

# ANEJO N° 16. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

## ÍNDICE

<b>16. ANEJO Nº 16. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS</b> .....	<b>3</b>
<b>16.1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>16.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL</b> .....	<b>3</b>
16.2.1. NORMATIVA.....	3
16.2.2. TIPOLOGÍA DE LAS MARCAS VIALES.....	3
16.2.2.1. Marcas longitudinales discontinuas .....	3
16.2.2.2. Marcas longitudinales continuas.....	4
16.2.2.3. Marcas transversales .....	4
16.2.2.4. Flechas .....	4
16.2.2.5. Inscripciones .....	5
16.2.2.6. Cebreados .....	6
<b>16.3. SEÑALIZACIÓN VERTICAL</b> .....	<b>6</b>
16.3.1. NORMATIVA.....	6
16.3.2. DESCRIPCIÓN .....	6
16.3.3. RETRORREFLECTANCIA .....	7
16.3.4. CRITERIOS GENERALES.....	7
16.3.5. POSICIÓN TRANSVERSAL.....	8
16.3.5.1. Carretera convencional .....	8
16.3.6. SEÑALES VERTICALES PROYECTADAS.....	9
<b>16.4. DEFENSAS</b> .....	<b>9</b>
16.4.1. NORMATIVA.....	9
16.4.2. METODOLOGÍA Y ASPECTO CONSIDERADOS .....	10
16.4.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS CON ELEMENTOS O SITUACIONES POTENCIALES DE RIESGO .....	12
16.4.4. CRITERIOS DE INSTALACIÓN .....	13
16.4.4.1. Selección del nivel de contención .....	13
16.4.4.2. Selección de la anchura de trabajo .....	13
16.4.4.3. Selección del índice de severidad .....	14
16.4.5. TIPOS DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN SELECCIONADOS.....	14
16.4.6. RECOMENDACIONES DE DISPOSICIÓN .....	14
16.4.6.1. Anticipación del comienzo .....	14
16.4.6.2. Prolongación de la terminación .....	15
16.4.6.3. Extremos .....	15
16.4.6.4. Disposición transversal .....	15

## 16. ANEJO Nº 16. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

### 16.1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se recogen los criterios y normativas utilizadas para la definición de la señalización horizontal y vertical, el balizamiento y las barreras de protección necesarias en las obras objeto de actuación del presente proyecto.

El objeto es el establecimiento de una señalización clara, uniforme y sencilla, fundamentalmente en la glorieta e intersecciones en T, donde el tráfico se incorpora o sale de la corriente principal, y es necesario que todos los movimientos sean fluidos y seguros.

### 16.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

#### 16.2.1. NORMATIVA

Para la disposición de las marcas viales se han seguido las instrucciones que se dictan en las normas vigentes: La Norma de Carreteras 8.2.-IC "Marcas viales", Recomendaciones para el proyecto de Enlaces y la O.C. 325/97T sobre señalización, balizamiento y defensas de las carreteras en lo referente a sus materiales constituyentes.

Todas las marcas viales serán reflexivas. La reflectancia se consigue mezclando las microesferas de vidrio con la pintura. La granulometría de las microesferas está definida en el Pliego de Condiciones.

Las características de los materiales a emplear están definidas en los artículos correspondientes del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

#### 16.2.2. TIPOLOGÍA DE LAS MARCAS VIALES

Las marcas viales son líneas, inscripciones o figuras sobre la superficie de la plataforma que se utilizan para transmitir a los conductores mensajes de advertencia, regulación, guía e información y que contribuyen a la mejora de la seguridad, fluidez y comodidad de la circulación.

Estas marcas tienen por objeto cumplir una o varias de las siguientes funciones:

- Delimitar carriles de circulación.
- Separar sentidos de circulación.
- Indicar el borde de la calzada.
- Delimitar zonas excluidas a la circulación regular de vehículos.

- Reglamentar la circulación, especialmente el adelantamiento, la parada y el estacionamiento.
- Completar o precisar el significado de señales verticales y semáforos.
- Repetir o recordar una señal vertical.
- Permitir los movimientos indicados.
- Anunciar, guiar y orientar a los usuarios.

En los planos correspondientes del Proyecto se definen los detalles y dimensiones de cada una de las marcas viales utilizadas: línea continua, discontinua, preaviso, etc.

