

**3er. CONGRESO  
PARAGUAYO**  
**Vialidad  
y Tránsito**

EXPO VIAL 2018



**APC**

ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRITERAS



# **IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN MÁRGENES. TRATAMIENTO. CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN DE SCV.**

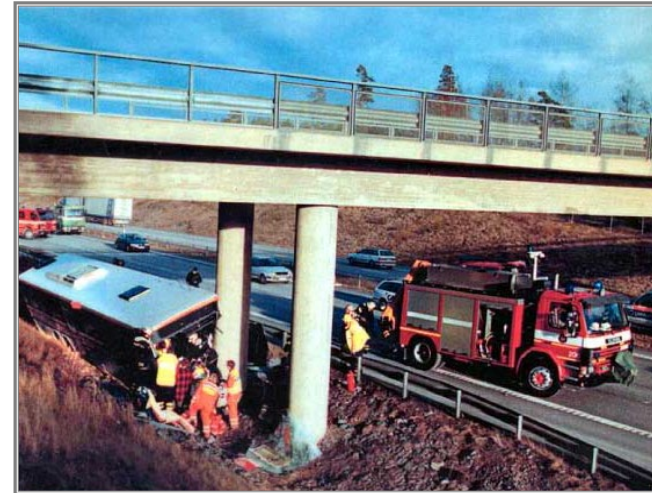
**Francisco Pumares**



# Accidentes por Salida de Vía



**MUERTES EN CARRETERA**



**30 %  
ACCIDENTES POR SALIDA DE VÍA**







# Accidentes por Salida de Vía

## *Definición*

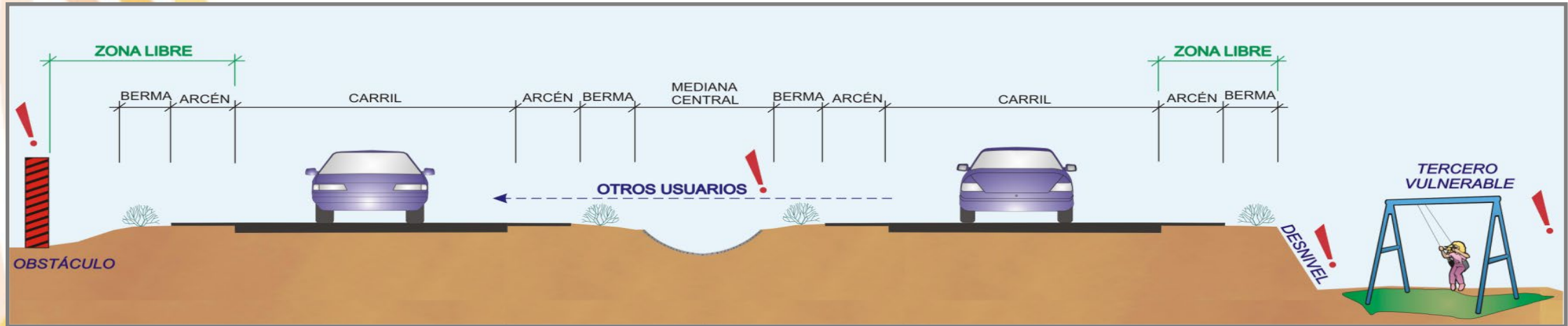
**Incidente de tráfico en el que un vehículo abandona descontrolado la calzada y alcanza algún elemento de riesgo situado en el margen de la vía (impacto contra un objeto fijo, caída por desnivel, vuelco o invasión de otra vía tal como una carretera, vía férrea o curso de agua).**





## Zonas de Riesgo en Margen

Cualquier elemento infraestructural situado en la proximidad de la carretera que, cuando es alcanzado por un vehículo que abandona descontrolado la calzada, puede causar daños a los ocupantes, a otros usuarios o a terceros vulnerables.



- Obstáculos como objetos fijos, cunetas, elementos de drenaje, muros, ...
- Pendientes: terraplenes y desniveles verticales
- Terceros vulnerables como edificios, apeaderos, plantas industriales ...
- Otras vías: carreteras, ferrovías, cursos de agua, ...



## Zonas de Riesgo en Margen



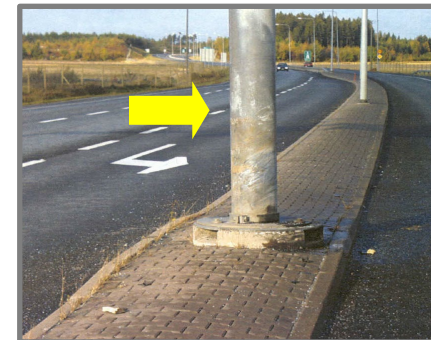
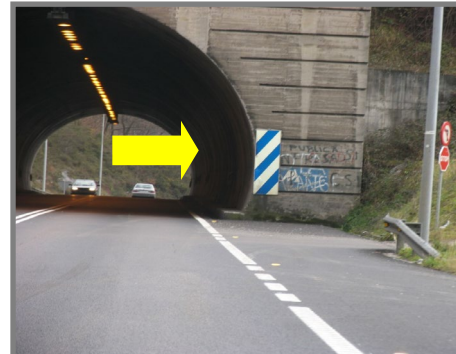
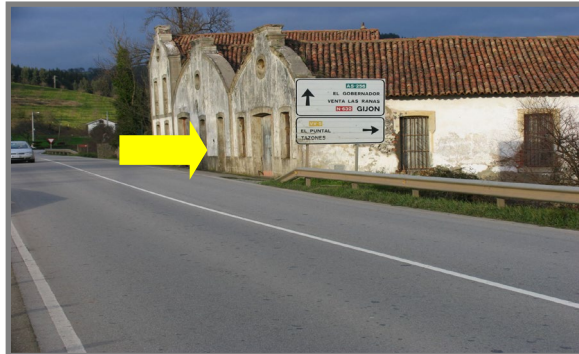
Carretera con márgenes totalmente libres de zonas de riesgo:

- Zonas libres muy amplias
- No requiere ninguna actuación





# Zonas de Riesgo en Margen



El primer paso es la IDENTIFICACIÓN de todos los elementos situados en el margen que pueden suponer un peligro para el tráfico

- La siguiente clasificación cubre el 90 % de los casos
- Otros tipos de riesgo no incluidos en dicha clasificación pueden ser asimilados y evaluados como alguno de los anteriores





# Zonas de Riesgo en Margen

CONTINUOS

- CUNETAS
- TERRAPLENES
- DESNIVELES VERTICALES: PUENTES & MUROS DE SOSTENIMIENTO
- LADERAS ROCOSAS NATURALES
- PANTALLAS ACÚSTICAS, MUROS & SIMILARES
- BORDILLOS
- MEDIANAS
- OTRAS VÍAS (FEROCARRIL, CARRETERA, CURSOS DE AGUA)



