

**“Peligros infraestructurales por salida de vía:
Identificación, Evaluación y Tratamiento”.**

Antonio Amengual

HIASA

Responsable del Dpto. División de Equipamiento Vial
Polígono Industrial de Cancienes
33470 Corvera (Asturias) - ESPAÑA
P.O. Box 252 - Avilés
Tel.: (+ 34) 985 12 82 00 Fax: (+ 34) 985 50 53 61
aamengual_hiasa@gonvarri.com

Ángel V. Martínez

HIASA

Ingeniero, División de Equipamiento Vial
Polígono Industrial de Cancienes
33470 Corvera (Asturias) - ESPAÑA
P.O. Box 252 - Avilés
Tel.: (+ 34) 985 12 82 00 Fax: (+ 34) 985 50 53 61
amartinez_hiasa@gonvarri.com

1.- ACCIDENTES CON SALIDA DE VÍA

1.1. Accidentes por salida de vía, Peligros y medios de actuación.

Cuando un vehículo sale incontrolado de la vía, puede interceptar una serie de elementos infraestructurales situados en los márgenes tales como obstáculos, desniveles u otras vías, o bien colisionar con objetos vulnerables situados en el entorno de vía que se denominan, genéricamente, “Zonas Peligrosas” o, simplemente, “Peligros”. Esta situación puede dar lugar a daños y lesiones en los ocupantes del vehículo, a colisiones secundarias e interferencias con otros usuarios de la vía o daños en personas u objetos vulnerables (llamados terceros) próximos a la carretera.

La salida incontrolada de vía se puede producir por causas directas (pérdida de control del vehículo ocasionada bien por un exceso de velocidad, por malas condiciones del pavimento, por falta de visibilidad, por una maniobra insegura causada por la interferencia de otro usuario o, simplemente, por el despiste, confusión o duda del conductor), y también se puede producir de forma indirecta como efecto secundario de un incidente de otro tipo (p.e. un alcance entre vehículos puede dar lugar a la salida de uno o de ambos vehículos de la vía).

De los tres pilares básicos que, de manera dinámica y conjunta, determinan los niveles de Seguridad Vial en el tráfico de nuestras carreteras y que son:

- I. **Conductor = Educación**
- II. **Coche = Fabricación Vehículos Automóviles**
- III. **Carretera = Infraestructura**

se va a abordar la relación entre la Seguridad Vial y los accidentes por salida de vía solamente desde el punto de vista de la Infraestructura (tercer pilar). Como es sabido, en la relación entre Seguridad Vial y Accidentalidad por salida de vía juegan un papel relevante los Sistemas de Contención de Vehículos pero dicha relación

debe plantearse de una manera más general, especialmente, cuando se trata de carreteras en proyecto o en construcción..

Los Sistemas de Contención de Vehículos para Carreteras – que incluyen las barreras de seguridad y los pretilos, los atenuadores de impactos, los terminales de barreras y las transiciones entre sistemas, los dispositivos para protección de los motociclistas en las barreras y pretilos, los soportes de equipamiento fusibles y los lechos de frenado – constituyen, junto con las marcas viales y la señalización vertical, uno de los elementos básicos del equipamiento para la Seguridad Vial.

Si bien los aspectos de la Seguridad Vial que afectan a los Sistemas de Contención de Vehículos derivan siempre de un único tipo de accidente: el accidente con salida incontrolada de la vía, en cambio, los Accidentes por Salida de Vía se deben abordar a partir de un concepto más general y no restringido a la mera implantación de Sistemas de Contención de Vehículos como es el tratamiento de los Peligros Infraestructurales.



Fig. 1 – Secciones Transversales Normales de una carretera con Vía Única y de una carretera con Vías Separadas

Se define como “**Zona Libre**” el espacio transversal comprendido entre el borde exterior de la vía y el obstáculo, desnivel u objeto vulnerable más próximo a ella. Esta Zona Libre es el área en la que, después de salirse de la vía, un conductor podría reconducir o detener su vehículo de manera segura, sin interferir con ningún peligro. La Zona Libre incluye siempre el Arcén y de manera total, parcial o nula la Berma y puede comprender, además, un espacio de anchura variable o indefinida exterior a la propia vía.

