

DOI: <https://doi.org/10.23857/fipcaec.v7i4>

Infraestructuras en la seguridad vial

Infrastructures in road safety

Infraestruturas de segurança rodoviária

Javier Enrique Baque-Solis¹
javierbaque_3@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8156-9906>

Correspondencia: javierbaque_3@hotmail.com

* Recepción: 22/10/2022 * Aceptación: 12/11/2022 *Publicación: 16/12/2022

1. Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.

Resumen

Muchos siniestros de tránsito ocurren diariamente en donde se ven involucradas las vidas de seres humanos, el correcto diseño de carreteras puede reducir la probabilidad de que un siniestro ocurra, por esta causa, al diseñar una carretera se implementan elementos como las vías perdonadoras y lechos de frenados que son infraestructuras que tienen como objetivo prevenir siniestros de tránsito, garantizar seguridad vial particularmente en carreteras de alta velocidad y de pendientes elevadas donde los vehículos pueden sufrir alguna falla. Por otra parte, el derecho de vía permite que la construcción de estos elementos sea posible. Este estudio determina la relación entre las vías perdonadoras, lechos de frenado y derecho de vía, así mismo, su impacto en la prevención de siniestros de tránsito, a través de metodologías de investigación con las cuales se introducen conceptos sobre estos elementos viales, tales como las características, propiedades geométricas y su importancia.

Palabras claves: Vías perdonadoras; Lechos de frenado; Derecho de vía; Siniestros de tránsito.

Abstract

Many traffic accidents occur daily where the lives of human beings are involved, the correct design of highways can reduce the probability that an accident occurs, for this reason, when designing a highway elements such as forgiving roads and beds of brakes that are infrastructures that aim to prevent traffic accidents, guarantee road safety particularly on high-speed roads and steep slopes where vehicles can suffer some failure. On the other hand, the right of way allows the construction of these elements to be possible. This study determines the relationship between forgiving roads, braking beds and right of way, likewise, its impact on the prevention of traffic accidents, through research methodologies with which concepts about these road elements are introduced, such as the characteristics, geometric properties and their importance.

Keywords: Forgiving pathways; braking beds; Right of way; Traffic accidents.

Resumo

Muitos acidentes de trânsito ocorrem diariamente onde a vida de seres humanos está envolvida, o correto dimensionamento de rodovias pode reduzir a probabilidade de ocorrência de um acidente,

por isso, ao projetar uma rodovia elementos como estradas perdoáveis e leitos de freios que são infraestruturas que visam prevenir acidentes de viação, garantir a segurança rodoviária sobretudo em vias de grande velocidade e declives acentuados onde os veículos podem sofrer alguma avaria. Por outro lado, o direito de passagem permite que seja possível a construção desses elementos. Este estudo determina a relação entre estradas perdoadoras, leitos de frenagem e faixa de domínio, bem como seu impacto na prevenção de acidentes de trânsito, por meio de metodologias de pesquisa com as quais são introduzidos conceitos sobre esses elementos viários, como características, propriedades geométricas e sua importância .

Palavras-chave: Caminhos do perdão; leitos de frenagem; Direito de passagem; Acidentes de trânsito.

Introducción

La seguridad vial es un aspecto de gran importancia para el correcto funcionamiento de los sistemas viales de cada país. Sin duda alguna, cuando se trata del diseño de vías o carreteras el objetivo principal que deben cumplir dichos diseños (además del de facilitar la movilidad y transporte), es el de brindar seguridad y comodidad a sus usuarios; y para cumplir dichos objetivos es imprescindible tener en cuenta varios aspectos que influyen de manera considerable en la circulación vehicular.

Los accidentes de tránsito son una de las principales causas de muerte a nivel mundial; y aunque es imposible evitarlos en su totalidad, actualmente la tecnología brinda muchas herramientas que permiten realizar estudios más extensos y precisos sobre las causas de dichos siniestros, así como sus posibles soluciones. Lo que, a su vez, contribuye con la disminución considerable de la magnitud de la gravedad de la mayoría de los accidentes en las vías.

Por ello, hoy en día se han implementado diferentes estructuras en lugares estratégicos, que permiten reducir en gran manera los efectos negativos ocasionados por los accidentes de tránsito. No obstante, cabe recalcar, que su adecuada implementación depende de muchos factores que deben ser analizados cautelosamente, puesto que, sólo así se logrará que estas estructuras cumplan con su objetivo y trabajen de manera eficiente.

Dichos factores son determinados en base al estudio del funcionamiento y características de los vehículos, antecedentes históricos en las vías estudiadas, datos estadísticos, propiedades del terreno y presencia de pendientes, estado de las vías existentes, tamaño del flujo vehicular que circula por la vía de estudio, ente otros.

Además, es de vital importancia que este tipo de estructuras de emergencia sean también reconocidas por los usuarios, puesto que de dicha manera podrán ser utilizados adecuadamente en las situaciones correspondientes, y, por ende, salvar su vida de accidentes de mayor gravedad.

Por lo cual, este trabajo investigativo se enfoca en exponer la importancia de que en las vías se implemente y se haga el uso adecuado de estructuras de emergencia, como lo son las vías perdonadoras, los lechos de frenado y los aspectos que abarca el derecho de vía; pues, cada uno de estos elementos es fundamental para que el sistema de transporte de cada país siga aportando en su desarrollo de manera eficiente.