# Clasificación de Riesgos en Margen *Discontinuos*

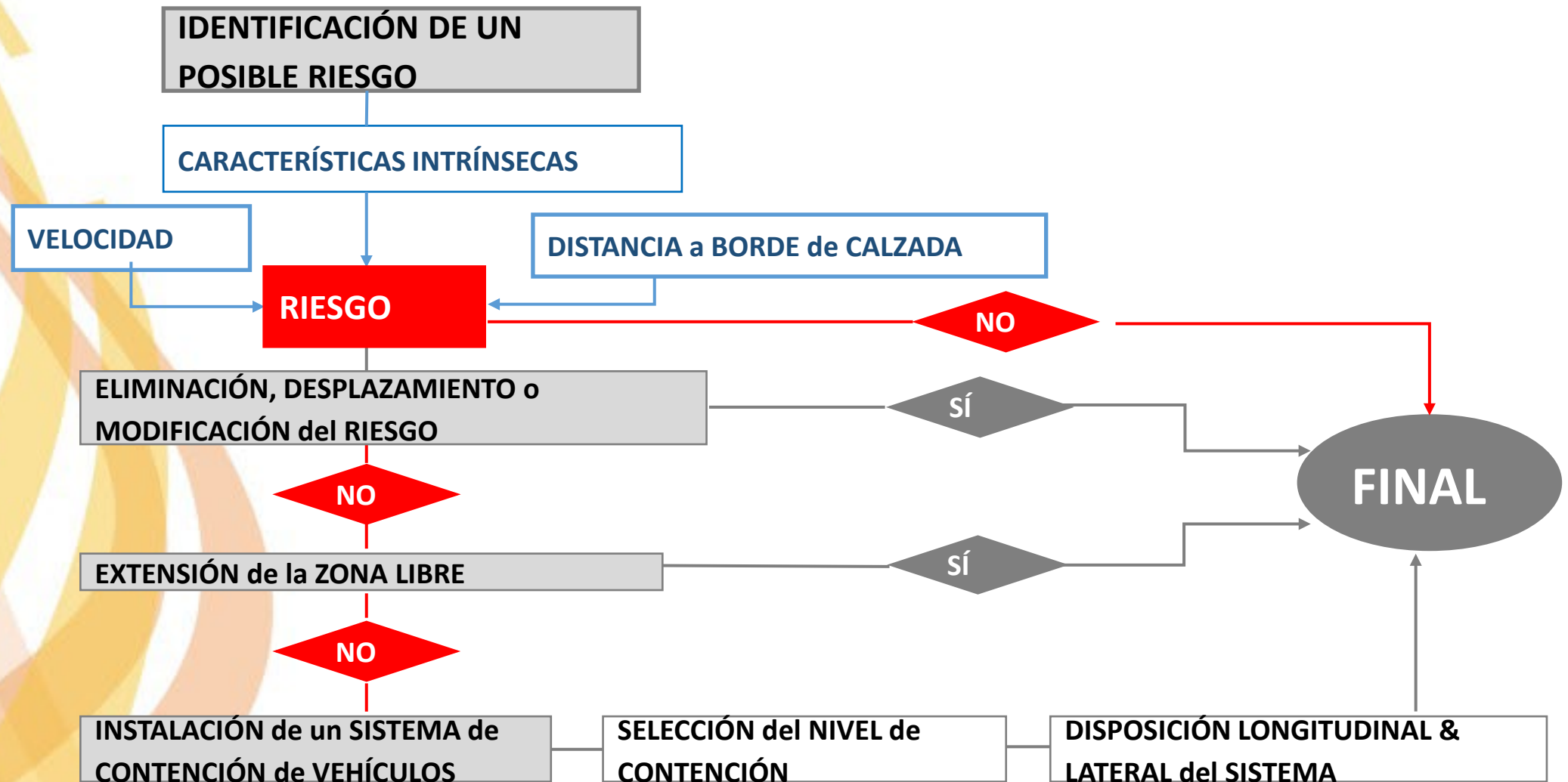
## DISCONTINUOS

- OBJETOS RÍGIDOS = ÁRBOLES, FAROLAS, SOPORTES DE SEÑALES, DE LÍNEAS AÉREAS
- EDIFICIOS
- PILARES DE PUENTE
- APROXIMACIONES A PUENTES, PASOS SUPERIORES Y TÚNELES
- ELEMENTOS EMERGENTES DE DRENAJE
- TERMINALES AGRESIVOS
- INTERSECCIONES Y ENLACES COMPLEJOS





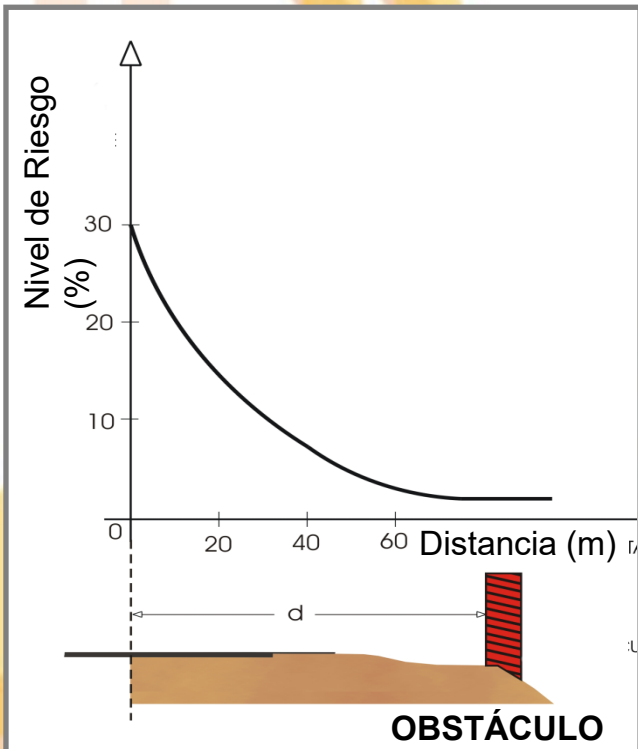
# Secuencia de Tratamiento de Márgenes





# Distancia Crítica desde el Riesgo a la Vía

Distancia (m) entre el Riesgo y el Borde de la Calzada por debajo de la cual se justifica una actuación en el margen



ALINEACIÓN	PENDIENTE TRANSVERSAL DEL MARGEN Horizontal : Vertical	NIVEL DE RIESGO	
		MUY ALTO (1) o ALTO (2-3)	NORMAL (4)
<b>CARRETERAS CON CALZADA ÚNICA</b>			
Recta, lados interiores de curvas, lado exterior de una curva de radio > 1500 m	> 8:1	7,5	4,5
	8:1 a 5:1	9	6
	< 5:1	12	8
Lado exterior de una curva de radio < 1500 m	> 8:1	12	10
	8:1 a 5:1	14	12
	< 5:1	16	14
<b>CARRETERAS DE CALZADAS SEPARADAS</b>			
Recta, lados interiores de curvas, lado exterior de una curva de radio 1500 m	> 8:1	10	6
	8:1 a 5:1	12	8
	< 5:1	14	10
Lado exterior de una curva de radio < 1500 m	> 8:1	12	10
	8:1 a 5:1	14	12
	< 5:1	16	14