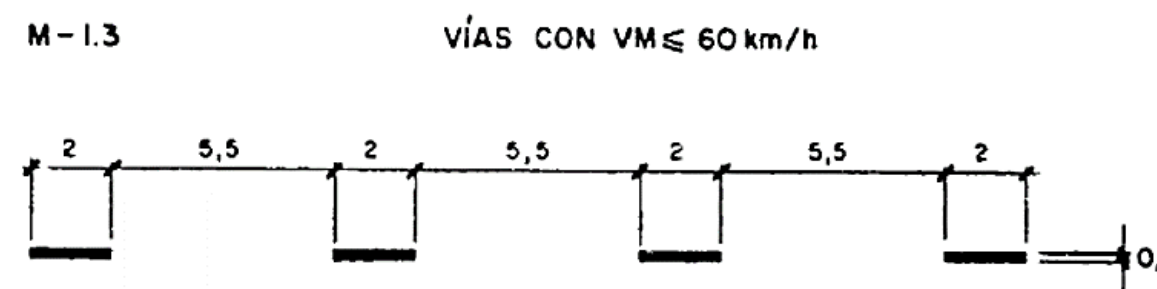
A continuación, se hace una clasificación de las distintas marcas viales empleadas en base a su tipología, describiendo su función y sus principales características.

#### 16.2.2.1. Marcas longitudinales discontinuas

La marca longitudinal discontinua significa que ningún conductor debe circular con vehículo sobre ella, salvo cuando sea necesario y la seguridad de la circulación lo permita.

##### Para separación de carriles normales

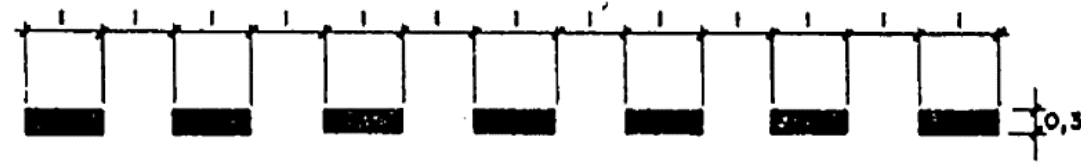
En el presente proyecto se empleará la marca vial M-1.3, de 10 cm de anchura, 2 m de pintura y equiespaciada cada 5,5 m.



##### Para separación de carriles especiales o carriles de entrada o salida

Se utilizará la marca M-1.7 toda el área del proyecto para marcar carriles de entrada o salida y carriles especiales. Esta marca consiste en trazos de 1 m, separados igualmente 1 m y con una anchura de pintura de 0,3 m.

**M-1.7**



**16.2.2.2. Marcas longitudinales continuas**

**Borde de calzada**

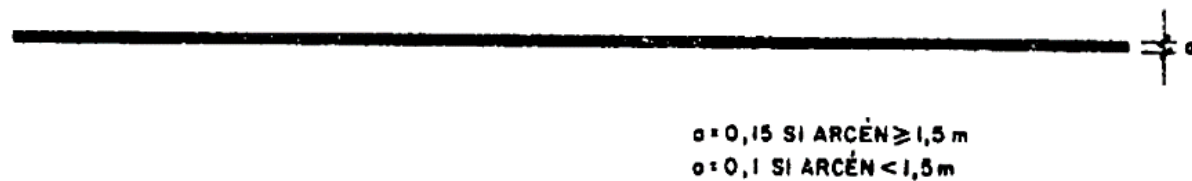
Las marcas longitudinales continuas, se emplean en el borde de calzada en los siguientes casos:

- En el borde exterior de la calzada de cualquier otro tipo de vía.
- En el borde interior de una autopista o autovía de calzada separadas.

En función de la velocidad máxima permitida en la vía en cuestión, así como la dimensión del arcén, se utilizan las siguientes marcas:

M-2.6 En vías con velocidad máxima permitida igual o inferior a los 100 km/h y arcén inferior a 1,50 m se empleará la marca continua con un espesor de 0,10 m.

**M-2.6 VÍAS CON  $VM \leq 100$  km/h**



**Separación de carriles normales**

Se emplean estas marcas viales para la separación de carriles de distinto sentido de circulación.

En este proyecto se empleará la marca vial M-2.2 Para ordenación del adelantamiento en calzadas de dos carriles. Su grosor es de 0,10 cm.