Estado de la cuestión

En la actualidad las vías son muy importantes para mejorar el desarrollo económico, social, y cultural de una sociedad. Por ende, es necesario investigar los diferentes factores y espacios que indican la construcción y ejecución de la misma, para la presente investigación analizaremos las siguientes:

- a. Vías perdonadoras
- b. Lechos de frenado
- c. Derecho de vía

Investigaciones sobre las vías perdonadoras

Caballero, C. O. (2021). Carreteras que perdonan. *CICDECH*, Recuperado el 22 de Agosto de 2021, de https://issuu.com/creativosrood/docs/cicdech_176/s/11642570

Caballero, C. O. (2021) informa que mediante la OMS nos dan a conocer que hay 1,25 millones de personas mueren en las carreteras del mundo cada año, para ello nace el concepto de vías perdonadoras, ya que se considera en este aspecto que las vías sean lo más seguras posibles, en base a varios factores que son de suma importancia para llegar a la vía ideal, teniendo en cuenta que los accidentes son a causa humana, mecánica o de las vías, entre los factores están las

señalizaciones, iluminación, diseño geométrico correcto de la vía, eliminación de objetos fijos que impidan el tránsito correcto en estas, entre otras.

Juan Carlos Dextre. (2011). Seguridad vial sostenible. II Encuentro internacional de movilidad urbana sostenible , Recuperado el 19 de Agosto de 2021, sacado de http://www.cid.unal.edu.co/olmt/files/28__Seguridad_vial_sostenible.pdf

Juan Carlos Dextre (2011) plantea un modelo de movilidad más sostenible, minimizando el consumo de energía para tener como resultado ciudades más compactas para rendir confianza a los conductores, también un modelo de movilidad que facilite el tránsito a pie, en bici y en transporte público, mejorar también la manera de ver la seguridad vial y la ciudadana a la vez para devolverle esa autonomía a usuarios que son vulnerables, teniendo como prioridad los niños, además reconocer que la seguridad vial es un sistema que tiene que llevarse con un comportamiento correcto para que se pueda generar esa confianza que se quiere llegar a obtener.

Marco Dorado Pineda, Wendy Alejandra Casanova Zavala, María Cadengo Ramírez, Alberto Mendoza Díaz (2018) . Recomendaciones para la inspección de seguridad vial de carreteras existentes. Recupeado el 20 de Agosto de 2021, sacado de <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt522.pdf>

Marco Dorado Pineda, Wendy Alejandra Casanova Zavala, María Cadengo Ramírez, Alberto Mendoza Díaz (2018), realizaron una publicación técnica la cual tiene el objetivo de que por el medio se implemente las inspecciones de seguridad vial que son más conocidas con las siglas (ISV), ya que con ellas se pueden identificar las mejoras que se necesitan para el beneficio a lo largo del tiempo para que se implemente en carreteras e infraestructuras en carreteras que existan, también se recalca las recomendaciones para la implementación de un análisis de priorización de costo-beneficio para que la ISV la pueda evaluar de manera correcta la seguridad vial.

Investigaciones sobre lechos de frenado

Bermejo, J. M., & Botello, M. P. (2005). Lechos de frenado, principales parámetros de diseño. *Revista Digital Del Cedex*(138). Recuperado el 19 de agosto de 2021, de <http://193.145.71.12/index.php/ingenieria-civil/article/view/2164>

Bermejo & Botello (2005) señalan la importancia de los lechos de frenado, así como los parámetros principales que se deben tener en cuenta para el diseño, características y mantenimiento de los mismos, de manera que se cumpla con el objetivo principal de estas estructuras de seguridad vial que son imprescindibles en pendientes prolongadas donde los vehículos pesados suelen perder su capacidad de frenado; puesto que además, se debe tener en cuenta la contención lateral de los vehículos y la extracción de los mismos del lecho.

Echaveguren, T., & Vargas, S. (2013). Evaluación de la necesidad de lechos de frenado en pendientes descendentes usando principios de confiabilidad. *Revista ingeniería de construcción*, 28(3), 221-235. Recuperado el 20 de agosto de 2021, de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732013000300001

Echaveguren & Vargas (2013) evalúa la necesidad de los lechos de frenado, elaborando un análisis sobre las causas que influyen en la pérdida del control del vehículo pesado en pendientes prolongadas; asimismo, basa su estudio en las normativas aplicadas en diferentes países, cuyos criterios señalan que sin duda alguna los lechos de frenado son imprescindibles en tramos con pendientes elevadas, para salvaguardar la seguridad vial de los conductores.

Echaveguren, T., Vargas, S., & Ñancuflí, J. (2007). Metodología de análisis y diseño de lechos de frenado. *Revista ingeniería de construcción [Online]*, 22(3), 175-184. Recuperado el 19 de agosto de 2021, de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=s0718-50732007000300004&script=sci_arttext

Echaveguren, Vargas, & Ñancuflí (2007) analizan los métodos de análisis y diseño de los lechos de frenado, mismo que propone incia con la determinación de la necesidad de un lecho de frenado, para lo cual explica lo que ocurre con el sistema del vehículo luego de un largo y constante trayecto de frenado en pendientes de descenso. Una vez determinada la necesidad del lecho de freando, se prosigue con la localización del mismo y finalmente con todos los aspectos que abarcan la determinación de la velocidad de diseño y el diseño geométrico de la estructura.

De acuerdo con la bibliografía recolectada sobre lechos de frenado, se concluye que la importancia de estas estructuras radica en la necesidad de disminuir en la mayor manera posible los efectos graves provocados por el desgaste del sistema de frenado, debido al uso intermitente del mismo en pendientes prolongadas de descenso; razón por la cual, es fundamental tener en

cuenta varios factores que deben ser considerados para su diseño, puesto que de dicha manera estas estructuras cumplirán su fin de brindar seguridad en las vías con mayor eficiencia.

Investigaciones sobre el derecho de vía

Libia Rivas, G. R. (2017). *LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y TRANSPORTE TERRESTRE*. Quito.