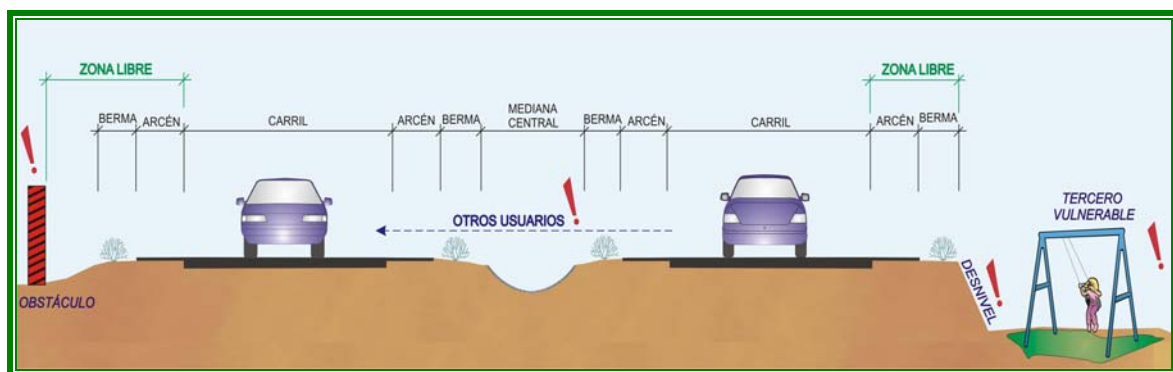


Fig. 2 - Disposición de Peligros en un accidente con salida de vía

Los accidentes con salida de vía representan en Europa porcentajes que varían entre el 18 % y el 42 % (según el país) de todos los accidentes con víctimas mortales. Aunque el porcentaje fluctúa de un país a otro su valor medio puede estimarse en torno al 30%.

La actuación de quien tenga encomendada la tarea de evaluar la seguridad frente a los accidentes con salida de vía, bien de una carretera en fase de proyecto y/o construcción (Carretera Nueva) bien de una Carretera ya Existente, debe considerar, evaluar y valorar las siguientes medidas a adoptar ante la presencia de un Peligro:

- a) Eliminación, desplazamiento o modificación del Peligro
- b) Ampliación del ancho de la Zona Libre a costa de la berma o mediante explanación del terreno adyacente

- c) Implantación de un Sistema de Contención de Vehículos (preferentemente en la berma afirmada) para proteger del Peligro o al propio Peligro, en caso que éste sea un tercero vulnerable
- d) Selección del nivel de contención, nivel de severidad y nivel de deformación en caso de implantación de un sistema de contención, así como de la disposición transversal y longitudinal del mismo.

De manera utópica, se podría afirmar que una carretera debería ser proyectada sin peligros y que, por tanto, no debería ser preciso plantear ninguna de las medidas anteriores. No obstante, la realidad es otra y la presencia frecuente y, en muchos casos, inevitable de terraplenes, pasos sobre obras de fábrica, obstáculos adyacentes, vías próximas, bifurcaciones de salida, intersecciones, zonas habitadas próximas a la vía, etc... obliga a considerar la adopción de medidas correctoras para garantizar la seguridad vial.

La evaluación de la necesidad de implantar un Sistema de Contención donde no existe o bien la mejora del mismo donde ya existiera, requiere y aconseja la valoración previa de las otras dos primeras medidas (esto es, la de actuar sobre el peligro o la de aumentar el ancho de la Zona Libre). Cualquiera de las dos primeras medidas es preferible a la instalación de un Sistema de Contención, siempre y cuando ello sea técnicamente posible y su coste sea razonable. En una buena parte de los casos, no obstante, la única solución viable por razones técnicas y/o económicas es la implantación de Sistemas de Contención.

La eliminación o desplazamiento de un obstáculo a veces resulta inviable porque su proximidad a la vía forma parte de la propia naturaleza del obstáculo, como es el caso de las señales verticales y de las luminarias, las cunetas, los pilares de puente en pasos superiores etc... Otras veces, el desplazamiento o eliminación de un obstáculo o desnivel requiere inversiones costosísimas o, sencillamente, no se quiere asumir por otros motivos que nada tienen que ver con la seguridad vial (como ocurre en algunas carreteras flanqueadas por hileras de árboles cuya eliminación no es autorizada por razones de índole estético-ecológica).

La **modificación de la estructura de un obstáculo** para conseguir que deje de ser “peligroso” para el vehículo que lo impacta está técnicamente resuelta en el caso de postes de servicio (luminarias, postes de electricidad y de teléfono) mediante la creación de una sección “fusible” o de naturaleza deformable o colapsable. El uso de tales dispositivos, no obstante, únicamente está extendido en EE.UU. y Suecia y plantea, en ocasiones, problemas secundarios de seguridad. El desprendimiento incontrolado de un objeto de gran masa puede producir riesgos para otros usuarios y para terceros.