# Evaluación de Riesgos en Margen Cuneta

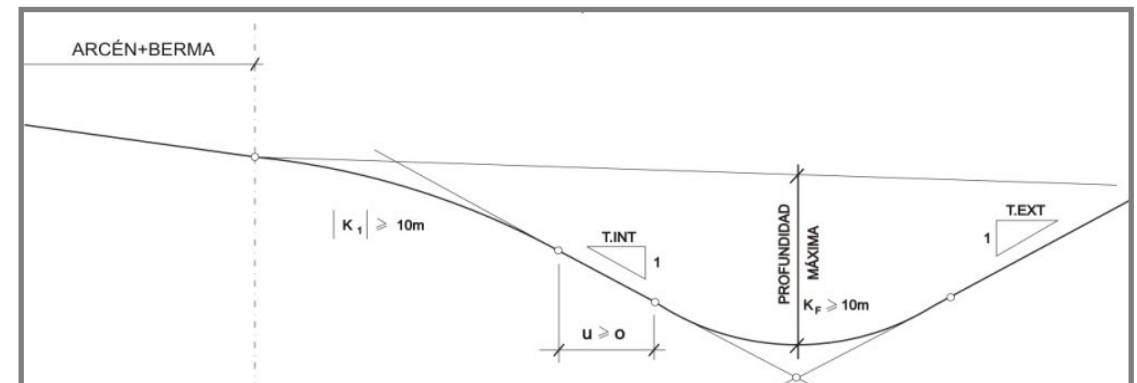


**Riesgo de Vuelco**

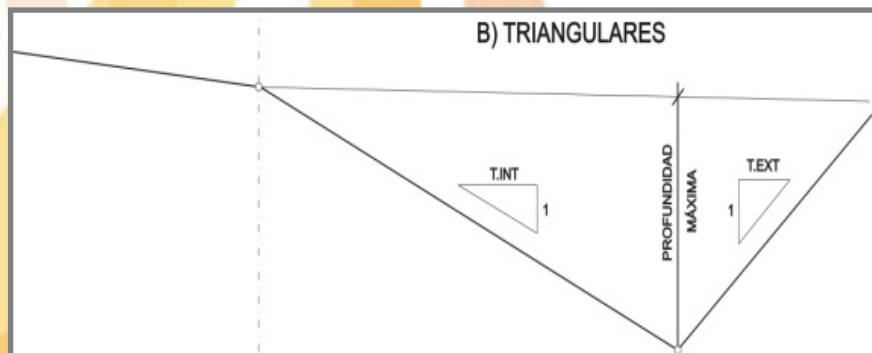
No Seguridad & Profundidad > 15 cm

Velocidad > 80 km/h

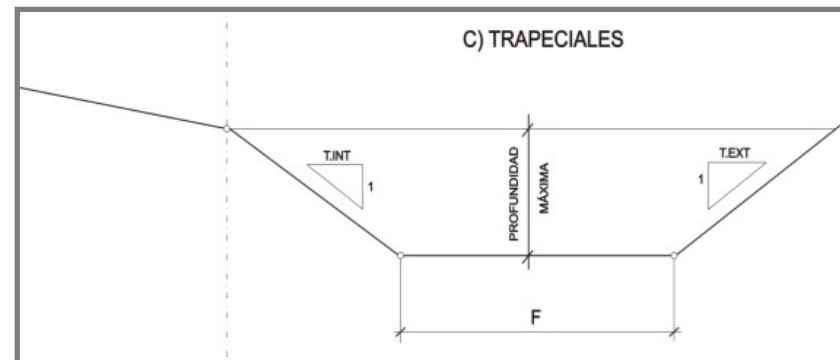
## PERFIL DE SEGURIDAD



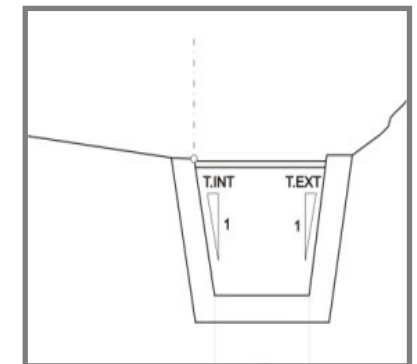
## TRIANGULAR



## TRAPEZOIDAL



## REDUCIDA





# Evaluación de Riesgos en Margen

*Cuneta*



The following sequence was filmed from a police vehicle in Sweden.

Both occupants were wearing seatbelts and survived the crash.



**Vuelco**

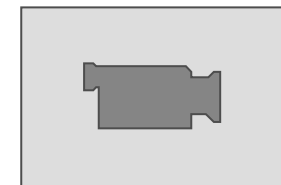
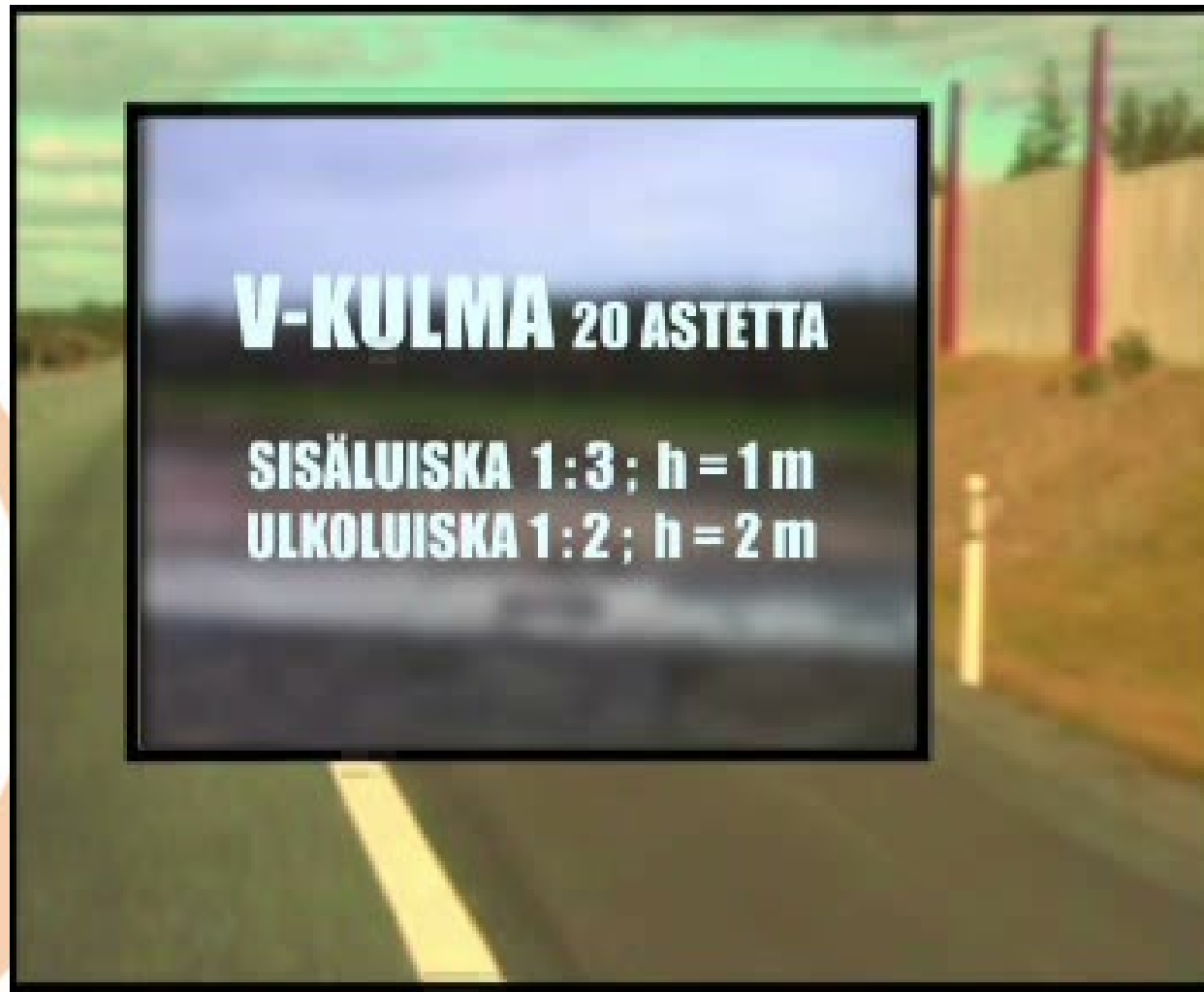