Rivas, mediante la ley del sistema nacional de infraestructura vial y transporte terrestre menciona las prohibiciones, leyes y derechos que tendrán las personas o poblaciones que habiten cerca del derecho de vía, debido a que como es de conocimiento estas vías beneficiaran a gran parte de la población, y por ende al ser de un carácter público se deben cumplir con ciertas leyes, y así mismo las personas deben regirse a esta para conllevar el buen vivir con la sociedad ecuatoriana.

Transversal De Las Americas. (16 de Febrero de 2018). *Transversal De Las Americas*. Obtenido de <https://transversaldelasamericas.com/index.php/sala-de-prensa/noticias/181-comunidad-que-es-el-derecho-de-via>

Mediante su investigación esta define el derecho de vía como aquel espacio público donde se requiere para la planeación y ejecución de una vía, por ende este espacio le pertenece netamente al gobierno, cabe destacar que también da a conocer los importantes códigos que se deben cumplir con el estado, y menciona ciertas de las prohibiciones exigidas para los ecuatorianos dentro de este derecho de vía, además, hace referencia también a ciertas indemnizaciones que el estado debe cumplir con los ciudadanos en caso de estar en el lugar donde se diseña de derecho de vida.

En definitiva, el derecho de vía es un lugar o espacio donde se planea desarrollar una construcción de una vía y todos los factores o elementos que esta acarrea. El derecho de vía es importante, ya que mediante este se puede diseñar una vía que va a beneficiar a muchos sectores y poblaciones, sin embargo, este derecho de vía también tiene sus desventajas, como las indemnizaciones, la destrucción de la flora y fauna y problemas sociales presentes entre ciudadanos y el estado.

Metodología

La metodología es una disciplina del conocimiento que se encarga de elaborar, sistematizar y definir un conjunto de técnicas que se deben seguir durante el desarrollo de un proceso investigativo para la producción de conocimientos basados en datos reales. Esta se encarga de orientar la manera en que se enfoca una investigación y determina las técnicas e instrumentos para la recolección de datos.

Para realizar este caso práctico en el área de Infraestructuras en la seguridad vial será sobre: “Como son las vías perdonadoras, lechos de frenado y derecho de vía, cuál es su relación y que tipología de siniestros de tránsito se previene”, para ello se ha recurrido a los siguientes métodos.

Método Analítico:

Mediante este método, permitió valorar la información obtenida, cada elemento del caso práctico fue sometido a un análisis respectivo, permitiendo así hacer valoraciones de la información recopilada para obtener las conclusiones investigativas e ideas que hicieron realizables los objetivos de la investigación.

Método Deductivo:

De este método general nace el método hipotético deductivo, es el método que va de lo general a lo particular permitiendo en la investigación la aplicación de categorías generales que sustenten ideas particulares como es el caso de las hipótesis y sus variables, así como inferir las posibles consecuencias e ideas más evidentes que la propia hipótesis con el fin de verificar o comprobar la veracidad de los enunciados deducidos comparándolos con los datos recogidos de experiencias

Método Documental – Bibliográfico:

Porque permitió el empleo de citas y referencias documentadas en libros, revistas y páginas de internet tanto especializadas como de cultura general, con el fin de sustentar el trabajo investigativo con argumentos de expertos en los diferentes temas que aborda.

Método Sintético:

Mediante este método se relacionaron los hechos y elementos unificados en el supuesto, así como la información científica y conceptos desarrollados en el marco teórico.

Técnicas:

Son los procedimientos y tácticas que hicieron posible la recolección de información, en este caso, fue recopilada en base a libros y sitios web.

Desarrollo

Vías perdonadoras

Vías que perdonan, el concepto de cuyas carreteras perdonadoras inicia en el implemento de una nueva consideración en la seguridad vial que establece que una carretera o vía debe tener un diseño con la máxima seguridad posible para así evitar escenas terroríficas como son los accidentes, en caso de que pasen siniestros ya sea por una falla humana, por falla de la vía o por falla del vehículo no sean mortales. Si se presenta un evento en la cual existe un error humano la vía perdonadora es de suma ayuda para reducir la magnitud del accidente.

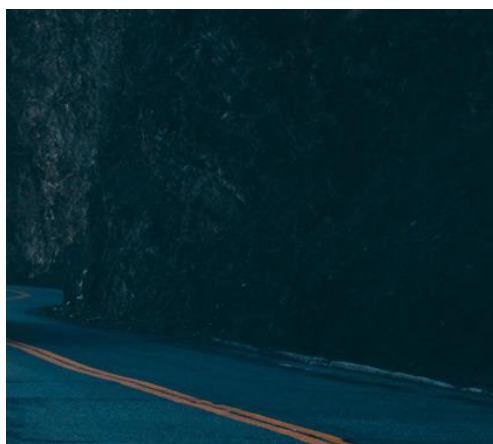


Figura 1: Carretera legible-Fuente: issuu

Otro punto a considerar en las nuevas formas de diseñar vías es asegurar que la misma sea legible para el usuario o para el conductor en tal caso, en otras palabras, que sea una vía entendible, de esta forma se reducirá la probabilidad de que existan catástrofes por desconocimiento de la ruta en la cual se circula y las diferentes circunstancias que se pueden manifestar.

La característica más importante de una vía perdonadora es que debe tener un buen proyecto geométrico, cruces, superficie de rodadura, intersecciones seguras, visibilidad y su debida señalización tanto vertical como horizontal para que el usuario o conductor pueda entender el camino por donde circula. (Olague, 2021)

Una vía comprensible debe presentar la debida información a conductor de las diferentes situaciones que se van a encontrar más adelante, además de esquivar las apariciones de

características no naturales. Para casos de las intersecciones y de los cruces brindar facilidad al usuario para que entienda las maniobras de ejecución y domine toda la película en caso de dichas intersecciones.

Fuente: INVISEÑALES



Figura 2: Señalizaciones verticales y horizontales-

Como se mencionó, las señalizaciones tanto vertical como horizontal ayudan de una u otra forma a la comprensión de la vialidad, permitiendo las mismas conocer el entorno en el que se está y así se pueda adaptar a su comportamiento del caso que se presente a lo largo de todo el camino.