**M-2.2 CALZADA DE DOS O TRES CARRILES**



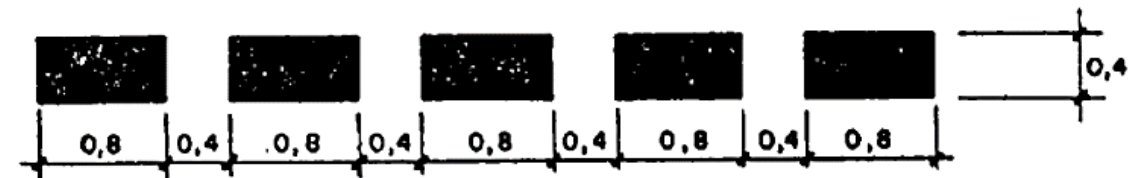
**16.2.2.3. Marcas transversales**

**Marcas transversales discontinuas**

Dentro de esta tipología de marca vial se emplea la línea de Ceda el Paso (M-4.2.) para regular principalmente el paso de vehículos a través de las glorietas del enlace diseñado.

M-4.2. Marca transversal discontinua cuya longitud ocupa toda la anchura del carril o carriles a que se refiere la obligación de ceder el paso. Su grosor es de 0,40 m, su trazo de 0,80 m y el espaciado de 0,40 m.

**M-4.2 LÍNEA DE CEDA EL PASO**



**Marcas transversales continuas**

Dentro de esta tipología de marca vial se emplea la línea de obligación a detenerse (M-4.1.) para regular principalmente el paso de vehículos en la intercepción en T.

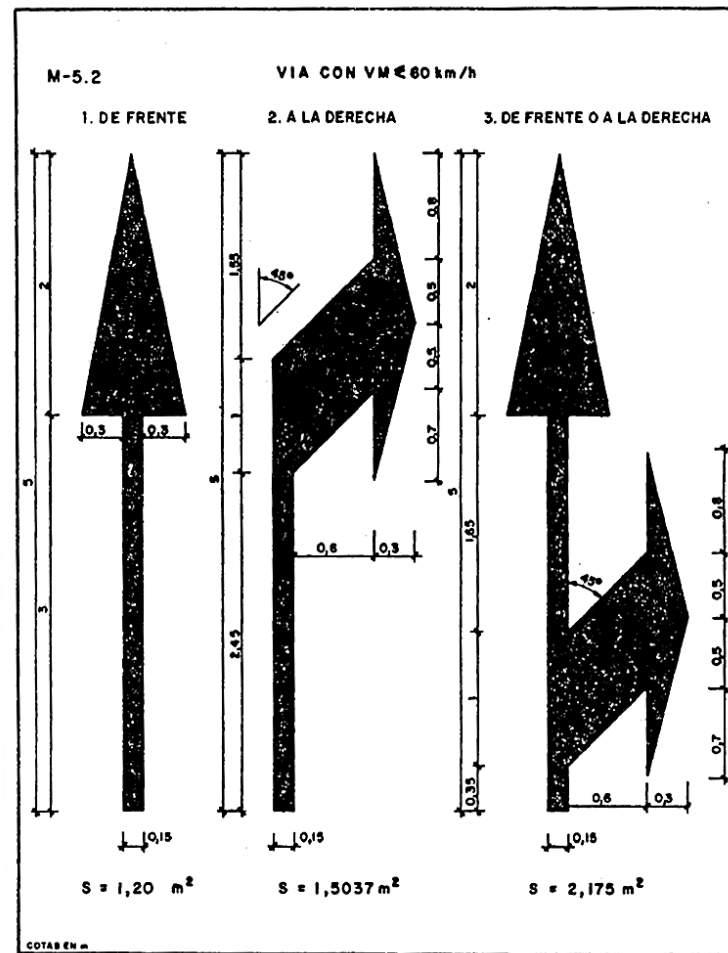
Marca: M-4.1.- Se compone de una línea transversal continua de stop de 40 cm de ancho con longitud correspondiente a la anchura de los carriles a los que se refiere la obligación de detenerse.

**M-4.1 LÍNEA DE DETENCIÓN**



**16.2.2.4. Flechas**

Las flechas de presente proyecto serán de tipología M-5.2, para vías de velocidad igual o inferior a 60 km/h.