# Evaluación de Riesgos en Margen

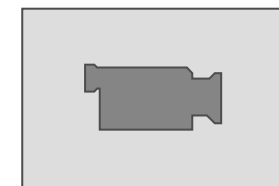
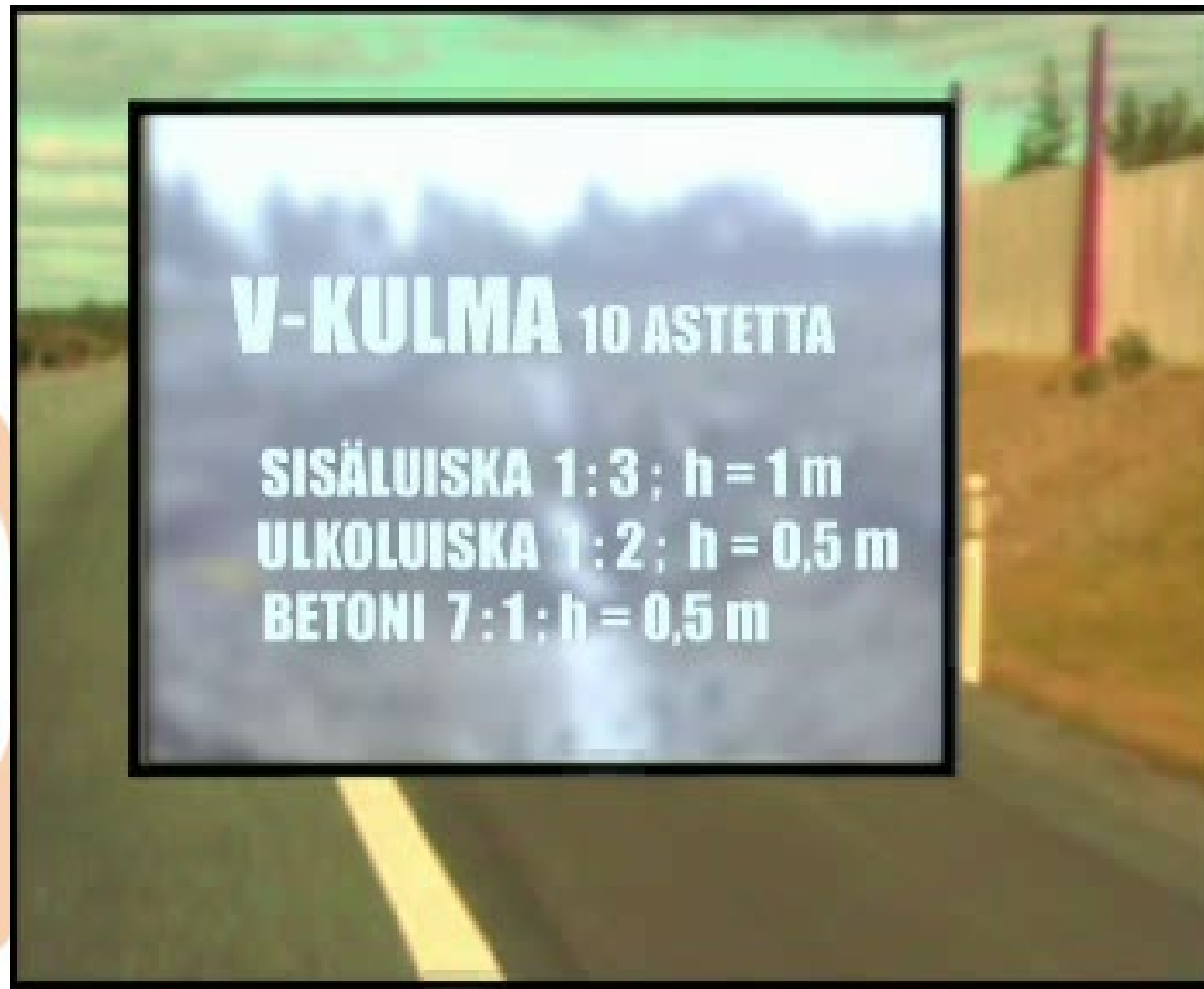
## *CUNETA TRIANGULAR*





# Evaluación de Riesgos en Margen

## *CUNETA REDUCIDA*

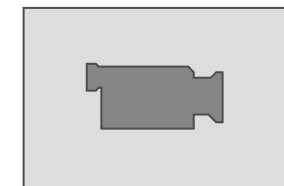






# Evaluación de Riesgos en Margen

## *CUNETA DE SEGURIDAD*





# Evaluación de Riesgos en Margen *Objeto Rígido*

*Árboles, Farolas, Soportes de Señales y Líneas Aéreas y otros objetos similares*

- Característica Intrínseca  $\phi > 15$  cm
- Velocidad :
  - > 60 km/h Pórticos & Banderolas
  - > 80 km/h Demás objetos

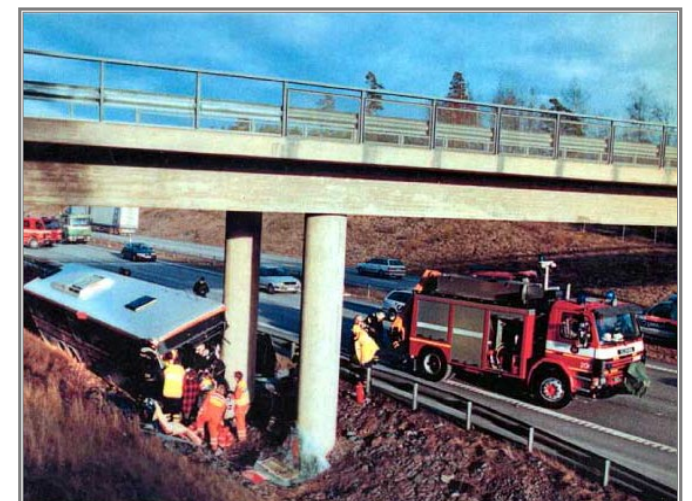
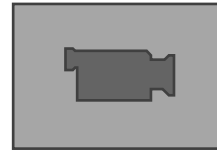


**Enganchamiento**





# Evaluación de Riesgos en Margen *Objeto Rígido*







# Modificación de un Elemento de Riesgo



PASO DE CUNETETA BRUSCO



PASO DE CUNETETA  
“PICO DE FLAUTA”



