otros:					
Cantidad						
3. DELIMITACIONES						
Cantidad	3.1 Delimitación Espacial.					
	1	Internacional				
	2	Nacional				
	3	Regional				
X	4	Local				
	5	Otros				
Cantidad	3.2 Delimitación Temporal.					
X	1	Internacional				
	2	Nacional				
	3	Regional				
Cantidad	3.3 Sujetos Investigados.					
	1	36 conductores automovilísticos de 30 a 45 años de edad.				
	2	36 conductores de camiones de 30 a 45 años de edad				
	3	Seis carreteras locales con diferentes diseños geométricos				
	4					
	Otros		Código: 1	Número:		
			Núcleo Temático:	Documento		
			Carga de trabajo			
4. PROPOSITO						
Cantidad						
	1	Clasificar la carga de trabajo de cada conductor afectada por las condiciones de la carretera.				
	2	Probar frecuencias cardíacas altas y bajas mediante un detector fisiológico multiparámetro				
	3	Registrar el desempeño del conductor con toma del tiempo de prueba, velocidad de conducción, pista de carretera y distancia				
	4	Correlacionar parámetros de viocidad con medidas fisiológicas				
	Otros					
5. DISCIPLINA						
Cantidad						
	1	Ingeniería civil: Diseño geométrico de carreteras				
	2					
	3					
6. TIPOS DE INVESTIGACIÓN						
Cantidad						
	1	Explorativa				
	2	Descriptiva				
	3	Explicativa				
	4	Correlacional				
	Otros		Código 1	Número		
			Núcleo Temático	Documento		

1. ASPECTOS FORMALES						
1.1 Tipo Autor:	Individual	Colectivo	X	Institucional	Otro	
1.2 Tipo Documento	Libro	Artículo	X	Investigación NO publicada	Trabajo de grado	
CANTIDAD	2. ASUNTO INVESTIGADO (TEMAS Y SUBTEMAS)					
	1	Variedad geométrica de la carretera y vigilancia del conductor				
	2	Simulador de conducción				
	3	La desviación estándar de los movimientos del volante				
	4	Movimientos de volante				
	5	La capacidad de posicionamiento en el carril				
	Otros:					
Cantidad						
3. DELIMITACIONES						
Cantidad	3.1 Delimitación Espacial.					
	1	Internacional				
	2	Nacional				
X	3	Regional				
	4	Local				
	5	Otros				
Cantidad	3.2 Delimitación Temporal.					
	1	Internacional				
	2	Nacional				
X	3	Regional				
Cantidad	3.3 Sujetos Investigados.					
	1	Modos de manejo de automovil				
	2	Geometría de la carretera				
	3	Carga del conductor				
	4	Modos de manejo de automovil				
	Otros			Código: 1	Número:12	
				Núcleo Temático: Desempeño del conductor	Documento: Artículo	
4. PROPOSITO						
Cantidad						
	1	Encontrar qué tanto afecta la geometría de la carretera en la vigilancia del conductor				
	2	dispositivos en el vehículo que detecten la disminución de la vigilancia del conductor debido				
	3	efecto del entorno de la carretera				
	4					
	Otros					
5. DISCIPLINA						
Cantidad						
	1	Ingeniería civil: Diseño geométrico de carreteras				
	2					
	3					
6. TIPOS DE INVESTIGACIÓN						
Cantidad						
X	1	Explorativa				
	2	Descriptiva				
	3	Explicativa				
	4	Correlacional				
	Otros			Código 1	Número 12	
				Núcleo Temático Desempeño del conductor	Documento: Artículo	