En el presente proyecto se dispondrán flechas en las siguientes zonas:

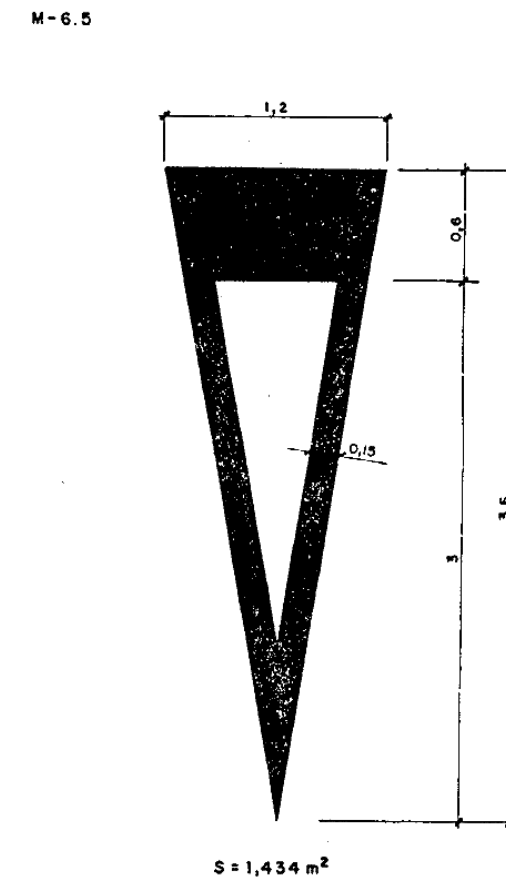
Flechas	Ubicación
	En el tablero del puente nuevo, una en cada carril, para indicar el doble sentido de circulación del tablero En el paseo fluvial desde el puente nuevo hacia el puente actual, solamente una, para indicar el sentido único de ese tramo
	En el carril sentido Plasencia de la Avda. de Plasencia para indicar el giro a la izquierda e incorporarse a la carretera N-110 sentido Plasencia.
	En la incorporación desde el paseo fluvial, para indicar la doble, bien con giro a la derecha hacia puente actual, o bien con giro a la izquierda hacia Ávila.
	En el carril sentido Ávila de la carretera N-110 antes de llegar al puente nuevo, para indicar la posibilidad de continuar de frente o girar a la derecha hacia Avda. Plasencia.

**16.2.2.5. Inscripciones**

**Ceda el Paso**

Dicha inscripción se usa con el fin de indicar al conductor la obligación de tener que ceder el paso a los vehículos que circulan por la calzada a la que se aproxima. Algún ejemplo lo constituyen los ramales de entrada a las glorietas. Esta marca se sitúa entre 5 m y 10 m antes del lugar donde se haya de ceder el paso.

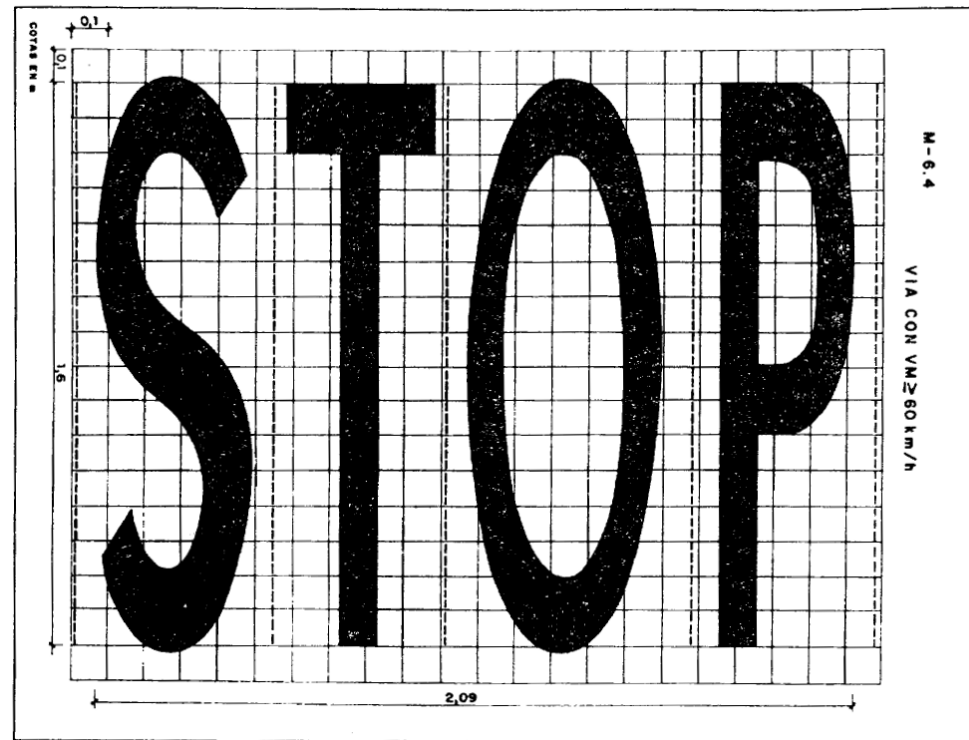
Se empleará la marca M-6.5. La marca tiene una superficie de 1,434 m<sup>2</sup>.