# Modificación de un Elemento de Riesgo

*Impactos de turismo de 1.500 kg a 110 km/h*



Paso de Cuneta Brusco

Paso Modificado





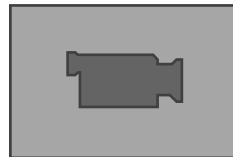
# Modificación de un Elemento de Riesgo



FAROLAS FUSIBLES



SUPORTE FUSIBLE



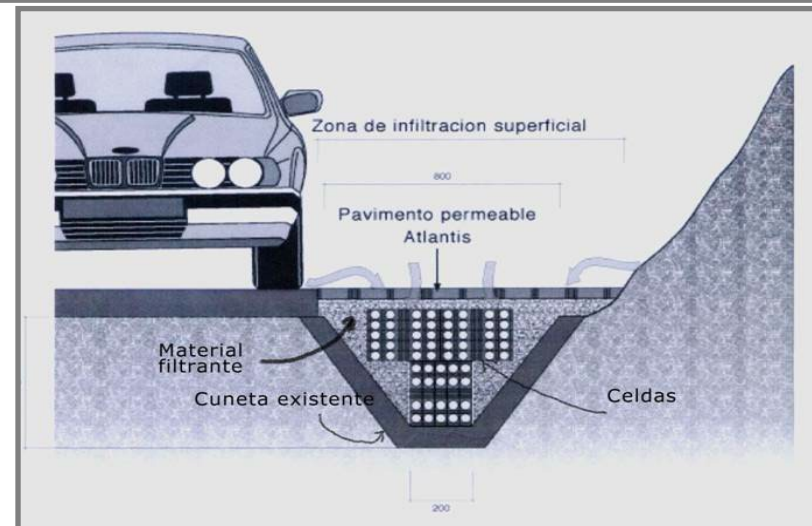




# Extensión de la Zona Libre



## CUNETA HIDRÁULICA



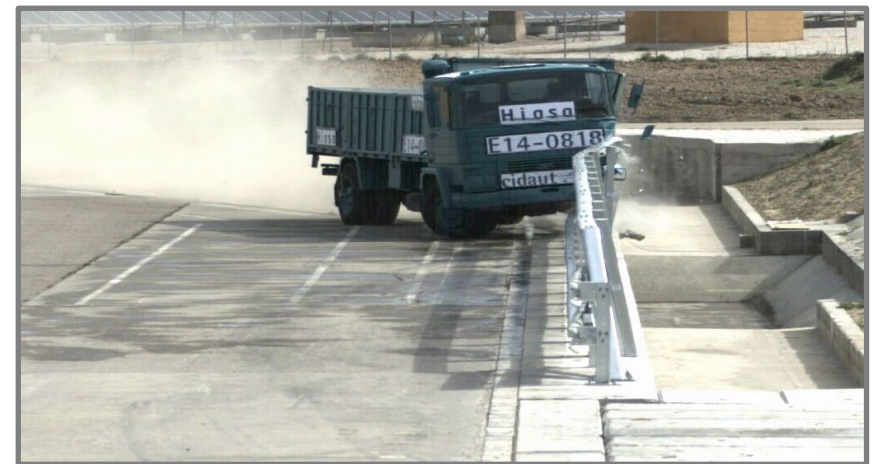


## Sistemas de Contención Certificados

● Cuando la solución consiste en la instalación de un Sistema de Contención de Vehículos (SCV) (SCV's = barreras de seguridad incluidos pretilas, atenuadores de impactos, terminales, transiciones y sistemas para protección de motociclistas) → Se recomienda el empleo de SISTEMAS CERTIFICADOS.

● SCV's CERTIFICADOS son aquellos que han sido evaluados mediante ensayos de choque a escala real según alguna de las normas existentes y aprobados y/o certificados por un tercero acreditado y/o reconocido.

● Únicamente el requerimiento y uso de SISTEMAS CERTIFICADOS puede garantizar la consecución de los beneficios de la aplicación de unos criterios de diseño relacionados con el nivel de riesgo y el comportamiento esperado de la solución técnica adoptada.