La **ampliación de la Zona Libre**, aunque atractiva, a menudo resulta poco factible por razones económicas. En general, esfuerzos económicos enormes invertidos en la ampliación de la berma suelen traducirse en mejoras muy modestas de la accidentalidad. Un estudio publicado en 1992 por el *Insurance Institute for Highway Safety* (IIHS) de Estados Unidos (con el título “*Roadside Hazards, Fatality Facts*”) sugiere que si una Zona Libre de 3.0 m (práctica común en ese país) se aumentara hasta 10.5 m, las colisiones con objetos situados fuera de la vía se reducirían sólo un 10 %.

Debemos asumir que, si bien un proyectista o auditor debe considerar siempre la posibilidad de resolver los problemas de seguridad ante un peligro situado fuera de la vía evitando inicialmente la **instalación de sistemas de contención**, en la práctica, diversas razones de índole técnica y económica determinan que, en buena parte de los casos, la implantación de dichos sistemas sea la única medida razonable.

1.2. Las Recomendaciones de Diseño y la Relación Beneficio/Coste como medidas de evaluación

La actitud de un proyectista o de un auditor respecto a la seguridad de una carretera ante los accidentes con salida de vía, debe ser basada en dos pilares:

- Por una parte, la aplicación directa del sentido común “orientado” o “educado” en el concepto, tipos y funcionamiento de los sistemas de contención de

vehículos, así como en el conocimiento de los peligros que pueden presentarse fuera de la vía y en la evaluación de la gravedad de los accidentes que pueden ocasionar.

- Por otra parte, el conocimiento de las Recomendaciones de Diseño al respecto, en forma de regulaciones tuteladas habitualmente por las administraciones de carreteras. Las Recomendaciones de Diseño establecen los criterios para la implantación de sistemas de contención (esto es, indicaciones acerca de dónde y cuándo es necesario colocar un sistema), la selección del nivel de contención (incluida la clase de severidad) y los criterios de disposición longitudinal y transversal del sistema (incluida la clase de deformación) en relación con el peligro y la vía.

Las **Recomendaciones de Diseño** establecen una serie de requisitos mínimos sin perjuicio de que el criterio del auditor aconseje el empleo de niveles superiores de protección. Las recomendaciones abordan la casuística de una forma muy simplificada (puesto que de otra forma no sería posible). En la práctica real concurren, no obstante, circunstancias muy diversas y cambiantes que deben ser tenidas en consideración. La labor del auditor no consiste únicamente en verificar el cumplimiento de la “ley” (esto es, la satisfacción de los niveles mínimos) sino en aportar las provisiones necesarias para que una infraestructura viaria ofrezca niveles razonables de seguridad.

El criterio más riguroso para evaluar cualquier actuación que considere la eliminación, desplazamiento o modificación de los peligros así como la implantación o mejora de los sistemas de contención de vehículos es la **relación de Beneficio/Coste**. La relación beneficio/coste se obtiene como cociente del producto entre la probabilidad de un accidente de un cierto tipo (P_i) en una sección de vía determinada y durante un periodo (T) de tiempo (que suele ser un año) por la diferencia, expresada en términos económicos, entre la gravedad del accidente sin la actuación o sin el sistema de contención (G_0) y la gravedad del mismo si se colocara el sistema o se llevara a cabo la actuación (G_s) dividido por el producto del

coste inicial (suministro e instalación) (Q_i) dividido por la vida media (T) estimada en años, más el coste de mantenimiento anual (Q_m) y el coste de reparación anual ($Q_r \cdot P_i$).

$$r = P_i \cdot (G_0 - G_s) / [(Q_i/T) + Q_m + Q_r \cdot P_i]$$

El estado actual del conocimiento, sin embargo, no garantiza el dominio de algunas de las variables implicadas en la fórmula (concretamente, las variables P_i y $(G_0 - G_s)$ del numerador) ni tampoco de los ámbitos o rangos en que éstas son válidas.

En unos casos, no se conocen suficientemente los parámetros que condicionan la probabilidad de que un accidente se produzca. En otros casos, no se dispone de los estudios de evaluación en servicio apropiados para estimar la reducción de la gravedad de un accidente cuando se instala o se mejora un determinado tipo de sistema de contención. Hoy en día, ni siquiera se ha podido establecer la correlación entre los valores de los índices de severidad medidos en los ensayos de choque a escala real de un sistema y la severidad real (daños) de los accidentes en carretera.