**Stop**

Dicha inscripción se usa con el fin de indicar al conductor la obligación de detenerse ante los vehículos que circulan por la calzada a la que se aproxima.

En el presente proyecto se utilizará la marca M-6.4 para vías con velocidad igual o inferior a 60 km/h. La marca tiene una superficie de 1,200 m<sup>2</sup>.



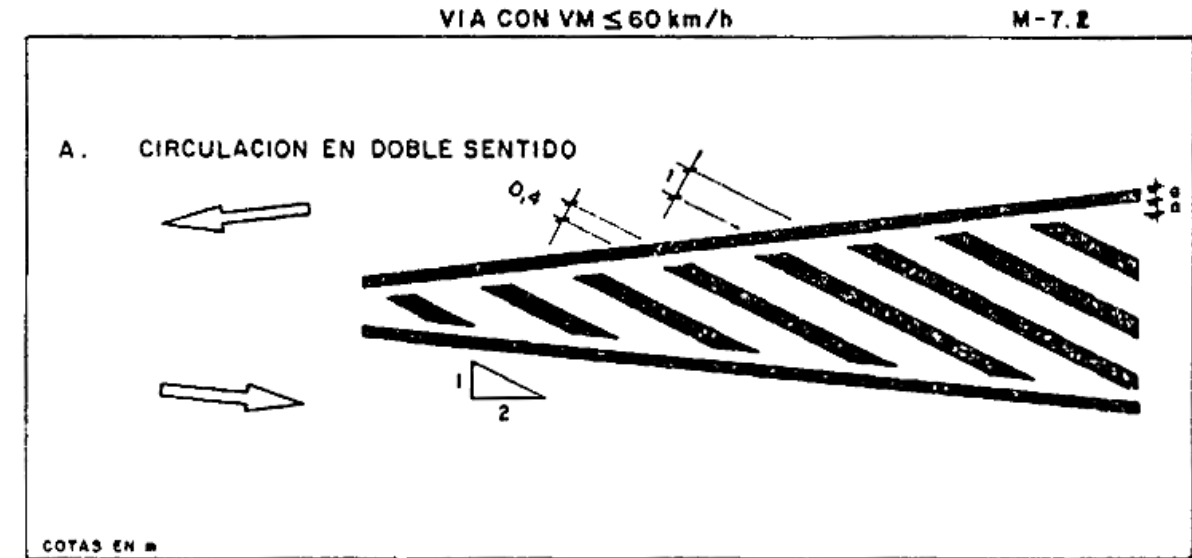
**16.2.2.6. Cebreados**

Las zonas de la calzada marcadas con franjas oblicuas paralelas, enmarcadas por una línea continua o por líneas discontinuas, significa que ningún vehículo puede penetrar en esta zona a no ser, si las líneas son discontinuas, que puedan realizarlo sin peligro con tal de girar para acceder a una vía transversal situada al lado opuesto de la calzada.

Su función es la de aumentar la visibilidad de la zona de la calzada excluida a la circulación de vehículos y al mismo tiempo indicar de qué lado tendrán que desviarse los vehículos para evitar un obstáculo o realizar una maniobra de convergencia o divergencia (mediante la inclinación de las bandas).

En el presente proyecto se utilizará el cebreado M-7.2-A, para vías con  $VM \leq 60$  Km/h. Se utiliza para generar zonas excluidas al tráfico en calzadas de doble sentido de circulación. Se compone de una marca oblicua respecto al sentido longitudinal de la marcha. La oblicuidad de la mencionada marca queda determinada por la hipotenusa de un triángulo hipotético formado para la relación 1:2.

La separación entre franjas de cebrado será de 1 m, siendo el ancho de la franja de 0,4 m.



**16.3. SEÑALIZACIÓN VERTICAL**

16.3.1. NORMATIVA

Para determinar las señales necesarias, así como el punto de localización de cada una de ellas, se ha cumplido lo establecido en la normativa vigente de la Dirección General de Carreteras "Instrucción 8.1.-IC/2014. Señalización vertical".

Las características de los materiales a emplear están definidas en los artículos correspondientes del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en los planos de detalle.