1. ASPECTOS FORMALES						
1.1 Tipo Autor:	Individual	Colectivo	X	Institucional	Otro	
1.2 Tipo Documento	Libro	Artículo	X	Investigación NO publicada	Trabajo de grado	
CANTIDAD 2. ASUNTO INVESTIGADO (TEMAS Y SUBTEMAS)						
	1	Evaluar el impacto de una amplia gama de características geométricas de las carreteras en l				
	2	- impacto de los tipos de accidentes dominantes en el segmento.				
	3	analizar la distribución del tipo de choque en estos segmentos.				
	4					
	5					
	Otros:					
Cantidad						
3. DELIMITACIONES						
3.1 Delimitación Espacial.						
Cantidad	1	Internacional				
X	2	Nacional				
	3	Regional				
	4	Local				
	5	Otros				
Cantidad	3.2 Delimitación Temporal.					
	1	Internacional				
X	2	Nacional				
	3	Regional				
Cantidad	3.3 Sujetos Investigados.					
	1	características del vehículo				
	2	características de la vía				
	3	características del choque				
	4	Condiciones ambientales				
	Otros		Código: 1	Número: 14		
			Núcleo Temático: Diseño geométrico de carreteras rurales de dos carriles	Documento: Artículo		
4. PROPOSITO						
Cantidad						
	1	Analizar el impacto de una amplia gama de características geométricas de las carreteras en los resultados de gravedad de los choques ocurridos en carreteras rurales de dos carriles.				
	2	no limitar el impacto de las características geométricas de las carreteras al condicionar los modelos de gravedad en cualquier tipo de choque específico				
	3	Modelo multinivel está configurado para capturar con éxito el impacto indirecto de las caract				
	4	Abordar la estructura jerárquica de los datos de accidentes.				
	Otros					
5. DISCIPLINA						
Cantidad						
	1	Ingeniería civil: Diseño geométrico de carreteras				
	2					
	3					
6. TIPOS DE INVESTIGACIÓN						
Cantidad						
X	1	Explorativa				
	2	Descriptiva				
	3	Explicativa				
	4	Correlacional				
	Otros		Código 1	Número 14		
			Núcleo Temático DGCRDC	Documento ARTICULO		

1. ASPECTOS FORMALES						
1.1 Tipo Autor:	<input type="checkbox"/> Individual	<input type="checkbox"/> Colectivo	<input checked="" type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/> Institucional	<input type="checkbox"/> Otro	
1.2 Tipo Documento	<input type="checkbox"/> Libro	<input type="checkbox"/> Artículo	<input checked="" type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/> Investigación NO publicada	<input type="checkbox"/> Trabajo de grado	
2. ASUNTO INVESTIGADO (TEMAS Y SUBTEMAS)						
CANTIDAD						
1	Interrelaciones entre los factores del conductor, el vehículo y la carretera con la selección de la velocidad del conductor y el riesgo de colisión.					
2	la velocidad promedio de los vehículos durante el tiempo anterior a cada choque, casi choque y evento de referencia					
3	la variación en las velocidades de viaje de los vehículos que conducen a cada evento, cuantificada por la desviación estándar de las velocidades durante este periodo					
4	tasa de participación en accidentes o casi accidentes entre los participantes del estudio incluidos en la muestra de eventos					
5						
	Otros:					
Cantidad						
3. DELIMITACIONES						
Cantidad	3.1 Delimitación Espacial.					
X	1	Internacional				
	2	Nacional				
	3	Regional				
	4	Local				
	5	Otros				
Cantidad	3.2 Delimitación Temporal.					
X	1	Internacional				
	2	Nacional				
	3	Regional				
Cantidad	3.3 Sujetos Investigados.					
1	Las interrelaciones entre los factores del conductor, el vehículo y la carretera con la selección de la velocidad del conductor y el riesgo de colisión.					
2						
3						
4						
	Otros		Código: 1	Número: 16		
			Núcleo Temático: Condiciones de seguridad	Documento: Artículo		
4. PROPOSITO						
Cantidad						
1	Desarrollar y demostrar procedimientos para aprovechar de manera efectiva la información del NDS y el RID para examinar las interrelaciones entre los factores del conductor, el vehículo y la carretera con la selección de la velocidad del conductor y el riesgo de colisión.					
2	La Fase 1 se enfoca principalmente en las autopistas, donde los estándares de diseño son más altos y, por lo tanto, hay un rango más alto en las velocidades de operación.					
3	Estima una serie de modelos estadísticos para determinar dónde existen diferencias significativas en estas medidas con respecto al límite de velocidad publicado, la geometría de la calzada y las características del conductor.					
4	Determinar cómo se pueden utilizar los datos del SHRP2 con fines de gestión de la velocidad, incluyendo el establecimiento de límites máximos de velocidad y la identificación de contramedidas apropiadas para choques relacionados con el exceso de velocidad.					
	Otros					
5. DISCIPLINA						
Cantidad						
1	Ingeniería civil: Diseño geométrico de vías					
2						
3						
6. TIPOS DE INVESTIGACIÓN						
Cantidad						
X	1	Explorativa				
	2	Descriptiva				
	3	Explicativa				
	4	Correlacional				
	Otros		Código: 1	Número: 16		
			Núcleo Temático: Condiciones de seguridad	Documento: Artículo		