# Sistemas de Contención Certificados

*Principales Normas para la Evaluación del Comportamiento ante Impacto*

**U.S. NCHRP-350  
U.S. MASH**

**Norma  
Europea  
EN 1317**

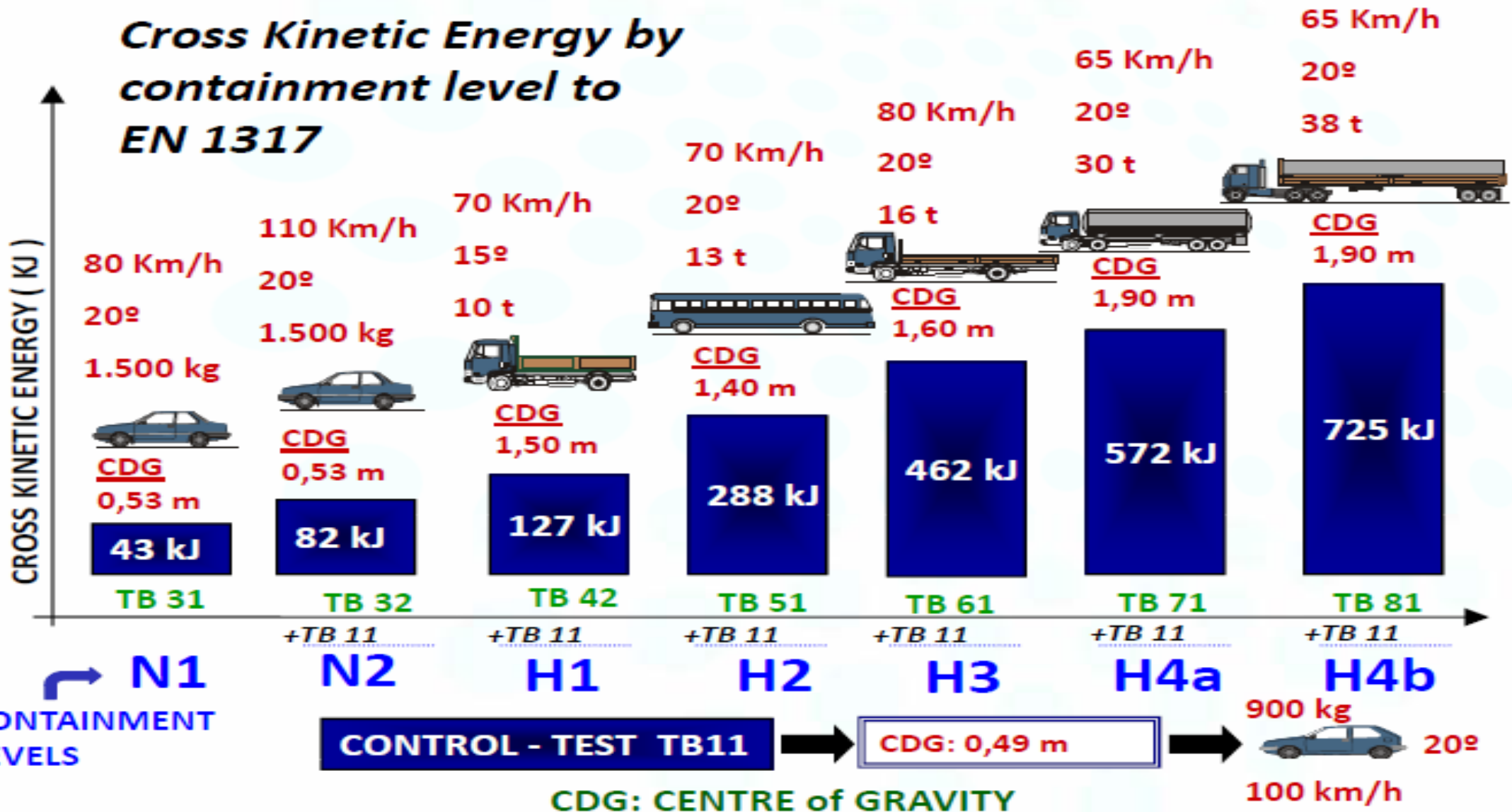






# Clases Técnicas de Barreras Certificadas según Norma Europea EN 1317

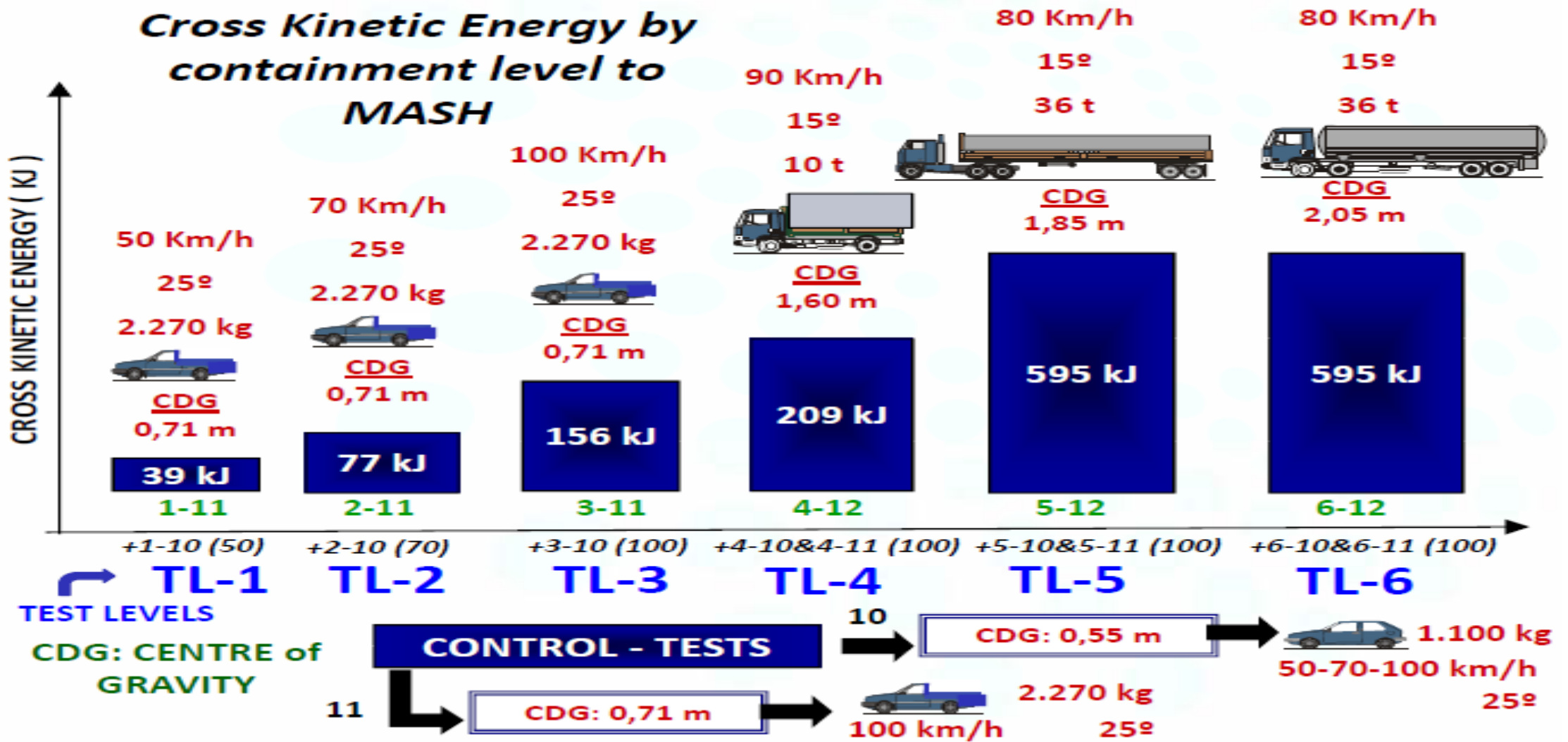
## Cross Kinetic Energy by containment level to EN 1317





# Clases Técnicas de Barreras Certificadas según Norma Norteamericana MASH

## Cross Kinetic Energy by containment level to MASH





# Evaluación del Nivel de Riesgo

Los CRITERIOS de IMPLANTACIÓN se deben establecer a partir de la identificación y evaluación de los elementos de riesgo en márgenes y medianas (ERM), en función de la GRAVEDAD del eventual incidente por salida de vía y de las características de la carretera y del tráfico que determinan el nivel de exposición ante el ERM.

**NIVEL de RIESGO = GRAVEDAD x EXPOSICIÓN**

Identificación  
Evaluación (Gravedad)  
Características Carretera  
Características Tráfico

Criterios de  
Implantación

Justificación

Nivel de Contención

Clase de Severidad

Clases de Deformación

Lay-Out





# Evaluación del Nivel de Riesgo

## *Gravedad del posible accidente*

La Gravedad es la Severidad de las posibles consecuencias de un incidente por salida de vía



**NIVEL de RIESGO = GRAVEDAD x EXPOSICIÓN**



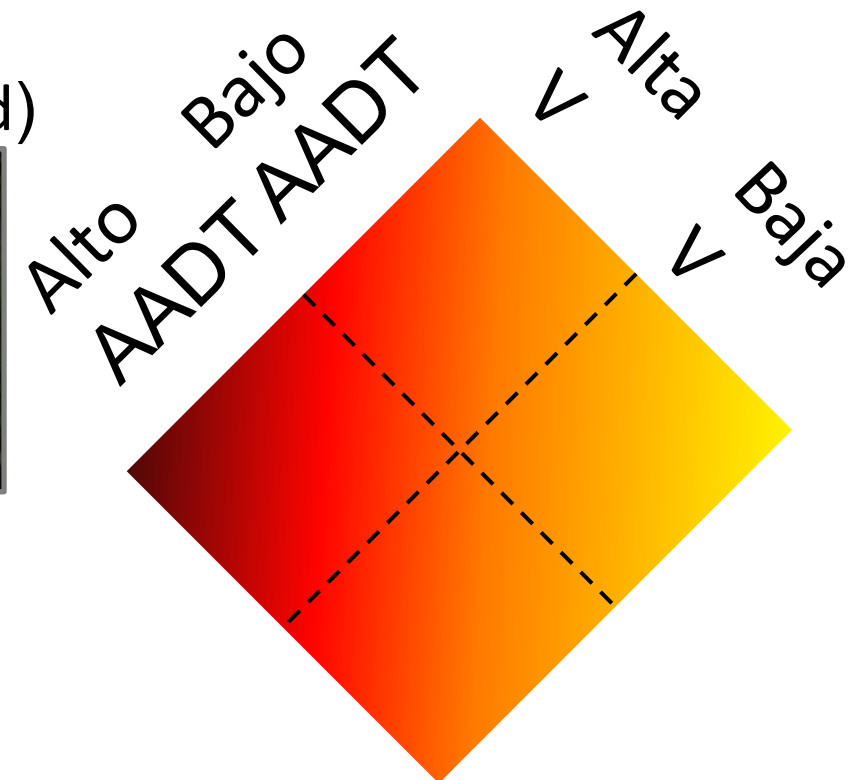
# Evaluación del Nivel de Riesgo *Exposición*

Alta Exposición

(↑ AADT) (↑ Velocidad)

Baja Exposición

(↓ AADT) (↓ Velocidad)



**NIVEL de RIESGO = GRAVEDAD x EXPOSICIÓN**





# Evaluación del Nivel de Riesgo

**Nivel 1** = Áreas a proteger **CON ESPECIAL RIESGO** para **TERCEROS**:

- \* Instalaciones Industriales con Sustancias Peligrosas
- \* Zonas de Apeadero muy concurridas
- \* Vía Férrea adyacente de Alta Velocidad ( $\geq 160$  km/h)
- \* Edificaciones con riesgo de colapso, ...

**Nivel 2** = Áreas a proteger **CON RIESGO** para **TERCEROS**:

- \* Vías Ciclistas y Peatonales muy concurridas
- \* Vía Férrea con más de 30 trenes/día
- \* Carreteras adyacentes con AADT > 500 veh/día, ...

**Nivel 3** = Áreas a proteger **CON ESPECIAL RIESGO** para **OCUPANTES**:

- \* Grandes Obstáculos Rígidos perpendiculares al tráfico
- \* Obstáculos Rígidos Aislados
- \* Pantallas Acústicas, ...

**Nivel 4** = Áreas a proteger **CON RIESGO** para **OCUPANTES** :

- \* Obstáculos Aislados, Cuneta, Desniveles (+ de 3 m)
- \* Cursos de Agua de profundidad + 1 m, ...