De esta forma se puede interpretar que un accidente sucede por múltiples razones o factores, entre ellos están; estado de conservación de la vía, estado del conductor, trazado de la carretera, visibilidad, señalización, pericia, experiencia, uno que otro objeto que se encuentren fijos en la zona lateral de la vía, entre otros. Todas estas razones se deben considerar en el diseño de proyectos nuevos.

Recomendaciones de diseño y operación para tener carreteras perdonadoras y legibles

Entre los factores que necesitan y a la vez deben ser tratados con cuidado con el fin de verificar la construcción, el diseño y la operación de carreteras seguras, son:

- Diseño Geométrico y operación

Para ellos es necesario que en el diseño consideremos las velocidades y la operación, además del volumen, las características, los trazos del tránsito, radios de la curva ya sea de entrada y de salida, acotamientos, hombros de la vía, cambio de la sección transversal, visibilidad, distancias. También se consideran las necesidades de otros tipos de usuarios como el clima y características naturales de la ruta por la que se transita.

- Intersecciones y cruces

Deben diseñarse para obtener una correcta coordinación del flujo de conductores, ciclistas, motociclistas y peatones que circulen por esa vía

-Señalamiento e iluminación

Para este factor se debe ser claro en el mensaje que se quiere llegar a compartir, que los mismos sean sencillos y que se rijan a la norma establecida referente a la estructura.

- Objetos fijos

El 40% de las tragedias ocurren por salidas de la ruta. Teniendo en cuenta que un accidente por esta causa tiene un grado alto en la probabilidad de que suceda, aquí entra en juego la vía perdonadora, ya que esta será la encargada de eliminar obstáculos de la zona lateral, cuya zona debe permanecer limpia.

Lechos de Frenado

En el diseño de vías se deben tener en cuenta muchos aspectos importantes que suplan las necesidades de los usuarios y que sobretodo brinden comodidad y seguridad. Por ello, un aspecto muy importante a considerar es la posibilidad de la falla del sistema de frenos en pendientes prolongadas, pues este tipo de accidentes suele ocurrir por diferentes factores como, por ejemplo, sobrecalentamiento por la aplicación constante de los frenos en vehículos pesados; y, por tanto, este tipo de fallas suele ocasionar que el conductor pierda el control del vehículo al momento del descenso. (Echaveguren, Vargas, & Ñancufil, 2007)

Por esta razón, y con el fin de contrarrestar y disminuir los efectos graves de dicho incidente, se hace uso de sistemas especiales de contención en las vías, mismos que consisten en un dispositivo que se instala al costado de la vía y que cumplen la función de reducir los daños que

puede ocasionar la pérdida del control del vehículo que termina abandonando la calzada por la que circula.

Entonces, los lechos de frenado son estos denominados sistemas de contención que, como se explicó antes, se sitúan a los costados de la carretera en pendientes descendentes donde podría ocurrir la pérdida de control de los vehículos pesados por los incidentes que afectan el sistema de frenado de este. (Bermejo & Botello, 2005)



Figura 3: Lecho de frenado. Fuente: Aula Carreteras.

Importancia de los lechos de Frenado

En el apartado anterior se explicó lo que suele ocurrir con el control del vehículo al momento de descender por pendientes prolongadas, debido al desgaste de los frenos por el sobrecalentamiento del sistema como consecuencia del uso reiterado del mismo, sobre todo, en vehículos pesados. Siendo entonces los lechos de frenado una opción favorable que permite al vehículo detenerse de manera segura, disminuyendo así la gravedad del incidente.

Por ello, se puede decir que se debe prestar mayor atención y darle mayor importancia a la implementación de lechos de frenado en los siguientes casos, según diferentes normativas internacionales citadas en Echaveguren & Vargas (2013):

- a. Cuando se trata de caminos en los que los vehículos pesados tengan problemas operacionales. (Según la normativa estadounidense)

- b. En caminos donde se evidencie la ocurrencia frecuente de accidentes debido a falla en el sistema de frenos (Según la normativa en Estados Unidos, Nueva Zelanda, Reino Unido y España)
- c. Cuando existen pendientes de 3% en 8km, o en 1 km con 12% de pendiente. (según normativa australiana)
- d. Cuando se requieren pendientes prolongadas en caminos nuevos. (Según normativa en España, Reino Unido y Sud África)

Otra normativa que se podría tener en cuenta sobre lechos de frenado es la normativa chilena, misma que en su Manual de Carreteras de Chile (MOP, 2012) incluye un apartado que explica la necesidad de diseñar un lecho de frenado en pendientes prolongadas superiores al 5%, para aguardar la seguridad de los vehículos pesados; de manera que se cumpla también con la condición de $CN > 60$, a través de la siguiente ecuación:

$$CN = i^2L > 60$$

Donde:

L: Longitud de la pendiente en km

i: es su inclinación longitudinal en %

Diseño de los lechos de frenado

En cuanto al diseño y estructura de los lechos de frenado, el material que los compone es generalmente la grava, gravilla o arena que cumpla los requisitos de calidad, puesto que esto permitirá que el vehículo se detenga con mayor facilidad.