## ANEXO 7. FICHA N°5 COMPRENSIÓN TEÓRICA GLOBAL

<b>Nucleo Temático: Estado del arte de la consistencia de diseño geométrico vial</b>		
<b>Factor: De menor a mayor importancia</b>		
<b>Indicador: Numérico</b>		
<b>DISCIPLINA</b>		<b>1</b>
<b>TIPOS DE INVESTIGACIONES</b>		<b>2</b>
<b>DELIMITACIONES</b>		<b>3</b>
<b>AUSUNTO INVESTIGADO</b>		<b>4</b>
<b>PROPOSITOS</b>		<b>5</b>
	<b>Código:1</b>	<b>Número: 1</b>
	<b>Núcleo Temático: Consistencia de diseño geométrico</b>	<b>Documento: Artículo</b>

<b>Nucleo Temático: Velocidad de operación</b>		
<b>Factores: De menor a mayor importancia</b>		
<b>Indicador: Numérico</b>		
<b>DISCIPLINA</b>		<b>1</b>
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>2</b>
<b>PROPOSITOS</b>		<b>3</b>
<b>SUJETOS INVESTIGADOS</b>		<b>4</b>
<b>DELIMITACIONES</b>		<b>5</b>
	<b>Código 2</b>	<b>Número 2</b>
	<b>Núcleo Tematico Velocidad de operación</b>	<b>Documento Artículo</b>

<b>Núcleo Temático: Evaluación del impacto de la consistencia del diseño geométrico en la seguridad vial</b>		
<b>Factor: De menor a mayor importancia</b>		
<b>Indicador:</b>		
<b>PROPOSITO</b>		<b>1</b>
<b>DELIMITACIONES</b>		<b>2</b>
<b>SUJETOS INVESTIGADOS</b>		<b>3</b>
<b>DISCIPLINA</b>		<b>4</b>
<b>TIPOS DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>5</b>
	<b>Código: 3</b>	<b>Número: 3</b>
	<b>Núcleo Temático Seguridad Vial</b>	<b>Documento: Artículo</b>

<b>Nucleo Temático: Velocidad de operación</b>		
<b>Factor: de menor a mayor importancia</b>		
<b>Indicador:</b>		
<b>ASUNTO INVESTIGADO</b>		<b>1</b>
<b>PROPOSITO</b>		<b>2</b>
<b>DELIMITACIONES</b>		<b>3</b>
<b>TIPOS DE INVESTIGACION</b>		<b>4</b>
<b>DISCIPLINA</b>		<b>5</b>
	<b>Código: 4</b>	<b>Número: 4</b>
	<b>Núcleo Temático: Velocidad de operación</b>	<b>Documento: Artículo</b>

<b>Nucleo Temático: Velocidad de operación en vehículos pesados</b>		
<b>Factor: De menor a mayor importancia</b>		
<b>Indicador:</b>		
<b>TIPOS DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>1</b>
<b>DISCIPLINA</b>		<b>2</b>
<b>DELIMITACIÓN</b>		<b>3</b>
<b>PROPOSITOS</b>		<b>4</b>
<b>ASUNTO INVESTIGADO</b>		<b>5</b>
	<b>Código: 5</b>	<b>Número: 5</b>
	<b>Núcleo Temático: Velocidad de operación en vehículos pesados</b>	<b>Documento: Artículo</b>

<b>Nucleo Temático: Desarrollo vial en Colombia</b>		
<b>Factor: De menor a mayor importancia</b>		
<b>Indicador:</b>		
<b>DISCIPLINA</b>		<b>1</b>
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>2</b>
<b>SUJETOS INVESTIGADOS</b>		<b>3</b>
<b>PROPOSITOS</b>		<b>4</b>
<b>DELIMITACIONES</b>		<b>5</b>
	<b>Código: 6</b>	<b>Número:6</b>
	<b>Núcleo Temático: Desarrollo vial</b>	<b>Documento: Tesis</b>