Es por todo esto que, sin perjuicio de que el auditor haga uso de valores de beneficio/coste cuando éstos estén disponibles, deberá en general basar sus valoraciones en los criterios establecidos en las Recomendaciones de Diseño.

Es preciso fomentar, desde todos los ámbitos, la realización de evaluaciones en servicio que nos vayan proporcionando relaciones de Beneficio/Coste de las diferentes medidas de actuación, entre ellas, la implantación de sistemas de contención de vehículos.

1.3. Carreteras Nuevas y Carreteras Existentes

Desde el punto de vista de la necesidad de implantación de sistemas de contención y la adecuación de sus características a las circunstancias de la vía, las carreteras nuevas y las existentes pueden abordarse de manera muy similar. No obstante, una

visión más amplia basada no exclusivamente en los sistemas de contención sino en el concepto de accidente con salida de vía y su relación con los peligros que pueden interactuar con el vehículo, debe contemplar la posibilidad que ofrece la fase de proyecto y construcción de una carretera nueva, para adoptar medidas alternativas y complementarias distintas de la mera instalación de sistemas de contención. Las carreteras existentes nos ofrecen, a diferencia de las nuevas, la posibilidad de recoger datos reales de velocidad, intensidades de tráfico y de accidentalidad que, a su vez, permiten una identificación y valoración más exactas de los problemas relacionados con la seguridad. Por otro lado, las carreteras existentes obligan al auditor a considerar aspectos relativos a la instalación de los sistemas existentes (ubicación inadecuada, altura o disposición incorrectas, estado de conservación deficiente, parámetros de deformación del sistema inseguros,...).

1.4. La velocidad en los accidentes por salida de vía

La velocidad es un parámetro básico en el diseño de una carretera. De hecho, la denominada “velocidad específica” es el guarismo a partir del cual se define el trazado mismo de la carretera.

En seguridad vial y, concretamente, en el caso de los accidentes por salida de vía, la velocidad sigue siendo un parámetro básico que condicionará cualquier evaluación tanto en la fase de proyecto y construcción como en la fase de comprobación. Es por ello que el primer y fundamental dato de que debe disponer tanto el proyectista como el auditor es la velocidad de la carretera.

La influencia de la velocidad en los accidentes por salida de vía se manifiesta a tres niveles:

- i. **Nivel de Accidentalidad.** La velocidad condiciona la probabilidad de que un vehículo salga incontrolado de la vía, de tal manera que, un incremento de velocidad se traduce en una mayor accidentalidad por salida de vía.

- ii. **Nivel de Seguridad.** Hemos definido la “Zona Libre” como el área transversal exterior adyacente a la vía en la cual el conductor puede detener o reconducir su vehículo de manera segura. La seguridad que puede aportar la Zona Libre es inversamente proporcional a la velocidad de circulación, de manera que cuánto mayor sea la velocidad de salida, menor será la posibilidad de detención o reconducción. La velocidad funciona como un factor de “estrechamiento” de la Zona Libre.

Como veremos más adelante, el grado de proximidad de un obstáculo o desnivel con respecto al borde de vía determina que éste se convierta o no en una zona de riesgo a proteger o zona peligrosa. El riesgo de daños ante una salida de vía asociado a un obstáculo o desnivel, no desaparece nunca, pero va disminuyendo a medida que nos alejamos de la vía de manera que, a partir de una cierta distancia llamada “Distancia Crítica”, el riesgo se considera suficientemente reducido para que pueda justificarse no actuar sobre él. Las Recomendaciones de Diseño definen Tablas (y/o Curvas) con las distancias críticas por debajo de las cuales es necesario implantar un sistema de contención. Las tablas o curvas con las distancias así definidas dependen, implícita o explícitamente, de la velocidad de la carretera de manera que, a mayor velocidad, menor es la Distancia Crítica.

La velocidad es pues un factor que incrementa el riesgo y por ello, su efecto es el de “reducir” la distancia crítica. De este modo, el tronco de un árbol que, en las proximidades de una vía (p.e. a 2 m del borde de vía) en la que se circula a 50 km/h, puede no ser considerado peligroso, sin embargo, en una vía donde se circula a 120 km/h, esa misma distancia (2 m) resulta altamente peligrosa.