Además, deben hallarse ubicados de manera adyacente a la plataforma de la carretera; teniendo cuidado de que la separación entre los bordes de la calzada y el lecho de frenado sea de mínimo 2 metros. El lecho de frenado deber tener un ancho mínimo de 4,5 metros y una profundidad de 50cm rellenos de grava rodada, como se mencionó antes, con tamaños de entre 5 y 10 milímetros. (Aldana, 2018)

Cabe recalcar que, debido a que el tipo de material influye de manera directa en la resistencia a la rodadura en cuanto a la detención del vehículo se trata; la AASHTO (2001) propone los valores de resistencia dependiendo del tipo de material. (*Obsérvese Tabla 1 en Anexo A*)

Es importante tener en cuenta que los materiales utilizados deben ser limpios, no deben compactarse fácilmente y su coeficiente de resistencia a la rodadura debe ser alto; puesto que, esto también minimizará el mantenimiento durante la vida útil del mismo. (Espinoza, Altamira, & Marcet, 2016)

Como herramienta complementaria, se presenta la *Tabla 2* en el *Anexo B*, basada en la Norma Oficial Mexicana (2009), donde se indican los requisitos de los materiales utilizados para el diseño de los lechos de frenado.

Finalmente, otro aspecto que se debe tener en cuenta para el diseño de los lechos de frenado es el drenaje del mismo, pues, esto evitará que en tiempo de lluvias el agua se acumule en su interior. Asimismo, es importante considerar que, para el correcto funcionamiento del lecho de frenado, es imprescindible que se posea la señalización adecuada, tanto vertical como horizontal, como se muestra en la figura.

Fuente: (Aldana, 2018)

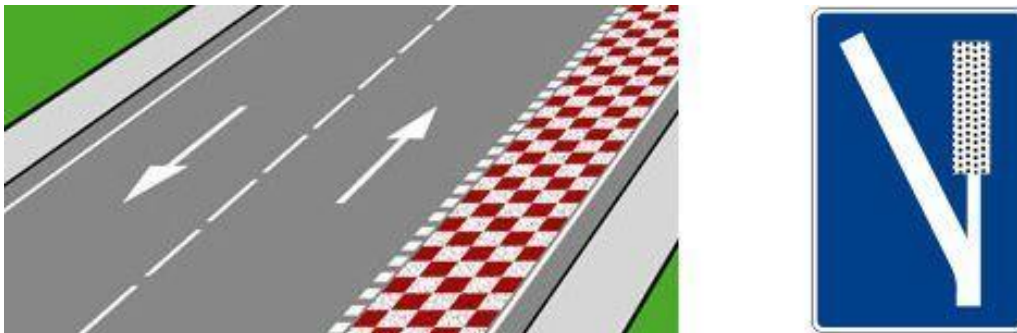


Figura 4: Señalización horizontal y vertical de un lecho de frenado. Longitud de transición para lechos de frenado.

En Ecuador, la NORMA ECUATORIANA VIAL NEVI-12-MTOP (2013) señala que para que los lechos de frenado funcionen de manera adecuada, deben diseñarse con una longitud de transición que permita que se cumpla el fin de las mismas sin interferir con otros carriles. De tal manera que, esta normativa propone que se debe cumplir con una longitud de transición de 200m, mientras que el carril auxiliar debe tener una longitud mínima de 150 m para el ingreso al lecho, además de que conforme va avanzando la calzada del lecho debe aumentar para que sea un espacio seguro, como se muestra en la figura.

Fuente: (NORMA ECUATORIANA VIAL NEVI-12-MTOP, 2013)

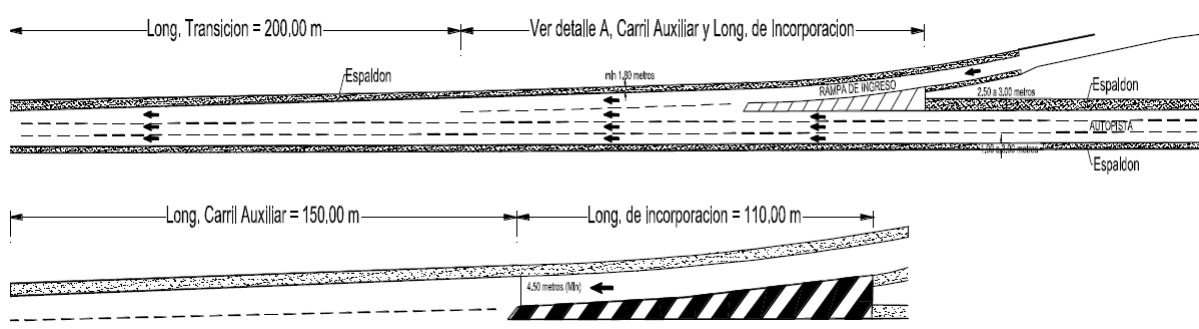


Figura 5: Carril Auxiliar y Longitud de incorporación.

Derecho de Vía

El derecho de vía es aquel espacio físico que se emplea para la planificación, diseño y construcción de vías, puentes y autopistas, cabe destacar que este espacio es netamente del estado y a su vez este puede estar destinado para elementos necesarios para la comunicación y la sociedad, tales como: red de luz eléctrica, telefonía, y alcantarillado. (Transversal De Las Americas, 2018)

Fuente: MTOP



Figura 6: Derecho de Vía en Ecuador.

Impacto del derecho de vía en la sociedad

El estado debe garantizar que en sus planes de estado este presente la generación y remodelación de vías, debido a que esto es un factor de suma importancia para el desarrollo de una nación por el simple hecho que gracias a las vías diversas comunidades pueden acceder a diferentes servicios y facilidades tales como la salud, el trabajo, la comunicación, entre otros. Esto con el fin de que los pueblos y ciudades mejoren su calidad de vida.