<b>Nucleo Temático: Comportamiento del conductor</b>		
<b>Factor:De menor a mayor importancia</b>		
<b>Indicador:</b>		
<b>DISCIPLINA</b>		<b>1</b>
<b>DELIMITACIÓN</b>		<b>2</b>
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>3</b>
<b>SUJETOS INVESTIGADOS</b>		<b>4</b>
<b>PROPOSITO</b>		<b>5</b>
	<b>Código:7</b>	<b>Número</b>
	<b>Núcleo Tematico</b>	<b>Documento</b>

<b>Nucleo Temático: Seguridad vial</b>		
<b>Factor: de menor a mayor importancia</b>		
<b>Indicador: Numérico</b>		
<b>DISCIPLINA</b>		<b>1</b>
<b>TIPOS DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>2</b>
<b>DELIMITACIONES</b>		<b>3</b>
<b>ASUNTO INVESTIGADO</b>		<b>4</b>
<b>PROPÓSITO</b>		<b>5</b>
	<b>Núcleo Temático: Seguridad vial</b>	<b>Documento</b>

<b>Nucleo Temático: Seguridad vial</b>		
<b>Factor:De menor a mayor importancia</b>		
<b>Indicador:</b>		
<b>DISCIPLINA</b>		<b>1</b>
<b>TIPO DE INVESTIGACION</b>		<b>2</b>
<b>ASUNTO INVESTIGADO</b>		<b>3</b>
<b>DELIMITACIONES</b>		<b>4</b>
<b>PROPÓSITO</b>		<b>5</b>
	<b>Núcleo Temático: Seguridad vial</b>	<b>Documento 9</b>

<b>Nucleo Temático: Velocidad de operación</b>		
<b>Indicador: de menor a mayor</b>		
<b>Asunto investigado</b>		<b>1</b>
<b>Disciplina</b>		<b>2</b>
<b>Propósitos</b>		<b>3</b>
<b>Tipos de investigación</b>		<b>4</b>
<b>Delimitación</b>		<b>5</b>
	<b>Núcleo Temático: Consideración de velocidad</b>	<b>Documento: Artículo</b>

<b>Nucleo Temático: Carga de trabajo de conducción</b>		
<b>Factor: De menor a mayor importancia</b>		
<b>Indicador:</b>		
<b>DISCIPLINA</b>		<b>1</b>
<b>TIPO DE INVESTIGACION</b>		<b>2</b>
<b>ASUNTO INVESTIGADO</b>		<b>3</b>
<b>PROPÓSITO</b>		<b>4</b>
<b>DELIMITACIONES</b>		<b>5</b>
	<b>Núcleo Temático: Carga de trabajo</b>	<b>Documento 11</b>

<b>Nucleo Temático: Desempeño del conductor</b>		
<b>Indicador: de menor a menor</b>		
<b>DISCIPLINA</b>		<b>1</b>
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>2</b>
<b>ASUNTO INVESTIGADO</b>		<b>3</b>
<b>PROPOSITOS</b>		<b>4</b>
<b>DELIMITACIONES</b>		<b>5</b>
	<b>Núcleo Temático: Desempeño del conductor</b>	<b>Documento Artículo</b>

<b>Núcleo Temático: Diseño geométrico de carreteras rurales de dos carriles</b>		
<b>Indicador: de menor a mayor</b>		
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>1</b>
<b>DISCIPLINA</b>		<b>2</b>
<b>LIMITACIONES</b>		<b>3</b>
<b>ASUNTO INVESTIGADO</b>		<b>4</b>
<b>PROPOSITOS</b>		<b>5</b>
	<b>Núcleo Temático: DGCRDC</b>	<b>Documento Artículos</b>

<b>Núcleo Temático: Condiciones de seguridad</b>		
<b>Indicador: de menor a mayor importancia</b>		
<b>DISCIPLINA</b>		<b>1</b>
<b>TIPOS DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>2</b>
<b>DELIMITACIONES</b>		<b>3</b>
<b>ASUNTO INVESTIGADO</b>		<b>4</b>
<b>PROPOSITOS</b>		<b>5</b>
	<b>Núcleo Temático: Condiciones de seguridad</b>	<b>Documento: Artículo</b>