- iii. **Nivel de Severidad.** Las consecuencias, en forma de daños humanos y materiales, sobre la seguridad de los ocupantes de un vehículo y de terceros cuando un vehículo impacta contra un obstáculo o invade nuevamente la misma u otra vía, es directamente proporcional a la

velocidad del impacto. Las acciones – fuerzas y momentos – sobre los ocupantes de un vehículo durante una colisión aumentan considerablemente con la velocidad de impacto. De esta manera, los daños que se pueden esperar de la colisión frontal de un vehículo contra el tronco de un árbol pasan de ser moderados cuando se producen a 50 km/h a ser fatales cuando el impacto es a 90 km/h.

Una vez puesta de manifiesto la importancia de la velocidad en los accidentes por salida de vía así como la necesidad de disponer de este valor de velocidad en el proyecto y en cualquier auditoría de seguridad de una carretera ante tal tipo de accidentes, es preciso conocer qué valor de la velocidad debe ser tomado a tales efectos.

En una Carretera Nueva, la velocidad a considerar debe ser la “Velocidad de Proyecto” (V_P) que, frecuentemente, coincide con la velocidad máxima permitida. En una carretera Existente debe considerarse siempre la “Velocidad Real” obtenida en campañas de medida directa. De entre los distintos valores de velocidad obtenidos de las medidas directas de velocidades reales, resulta razonable el empleo del percentil-85 (V_{85}) como representativo de la vía, a menos que concurren otras circunstancias que aconsejen la consideración de un percentil mayor (o bien de la velocidad máxima real).

2.- CRITERIOS PARA LA IMPLANTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS

El primer paso que debe dar un proyectista o un auditor cuando pretende evaluar la seguridad de una carretera nueva o existente respecto a los accidentes con salida de vía, es identificar las zonas peligrosas próximas a la vía, es decir, los Peligros.

El proyectista o el auditor deben tener muy claro cuales son los elementos infraestructurales próximos a la vía, tales como obstáculos, desniveles u otras vías, que pueden constituir un riesgo de daños bien para los ocupantes del vehículo que se sale de la vía, bien para otros usuarios de la vía o bien para terceros. Así mismo, deberá conocer las características (dimensiones, geometría, rigidez, naturaleza, configuración...) de dichos peligros, así como la velocidad de la vía y la distancia crítica al borde de vía que, en concurrencia, convierten los peligros potenciales en verdaderos peligros.

Una vez identificados, por una parte, los peligros y, por otra, las medidas de actuación que están a disposición, se debe analizar la posibilidad de desactivar el peligro a un coste razonable, bien eliminándolo, desplazándolo o modificando su naturaleza, bien aumentando el ancho de la Zona Libre. Para ello, resultan de gran utilidad los criterios de implantación de sistemas de contención, que establecen las condiciones mínimas o distancia crítica por debajo de la cual es necesario disponer un sistema de contención.

Los criterios de implantación vienen descritos habitualmente en las Recomendaciones de Diseño, e indican cuándo y dónde está justificada la instalación de un sistema de contención.

Es muy importante que el proyectista o el auditor entienda que debe evitar siempre la asunción de niveles de seguridad inferiores a los establecidos en las Recomendaciones de Diseño, pero que puede, sin perjuicio de lo anterior, establecer

criterios que conduzcan a otras condiciones más restrictivas o de mayor nivel de seguridad.

En caso de que no sea posible o razonable la desactivación del Peligro por eliminación, desplazamiento o modificación y los criterios de implantación determinen la necesidad de implantar un sistema de contención bien en el proyecto o construcción de una carretera nueva, bien durante el análisis de la seguridad de los sistemas existentes en otra en servicio o bien por la constatación de una ausencia injustificada de los mismos, entonces será preciso establecer:

- El nivel de contención, la clase de severidad y la clase de deformación del sistema de contención,
- La configuración longitudinal y transversal del mismo respecto a la carretera y a la zona peligrosa.

2.1. Identificación de los Peligros Infraestructurales y de la Gravedad Potencial de los Accidentes.

El análisis de las consecuencias de un accidente por salida de vía y de las medidas para evitarlas o reducirlas exige el conocimiento de la naturaleza de los peligros.

Para que un elemento potencialmente peligroso dispuesto en las proximidades de una carretera, dé lugar a una zona realmente peligrosa es necesario que concurren, simultáneamente, tres condiciones:

- Que **la naturaleza del elemento** (dimensiones, geometría o configuración) sea tal que su interacción con un vehículo pueda producir daños serios. Así, por ejemplo, el impacto de un vehículo ligero contra un poste sólo será considerado peligroso a partir de unas determinadas dimensiones y rigidez de la sección del mismo.
- Que **la velocidad de la vía** sea suficientemente elevada. Las consecuencias del impacto contra un obstáculo son directamente

proporcionales a la velocidad, de manera que, la velocidad de circulación condiciona que el impacto contra un obstáculo pueda dar lugar a daños serios o no. En las carreteras nuevas, la velocidad que debe considerarse es la “*Velocidad de Proyecto*”. En una carretera existente es conveniente emplear la “*Velocidad Real*”, obtenida a partir de campañas de medidas directas. Para todos los Peligros identificados y clasificados a continuación, se ha asumido que la velocidad de la carretera es superior a 80 km/h, excepto en aquellos casos en que se especifique lo contrario.