La generación y reestructuración de estas vías, aunque generan grandes beneficios muchas veces se ven obstaculizadas por diferentes factores como: La falta de presupuesto, La ineficiente planeación de vías, y la obtención del derecho de vías (Garcidueñas, 2016)

En la planificación de una vía se realizará un dimensionamiento de la vía y que esta será medida desde el eje de la vía hacia sus costados, por esto el artículo n°20 ley del sistema nacional de infraestructura vial transporte terrestre pondrá a disposición la demolición de construcciones, plantaciones y otras estructuras o factores que impidan la construcción de la vía, cabe destacar que según el artículo n°23 de esta misma ley menciona que se podrán realizar construcciones o proyectos en este derecho de vía siempre y cuando sea para interés público o general, y siempre y cuando este no afecte la seguridad vial, previamente se debe hacer conocer esta instalación a las autoridades competentes. (Libia Rivas, 2017)

Relación entre vías perdonadoras, lechos de frenado y derecho de vía

Dentro de la relación que pueden tener las vías perdonadoras, lechos de frenado y derecho de vía, encontramos como principal aspecto la comodidad y seguridad que se le brinda al usuario, ya que, es la finalidad principal que tienen cada uno de los temas mencionados.

El diseño de las vías debe ser entendibles para el conductor, refiere a aquel diseño geométrico que se realice en el proyecto, ya que tanto como las vías perdonadoras, lecho de frenado y derecho de vía, deberán ir de la mano con el proyecto geométrico, para que, de forma armoniosa se consiga el objetivo final, que es, salvaguardar la vida del conductor, pasajeros de los diferentes medios de transportes que circulen por una vida, comodidad y seguridad a los mismos.

Un aspecto importante en los temas mencionados que se tiene que tener muy en cuenta es, las debidas señalizaciones que otorguen al conductor información sobre las diversas situaciones que

se puede encontrar posteriormente en la vida, esto abarca más que todo en la seguridad y comodidad que el conductor pueda tener al momento de circular una vida, ya que, sabrá con anticipación que acciones tomar ya sea para, cruces, intersecciones o los lechos de frenado que se pueda encontrar en el camino.

Dentro del diseño de una vida el factor ancho de la misma juega un factor fundamental en la seguridad de los conductores y usuarios, ya que, una vida con mayor ancho es menos propensa a que ocurran accidentes de mayor mortalidad, esto se debe a que entraría en acción la vida perdonadora y a su vez se facilitarían la ubicación de lechos de frenado al tener mayor terreno para ello, no obstante, el espacio que se les otorguen a las vías es proporcionado por el estado, en otras palabras, tanto las vías perdonadoras, lechos de frenado y derecho de vidas, dependerán únicamente de aquel espacio que el estado otorgue o que se pueda utilizar bajo el marco legal.

Tipología de siniestros de tránsito

Los accidentes pueden producirse debido a factores como “el trazo de la carretera, visibilidad, estado de conservación, señalización, objetos fijos en la zona lateral, estado del conductor, pericia, entre otros” (Caballero, 2021).

El derecho de vía es muy esencial para la seguridad vial, debido a que internacionalmente se utiliza el término de vía perdonadora, que, según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas en su libro “Ley de caminos” (2012) establece que es “cuando un conductor pierde el control de su vehículo y se dirige hacia el espaldón de aproximadamente 9 metros de ancho, espacio en el cual puede controlar el vehículo, frenarlo y no colisionar”. Por otro lado, si hay un derecho de vía muy angosto, donde haya construcciones, el vehículo colisionará en contra de estas cimentaciones que están violando la Ley de Caminos. Por lo tanto, se debe prevenir que la ciudadanía habite y construya al borde de las carreteras, con la intención de no poner en peligro la vida de sus familias y la pérdida de cultivos y animales, como efecto de accidentes de tránsito.

Al momento de realizar el diseño y construcción de una vía es necesario incorporar el concepto de vías perdonadoras, refiriéndose a que si un conductor comete un error que produzca un siniestro de tránsito, este no debe terminar con él y otras víctimas muertas. Esto se obtiene a través de “diseños que sean de fácil lectura para todos los usuarios de las vías donde cada uno de

los usuarios tiene espacios de circulación y comportamientos específicos asignados” (Planzer, 2005), es decir, que se trate de una vía auto explicativa, ya que, una vía legible debe anunciar al conductor de lo que podría encontrarse en el camino, y de esta manera, prepararlo de la existencia de características inusuales, reduciendo la posibilidad de accidentes por no conocer la ruta y las circunstancias que podrían mostrar. Según Planzer (2005), “también se logra a través del uso de barreras del tipo colapsable o amortiguadores de impacto que permitirán que, una vez ocurrido un accidente, tenga consecuencias menos graves”.

Una vía perdonadora debe disponer un buen proyecto geométrico, intersecciones y enlaces seguros, una correcta superficie de rodamiento, de visibilidad y de señalización que admita entender el camino, algunos peligros que pueden aparecer y precauciones que se deben considerar, es que se debe contar con una zona lateral libre de obstáculos y un estado de conservación óptimo. De igual manera, un aspecto primordial es diseñarse apropiadamente para todos los usuarios de la vía como son los conductores, ciclistas, motociclistas y peatones.

Por lo tanto, los siniestros de tránsito que previenen o reducen las vías perdonadoras, lechos de frenado y derecho de vía son:

- Los siniestros que suceden por salidas del camino, los cuales tienen una alta probabilidad de presentarse, de esta manera, la carretera perdonadora tendrá como finalidad eliminar obstáculos de la zona lateral, en caso de que no sea posible, se colocan sistemas de contención apropiados.
- La probabilidad de accidentes por desconocimiento del camino y las circunstancias que se pueden presentar en la vía.
- Adelantamiento inoportuno o invadir carril
- Probabilidad de que ocurran “una colisión trasera, colisión frontal, colisión lateral, colisión frontolateral, colisión múltiple, volcamiento, rozamiento, choque frontal longitudinal, choque frontal excéntrico, choque lateral perpendicular, choque lateral angular” (IPSUM, 2019), esto es debido a las intersecciones y cruces que dan la facilidad al conductor de que entienda las maniobras de operación y controle todo el camino, de igual manera el señalamiento horizontal y vertical ayudará al conductor en que sea más legible la vía para que pueda percibir de manera adecuada el entorno en el que se encuentra y adaptarse a las circunstancias que podrían cambiar a lo largo del camino.