# Evaluación del Nivel de Riesgo

En función de:

- (i) Gravedad del potencial Accidente (Nivel de Riesgo)
- (ii) Exposición (AADT) y Velocidad)
- (iii) Tipo y Geometría de la Carretera  
(Calzada única-separadas / Recta-Curva / Pendiente trasv. del margen)

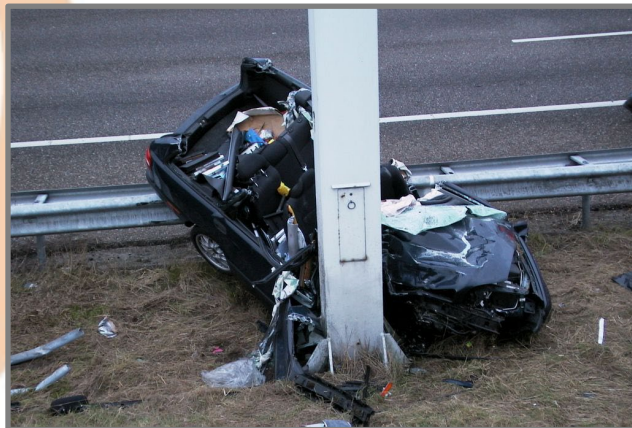
podemos evaluar:



**Distancia Crítica a la Calzada**



**Nivel de Contención**





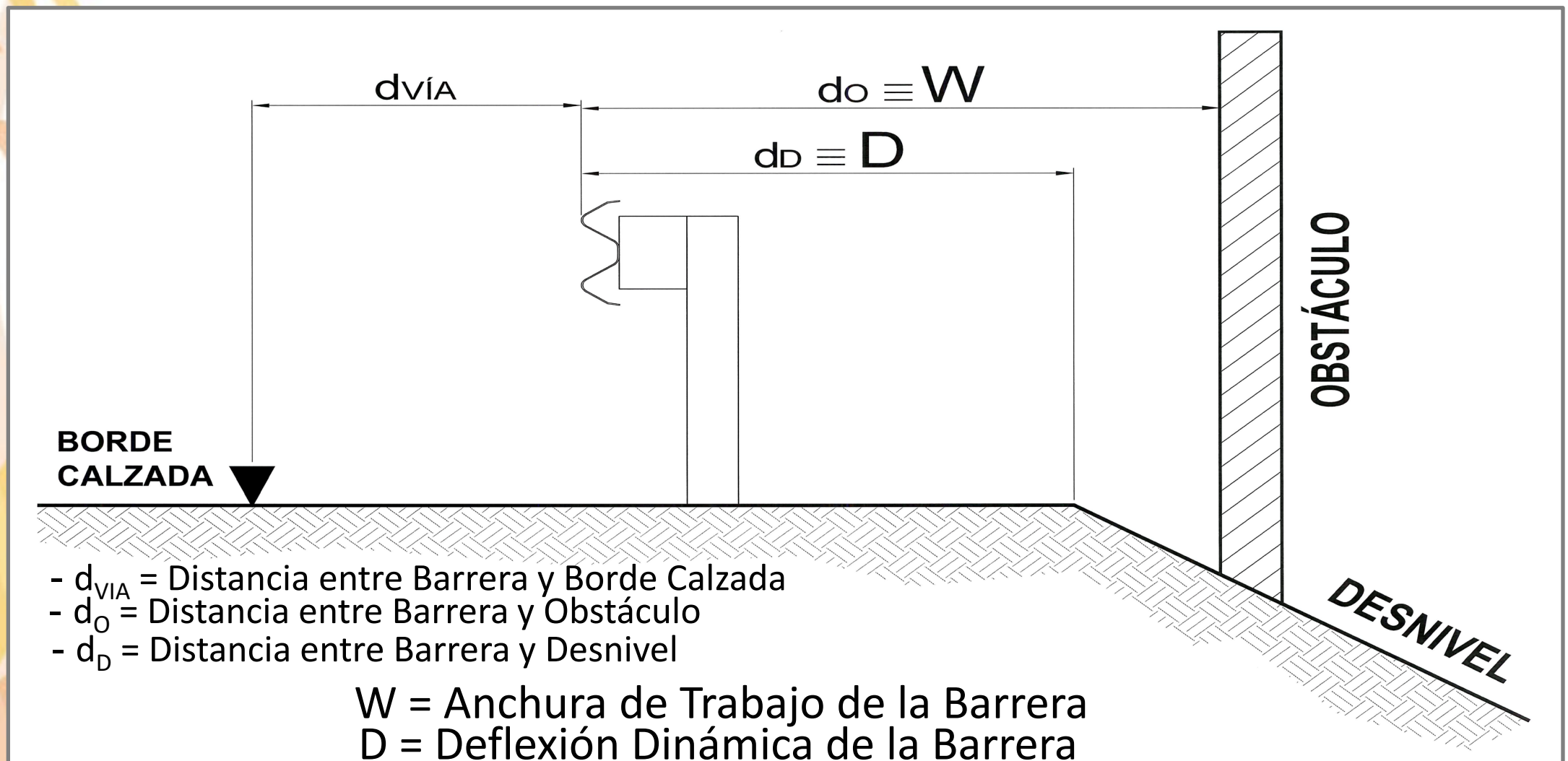
# Selección del Nivel de Contención de una Barrera de Seguridad (Niveles EN 1317)

NIVEL de RIESGO del ACCIDENTE	CLASE de CONTENCIÓN	INTENSIDAD MEDIA DIARIA (AADT) INTENSIDAD MEDIA DIARIA de V. PESADOS (AADTp)	VELOCIDAD (Vp)	NIVEL de CONTENCIÓN		
				LATERAL	MEDIANA	PUENTE
<b>NIVEL 1</b>	Muy Alta	$AADT_p \geq 2.000$	Cualquiera	<b>H4b</b>	<b>H4b</b>	<b>H4b</b>
		$AADT_p < 2.000$		<b>H2</b>	<b>H2</b>	<b>H3</b>
<b>NIVELES 2-3</b>	Alta	$AADT \geq 10.000$	Cualquiera	<b>H2</b>	<b>H2</b>	<b>H3</b>
		$AADT_p \geq 2.000$	$V_p \geq 80 \text{ km/h}$	<b>H2</b>	<b>H2</b>	<b>H2</b>
			$V_p < 80 \text{ km/h}$	<b>H1</b>	<b>H2</b>	<b>H2</b>
		$AADT_p < 2.000$	$V_p \geq 80 \text{ km/h}$	<b>H1</b>	<b>H2</b>	<b>H2</b>
			$V_p < 80 \text{ km/h}$	<b>H1</b>	<b>H1</b>	<b>H2</b>
		$AADT < 1.000$	Cualquiera	<b>N2</b>	<b>H1</b>	<b>H1</b>
<b>NIVEL 4</b>	Normal	$AADT_p \geq 2.000$	$V_p \geq 80 \text{ km/h}$	<b>H1</b>	<b>H1</b>	<b>H1</b>
			$V_p < 80 \text{ km/h}$	<b>N2</b>	<b>H1</b>	<b>H1</b>
		$AADT_p < 2.000$	Cualquiera	<b>N2</b>	<b>N2</b>	<b>H1</b>