- Que la **distancia del elemento potencialmente peligroso al borde de vía** sea igual o inferior a una distancia mínima preestablecida. Un obstáculo que por sus dimensiones sea agresivo y esté situado en las proximidades de una vía con velocidad suficiente para que el impacto pueda ser severo, no se considera peligroso si se encuentra suficientemente alejado del borde de vía.

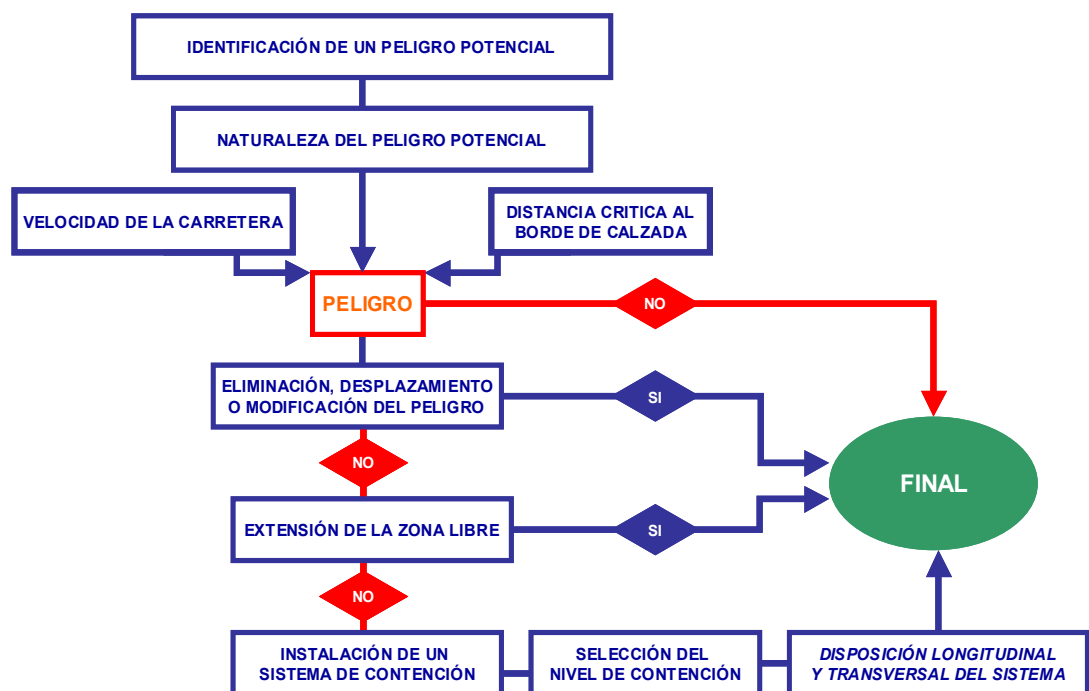


Fig. 3 – Secuencia de decisiones para evaluación de la seguridad de una carretera frente a un accidente con salida de vía

Una clasificación general que engloba gran parte de estos peligros es:

a). **PELIGROS CONTINUOS.**

Son todos aquellos peligros dispuestos a lo largo de la vía durante una longitud considerable.

2.1.1. Cunetas.

Una cuneta es una zanja longitudinal abierta en el terreno junto a la plataforma, con objeto de facilitar el desagüe.

Las cunetas provocan riesgo de vuelco cuando un vehículo que abandona errático la vía las intercepta. El vuelco de un vehículo puede producir daños a los ocupantes del mismo y riesgos a otros usuarios si el vehículo volcado retorna a la vía.

Según establece la Instrucción de Carreteras Norma 5.2-IC «Drenaje superficial» del Ministerio de Fomento, los tipos de cuneta son:

- a) Cuneta de Seguridad
- b) Cuneta Triangular
- c) Cuneta Trapecial
- d) Cuneta Reducida

Una cuneta reducida, triangular o trapecial es peligrosa cuando tiene más de 15 cm de profundidad máxima. No se consideran nunca peligrosas las cunetas de seguridad, sea cual sea su profundidad.