- La falla del sistema de frenos en pendientes prolongadas puede producir sobrecalentamiento por la aplicación constante de los frenos en vehículos pesados y, por tanto, esta falla puede producir que el conductor pierda el control del vehículo al momento del descenso, en este caso, los lechos de frenado disminuirán la gravedad.

En Ecuador el derecho de vía según el “Reglamento Ley Sistema Infraestructura Vial del Transporte Terrestre” en el Artículo 42 declara que el derecho de vía será de 25 metros medidos desde el eje medio de la calzada hacia cada uno de los costados, el cual, muchas veces es invadido por diversos factores, ya sea por imprudencias por parte de peatones, la circulación incorrecta de ciclistas fuera de la ciclo vía, conductores cuyos vehículos se encuentran estacionados en sitios donde no se permite esta acción o por obstaculización por parte de algún ciudadano que habita o trabaja allí ya sea por plantación de árboles o por ubicar objetos como letreros, vallas publicitarias, etc.

La acción de no respetar el derecho de vía genera ha generado un porcentaje de siniestros de tránsito considerable como lo indica la DNT (Dirección Nacional de Tránsito). Entre los años 2015 y 2018 se dice que los siniestros causados por “No ceder el derecho de vía o preferencia de paso al peatón” alcanzan el 7.2% de los siniestros más comunes en el país, siendo la tercera causa más común (*Obsérvese Tabla 3 en Anexo C*).

Según la “Ley del Sistema Nacional de Infraestructura Vial Transporte Terrestre” en el artículo 43 indica que es prohibido ocupar, obstaculizar, estacionar vehículos, o estrechar el derecho de vía. Aproximadamente un 7.2% de siniestros en el país podrían reducirse si el derecho de vía se respetara correctamente.

Existe un 1.2% de siniestros causados por daños mecánicos, muchos de estos siniestros pueden ser evitados gracias a la existencia de lechos de frenado y vías perdonadoras, puesto que, en carreteras de alta velocidad, y en situaciones más drásticas como sería una vía ubicada en condiciones topográficas muy desfavorables como pendientes muy altas, un lecho de frenado puede evitar un siniestro en caso de fallas en el sistema de frenos u otra falla presentada en el vehículo. De igual manera las vías perdonadoras evitan colisiones y ayudan que el conductor pueda controlar el vehículo antes de que ocurra un siniestro.

El porcentaje de siniestros causados por daños en el vehículo puede parecer muy bajo en comparación a otros tipos de siniestros más comunes como lo es conducir con falta de atención, conducir bajo estado de embriaguez o no respetar el derecho de vía: a pesar de esto, no puede ser despreciable este porcentaje, por lo que el correcto diseño geométrico de carreteras con vías perdonadoras, lechos de frenado y el derecho de vía realmente evita siniestros, brinda seguridad al circular y salva vidas.

Conclusiones

Dentro de lo expuesto en el presente informe se concluye que:

- Las vías dentro de una población son fundamentales para el desarrollo tanto, económico, social o cultural, por lo que, considerar la implementación de vías perdonadoras, lechos de frenado y derecho de vía, es crucial para el buen funcionamiento de un sistema vial.
- Según estudios realizados por la OMS indican que 1,25 millones de personas mueren en las carreteras en el mundo anualmente, debido a que, muchas de las carreteras no cumplen con diversos requisitos que son de gran importancia para cumplir con los factores de seguridad y comodidad adecuados.
- En cuanto a los factores que se tienen que considerar en las vías perdonadoras para que no ocurran accidentes por causa humana o mecánica son: las señalizaciones, iluminación, diseño geométrico correcto de la vía, eliminación de objetos fijos que impidan el tránsito adecuado, entre otras.
- De igual forma, es importante que en un diseño vial con pendientes prolongadas se considere la implementación los lechos de frenado, dado que, en varias vías con dichas características topográficas, suelen ocurrir fallos mecánicos que pueden ser contrarrestados por los lechos de frenado que servirán como una opción al conductor en caso de alguna emergencia.
- Sin duda alguna las estructuras de emergencia son de vital importancia, dado que un 1.2% de siniestros causados por daños mecánicos, y muchos de estos siniestros pueden ser evitados gracias a la existencia de lechos de frenado y vías perdonadoras.

- En el diseño de una vía, además de tener en cuenta la implementación de vías de emergencia, es también importante considerar el correcto dimensionamiento de las carreteras, asegurándose de cumplir con la respectiva normativa de derecho de vía.
- Finalmente, se concluye que para que una vía cumpla con su objetivo de proyecto debe tener y transmitir una total armonía al conductor; pues, de dicha manera el diseñador se asegura de ofrecer y cumplir con el objetivo seguridad y comodidad, y por ende, la disminución de accidentes de tránsito en las vías

Anexos

Anexo A. Tabla 1 de la resistencia a la rodadura según AASTHO (2001)

Figura 7: Resistencia a la rodadura

Material Superficial de la rampa	Resistencia a la rodadura (Kg/1000 Kg)	Grado Equivalente (%)
Concreto con Cemento Portland	10	1,0
Concreto Asfáltico	12	1,2
Grava compactada	15	1,5
Tierra arenosa suelta	37	3,7
Agregado molido suelto	50	5,0
Grava suelta	100	10,0
Arena	150	15,0
Gravilla de tamaño uniforme	250	25,0

Fuente: AASTHO (2001)

Anexo B. Tabla 2 Requisitos de los Materiales para un lecho de frenado según la Norma Mexicana Oficial.