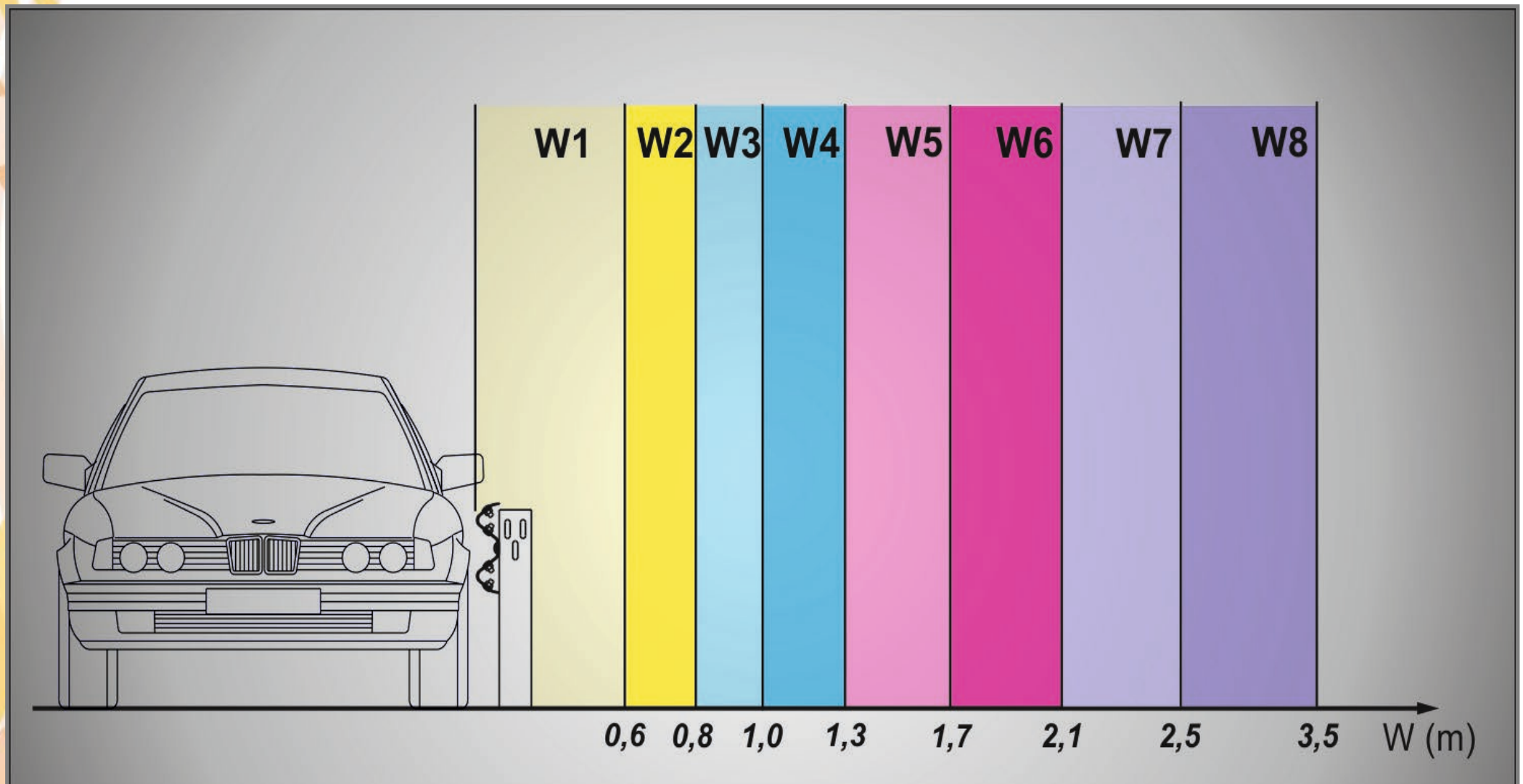


# Disposición Lateral de una Barrera de Seguridad



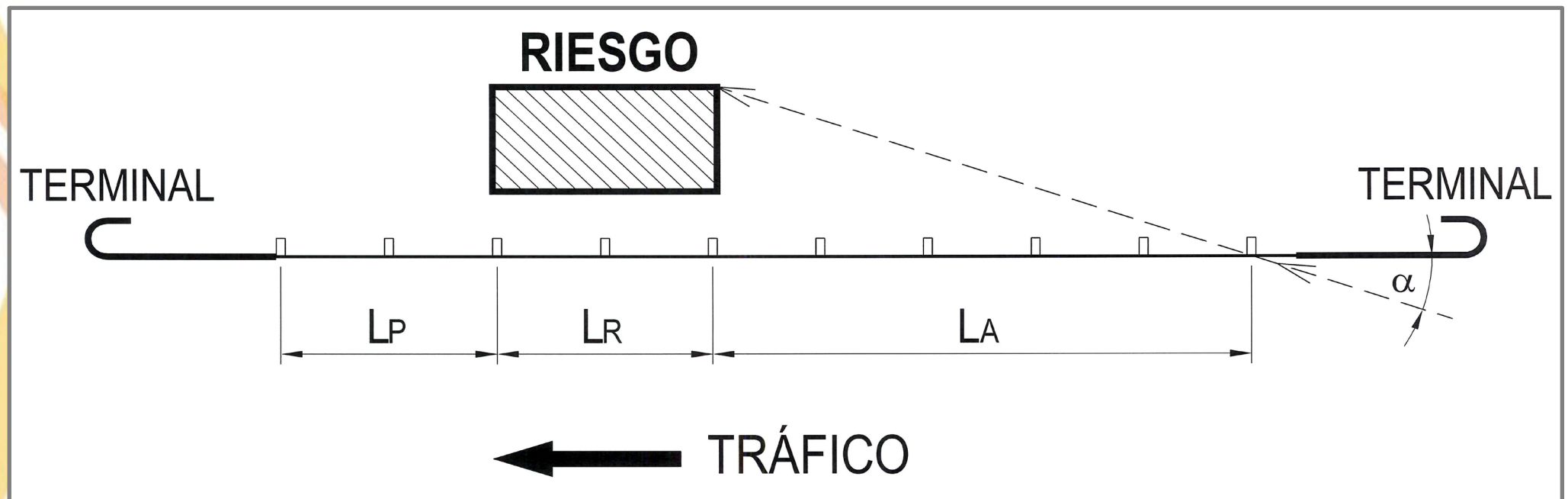


# Disposición Lateral de una Barrera de Seguridad





# Disposición Lateral de una Barrera de Seguridad



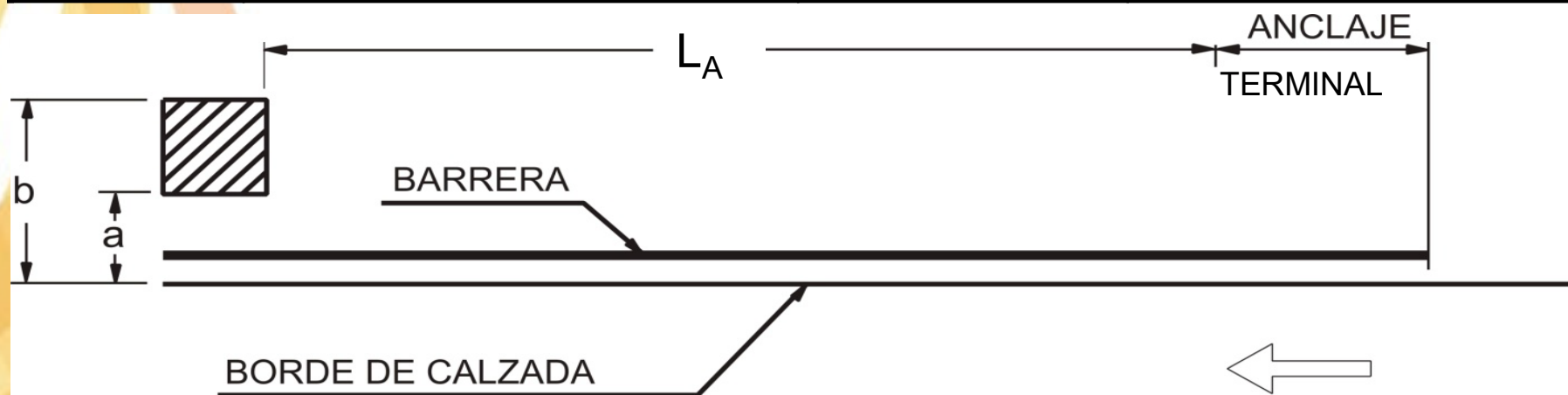
- $L_A$  = Longitud de Anticipación (*Length of Need*)
- $L_R$  = Longitud del Elemento de Riesgo
- $L_p$  = Longitud de Prolongación





# Disposición Lateral de una Barrera de Seguridad

DISTANCIA TRANSVERSAL A UNA ZONA PELIGROSA U OBSTÁCULO		DISTANCIA $L_A$ (m) DEL COMIENZO DE LA BARRERA A LA SECCIÓN EN QUE RESULTA ESTRICTAMENTE NECESARIA	
		CALZADA ÚNICA	CALZADAS SEPARADAS
a	< 2 m	100	140
	De 2 a 4 m	64	84
b	De 4 a 6 m	72	92
	> 6 m	80	100



3er. CONGRESO  
PARAGUAYO  
**Vialidad  
y Tránsito**

EXPO VIAL 2018



**APC**

ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS



**Gracias por su atención**

**Francisco Pumares**