2.1.2. Desniveles con Pendiente: Desmontes y Terraplenes.

Los desmontes y terraplenes resultan peligrosos en la medida que pueden originar el vuelco de los vehículos erráticos que salen de la vía, una vez alcanzan dichos desniveles.

Se considera que el movimiento de un vehículo es seguro para sus ocupantes siempre y cuando se mantenga estable con todas sus ruedas en contacto con el firme. La pérdida de estabilidad en un desnivel se producirá por el cambio de inclinación entre la vía y el plano del desmonte o terraplén.

En este sentido, se consideran peligrosos los desmontes y terraplenes cuando se dan los siguientes requisitos:

- Zonas cuyos cambios de inclinación transversal no se hayan suavizado a razón de más de 10 cm de anchura por cada 1 % de variación de dicha inclinación, y en las que el valor de ésta, sea:
 - Ascendente, con una inclinación superior a la correspondiente a un talud 3:1.
 - Descendente, con una inclinación superior a la correspondiente a un talud 5:1.
- Zonas cuyos cambios de inclinación transversal se hayan suavizado a razón de más de 10 cm de anchura por cada 1 % de variación de dicha inclinación, y en las que el valor de ésta sea:
 - Ascendente, con una inclinación no superior a la correspondiente a un talud 2:1.
 - Descendente, con una inclinación no superior a la correspondiente a un talud 3:1.
- Terraplenes de altura superior a 3 m, excepto terraplenes pertenecientes a ramales de enlace.

2.1.3. Desniveles Verticales: Puentes, Viaductos y coronaciones de Muros de Sostenimiento.

El desnivel de la plataforma en puentes, viaductos, coronaciones de muros de sostenimiento y demás obras de paso, da origen a una zona peligrosa en todos los casos (cualquiera que sea la velocidad) que, además, deberá ser protegida disponiendo pretilas en sus bordes. El riesgo de despeñamiento puede resultar muy grave para los ocupantes del vehículo y, eventualmente, también para terceros.

Cuando el puente o viaducto pasa por encima de otra vía de comunicación (carretera, ferrocarril,...) el nivel de gravedad se incrementa.

2.1.4. Laderas de Piedra Natural.

Las laderas de piedra natural representan casi siempre un peligro debido a su perfil irregular, con salientes y entrantes, que pueden producir vuelco, enganchamiento y rebote del vehículo.

2.1.5. Pantallas Antirruído, Muros, Tablestacados y similares.

Las pantallas antirruído, muros continuos y estructuras similares que sobresalen del terreno en las proximidades de la vía, representan una zona de peligro para el tráfico, tanto para los ocupantes del vehículo que abandona errático la vía, como para otros usuarios y terceros en la medida que puede dar origen a la caída de objetos de masa significativos, siempre y cuando la velocidad de la carretera sea superior a 60 km/h.

2.1.6. Bordillos.

Los bordillos se consideran peligrosos cuando su altura es superior a los 10 cm, debido al riesgo de desestabilización y la pérdida de contacto con la superficie de rodadura que se le produce al vehículo ligero cuando impacta contra ellos.

Con alturas superiores a 15 cm sobre la superficie de rodadura, el bordillo puede llegar a producir el rebote del vehículo ligero o el vuelco de un vehículo pesado.

2.1.7. Medianas.

Una mediana es la franja longitudinal situada entre dos plataformas separadas, no destinada a la circulación.

La presencia de otra vía de circulación constituye siempre un elemento peligroso desde el punto de vista de los accidentes con salida de vía. El cruce de mediana de un vehículo, con la consiguiente invasión de la otra vía, es uno de los incidentes de mayor riesgo y de consecuencias más graves que puede producirse en una carretera.

Se distinguen dos tipos de Medianas:

- **Mediana Central.** Separa dos vías, generalmente con circulación de sentidos contrarios, de una misma vía principal.
- **Mediana Lateral.** Sirve de separación entre una vía principal y un ramal de entrada o de salida, una vía secundaria o una carretera paralela.

2.1.8. Otras vías (vías férreas, curso fluvial,...).

La presencia de otra vía (distinta de una carretera) tal como una línea de ferrocarril o el curso de un río, situada adyacente y próxima a una vía es siempre una zona de peligrosidad (para cualquier velocidad de la carretera).