Figura 8: Requisitos de los Materiales para un lecho de frenado

Granulometría				
Malla		Porcentaje que pasa		
Abertura (mm)	Designación	Garva	Gravilla	Arena
37.5	1 1/2"	100	—	—
25	1"	95 mín	—	—
12.5	1/2"	35 máx	100	—
9.5	3/8"	—	95 mín	100
6.3	1/4"	—	—	95 mín
4.75	N° 4	5 máx	5 máx	—
2	N° 10	—	—	5 máx
0.075	N° 200	2 máx	2 máx	2 máx
Características		Valor		
Porcentaje máximo de desgaste por abrasión, usando la máquina de Los Ángeles		30	30	30
Porcentaje máximo de partículas alargadas y lajeadas		25	25	25

Fuente: (NORMA Oficial Mexicana NOM-036-SCT2-2009, 2009)

Anexo C. Tabla 3 Causas de siniestros en Ecuador según la DNT entre 2015 a 2018.

Figura 9: Causas de siniestros en Ecuador según la DNT entre 2015 a 2018.

Causas	%
Conduce con falta de atención a las condiciones del tránsito	56.8
Estado de embriaguez	8.6
No ceder el derecho de vía o preferencia de paso al peatón	7.2
Falta de atención en la conducción	6.9
Exceso de velocidad	6.6
Imprudencia del peatón	4.1
Factor climático	2.6
Adelantamiento inadecuado / invadir carril	1.4
Daños mecánicos	1.2
Casos fortuitos	0.8
Otros	3.7
TOTAL:	100

Fuente: Dirección Nacional de Tránsito (2019)

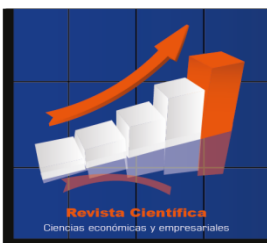
Referencias

1. AASHTO. (2001). A policy on geometric design of highway and street. Washington D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials.
2. Ana Congacha, J. B. (2019). Caracterización de los siniestros viales en el Ecuador. Riobamba: NOVASINERGIA.
3. Bermejo, J. M., & Botello, M. P. (2005). Lechos de frenado, principales parámetros de diseño. Revista Digital Del Cedex(138). Retrieved agosto 19, 2021, from <http://193.145.71.12/index.php/ingenieria-civil/article/view/2164>
4. Caballero, C. O. (2021). Carreteras que perdonan. CICDECH, https://issuu.com/creativosrood/docs/cicdech_176/s/11642570.
5. Echaveguren, T., & Vargas, S. (2013). Evaluación de la necesidad de lechos de frenado en pendientes descendentes usando principios de confiabilidad. Revista ingeniería de construcción, 28(3), 221-235. Retrieved agosto 20, 2021, from https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732013000300001
6. Echaveguren, T., Vargas, S., & Ñancufil, J. (2007). Metodología de análisis y diseño de lechos de frenado. Revista ingeniería de construcción [Online], 22(3), 175-184. Retrieved agosto 19, 2021, from https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=s0718-50732007000300004&script=sci_arttext
7. Espinoza, M., Altamira, A., & Marcet, J. E. (2016). Estudio de ubicación y necesidad de nuevos Lechos. Retrieved agosto 21, 2021, from <http://congresodevialidad.org.ar/congreso2016/TRA/TRA-116.pdf>
8. Ley del Sistema Nacional de Infraestructura Vial Transporte Terrestre. (2017). Quito.
9. Libia Rivas, G. R. (2017). LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y TRANSPORTE TERRESTRE. Quito.
10. Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2012). Ley de caminos. Ecuador. Retrieved from https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/12-03-2011_Especial_LEY-DE-CAMINOS.pdf

11. MOP. (2012). Seguridad Vial. Manual de Carreteras. Ministerio de Obras Públicas (Vol. 6). Chile: Dirección de Vialidad . Retrieved agosto 21, 2021, from <https://docplayer.es/67799789-Manual-de-carreteras-volumen-no-6-seguridad-vial.html>
12. NORMA ECUATORIANA VIAL NEVI-12-MTOP. (2013). NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES- LIBRO A (Vol. 2). Quito: Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Retrieved agosto 21, 2021, from https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf
13. NORMA Oficial Mexicana NOM-036-SCT2-2009. (2009). Rampas de emergencia para México D.F. Retrieved agosto 21, 2021
14. Planzer, R. (2005). La seguridad vial en la región de América Latina y el Caribe. Situación actual y desafíos. Santiago de Chile, Chile: CEPAL. Retrieved Agosto 19, 2021, from https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6296/S05804_es.pdf
15. Reglamento Ley Sistema Infraestructura Vial del Transporte Terrestre. (2018). Quito.

Webgrafía

1. Aldana, R. (2018). *¿CÓMO DISEÑAR UN LECHO DE FRENADO?* Recuperado el 21 de agosto de 2021, de <https://www.aulacarreteras.com/como-disenar-un-lecho-de-frenado/>
2. Garcidueñas, B. (18 de 03 de 2016). Obtenido de <https://auren.com/mx/blog/el-impacto-del-derecho-de-via-en-el-desarrollo-de-infraestructura/>
3. IPSUM. (2019, Diciembre 16). *IPSUM*. Retrieved from <https://reconstruccionaccidentestrafico.com/tipos-de-colision-entre-vehiculos-en-accidentes-trafico/>
4. Olague, D. C. (2021, Febrero 29). *issuu.com*. Retrieved from [issuu.com: https://issuu.com/creativosrood/docs/cicdech_176/s/11642570](https://issuu.com/creativosrood/docs/cicdech_176/s/11642570)
5. Transversal De Las Americas. (16 de Febrero de 2018). *Transversal De Las Americas*. Obtenido de <https://transversaldelasamericas.com/index.php/sala-de-prensa/noticias/181-comunidad-que-es-el-derecho-de-via>



©2022 por el autor. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).