En el caso del ferrocarril, además del riesgo implícito de daños para los ocupantes del vehículo errático como consecuencia del impacto contra los elementos estructurales propios de la vía férrea, se debe considerar sobremanera y con carácter prioritario, la seguridad del tráfico ferroviario. Las consecuencias de la invasión de una vía férrea pueden llegar a ser muy graves.

b). PELIGROS DISCONTINUOS.

Son todos aquellos peligros dispuestos de manera puntual en los márgenes y medianas de las carreteras.

2.1.9. Objetos Rígidos: Árboles, Luminarias, Soportes de Señalización, Postes de Servicio y Plantaciones.

Los árboles, luminarias, postes de servicio de líneas aéreas (electricidad, teléfono,...), postes de soporte de señales y obstáculos similares tienen en común que son obstáculos rígidos de gran curvatura cuya dimensión en altura es notablemente mayor que su sección, lo cual los convierte en elementos muy agresivos ante el impacto de un vehículo (especialmente en el caso de turismos), tanto en colisión frontal como lateral, debido al severísimo fenómeno del enganchamiento.

En los márgenes y medianas de las carreteras, este tipo de obstáculos se consideran peligrosos cuando su diámetro es superior a 15 cm.

No obstante, la peligrosidad de un objeto rígido no debería referirse únicamente al diámetro sino su también a su rigidez mecánica. Una luminaria de sección redonda tubular hueca de diámetro mayor de 15 cm en la base y de espesor de 2 mm puede resultar mucho menos peligrosa ante el impacto de un vehículo que un poste de acero de sección normalizada HEA-120, si bien el diámetro circunscrito del HEA-120 es menor de 15 cm. A efectos de establecer un valor mínimo para la rigidez de un elemento vertical, por encima del cual debe ser considerado claramente peligroso, es razonable tomar como tal parámetro para el acero el módulo de sección (W_{xx}) en la dirección de mayor inercia cuando es mayor de 81 cm^3 (que corresponde al perfil normalizado IPN-140)

Los soportes de pórticos y banderolas de señalización se consideran peligrosos para velocidades a partir de 60 km/h.

2.1.10. Edificaciones.

Una edificación próxima a la vía, dependiendo de la intensidad de tráfico y de que la velocidad de proyecto de la carretera sea superior a 60 km/h, pasa a convertirse en

una zona peligrosa. En caso de utilización habitacional de la misma o de almacenamiento de sustancias peligrosas, el nivel de peligrosidad se justifica con independencia de cualesquiera otras consideraciones.

2.1.11. Pilas de Puentes.

Las pilas de puente son zonas peligrosas siempre que la velocidad sea superior a 60 km/h. El impacto tanto de vehículos ligeros como pesados contra estos elementos puede resultar muy agresivo por efecto del enganchamiento.

2.1.12. Accesos a Puentes, Estribos de Pasos Inferiores y de Túneles.

Para los Estribos de Pasos Inferiores y Túneles se aplica lo mismo que para las Pilas de Puente.

2.1.13. Elementos de Drenaje Superficial.

Los elementos de drenaje superficial (arquetas, impostas,...) serán considerados peligrosos en carreteras con velocidad de proyecto superior a 80 km/h, cuando sobresalgan del terreno. Cualquier elemento rígido que emerja puntualmente del terreno es susceptible de enganchar el vehículo que abandona incontrolado la vía.

2.1.14. Terminales de Barrera Agresivos.

Las barreras de seguridad exigen la adopción en sus extremos de tratamientos terminales que no deberían convertirse, por sí mismos, en zonas peligrosas y nunca el orden del riesgo generado por éstos debe ser de mayor gravedad que aquél que la barrera pretende proteger.

En los inicios de mediana y en los ramales de salida, la disposición de terminales convergentes en abatimiento, supone siempre un grave peligro.

2.1.15. Nudos complejos e intersecciones.

Los nudos e intersecciones se considerarán zonas singulares peligrosas bien cuando su nivel de complejidad puede hacer que resulte más probable un error por parte del conductor, bien cuando estén situados en las proximidades de obras de paso o bien cuando presenten un nivel de accidentalidad elevada.

2.2. Establecimiento de los criterios de implantación, la selección del nivel de contención y los criterios para la disposición de los sistemas de contención de vehículos.

Este apartado constituiría la medida final de actuación ante el tratamiento de peligros infraestructurales de borde de vía; la instalación de un sistema de contención. Estaríamos hablando de donde instalar un sistema de contención y que características de comportamiento exigibles ha de tener dicho sistema. Es necesario mencionar este punto para ver el contenido global en el que se enmarca esta ponencia que son los peligros infraestructurales de borde de vía y como tratarlos.