16.3.2. DESCRIPCIÓN

Se incluyen todas las señales proyectadas, de acuerdo con las Normas de Señalización del Catálogo de señales de circulación del Ministerio de Fomento.

En esta obra se proyectan señales de los tipos siguientes:

- a) Señales de advertencia de peligro

Son señales cuya forma exterior es generalmente triangular, de fondo blanco con orla en rojo y símbolo negro. Se designan en planos mediante la letra "P" seguida de un número comprendido entre 1 y 99.

Las señales de advertencia de peligro se han colocado, en general entre 150 y 250 m antes de la sección donde se puede encontrar el peligro que anuncian.

- Señal P-1c Peligro Intersección con Prioridad sobre incorporación por la Derecha.
- Señal P-4 Señal peligro rotonda.

**b) Señales de reglamentación**

Las señales de Reglamentación son de obligado cumplimiento para los usuarios de la vía y son de forma generalmente circular (excepto la R-1 triangular). Se codifican mediante la letra R seguida de número.

De acuerdo con las funciones de estas señales se establecen las siguientes clases:

**a) Prioridad**

- R-1 Ceda el paso: Obligación para todo conductor de ceder el paso en la próxima intersección a los vehículos que circulen por la vía a la que se aproxime o al carril al que pretende incorporarse.
- R-2 Detención obligatoria: Obligación para todo conductor de detener su vehículo ante la próxima línea de detención o, si no existe, inmediatamente antes de la intersección, y ceder el paso en ella a los vehículos que circulen por la vía a la que se aproxime. Si, por circunstancias excepcionales, desde el lugar donde se ha efectuado la detención no existe visibilidad suficiente, el conductor deberá detenerse de nuevo en el lugar desde donde tenga visibilidad, sin poner en peligro a ningún usuario de la vía.

**b) Prohibición o restricción**

Señales circulares con orla exterior roja, fondo blanco y símbolo negro o con orla exterior roja, fondo azul y símbolo en blanco que se designan con la letra R seguida de un número comprendido entre 300 y 399. Las señales de este tipo a emplear en el presente proyecto son:

- R-301 : Velocidad Máxima

**c) Obligación**

Señales circulares con orla exterior blanca, fondo azul y símbolo blanco que se designan con la letra R seguida de un número comprendido entre 400 y 499. Las señales de este tipo a emplear en el presente proyecto son:

- R-400a Sentido obligatorio
- R-402 Intersección de sentido giratorio-obligatorio

**c) Señales de indicación**

Las señales de indicación general son, normalmente, cuadradas o rectangulares con símbolos blancos sobre fondo azul y se designan con la letra S seguida de un número.

- S-420.- Identifica una carretera de la red general del Estado, que no sea autopista o autovía.

**16.3.3. RETRORREFLECTANCIA**

Para que las señales sean visibles en todo momento, todos sus elementos constituyentes deberán ser retrorreflectantes.

Actualmente existen tres clases de retrorreflexión, independientemente de la naturaleza microesférica o microprismática de los materiales: Clase RA1, Clase RA2 y Clase RA3.

La Clase RA3, a su vez, se divide en tres clases: Clase RA3-ZA, Clase RA3-ZB y Clase RA3-ZC, con diferentes geometrías y coeficientes de retrorreflexión, de forma que cada una de las zonas está especificada para:

- Clase RA3-ZA: recomendada para especificar materiales retrorreflectantes a utilizar en carteles y paneles complementarios en tramos interurbanos de autopistas y autovías.
- Clase RA3-ZB: recomendada para especificar materiales retrorreflectantes a utilizar en entornos complejos (glorietas, intersecciones, etc.), tramos periurbanos y en carteles y paneles complementarios en tramos interurbanos de carreteras convencionales.
- Clase RA3-ZC: recomendada para especificar materiales retrorreflectantes a utilizar en zonas urbanas.

La clase de retrorreflexión será la misma en todos los elementos de una misma señal o cartel y no deberá ser inferior a los prescritos en la tabla:

**Tabla 1.** Niveles de retrorreflexión.

Tipo de señal o cartel	Entorno de ubicación de la señal o cartel		
	Zona periurbana	Autopista o autovía	Carretera convencional
Señales de contenido fijo	Clase RA2	Clase RA2	Clase RA2
Carteles	Clase RA3	Clase RA3	Clase RA2

En este proyecto se ha definido una clase de retrorreflexión RA2 para señales de contenido fijo y una clase de retrorreflexión RA3 para carteles.

**16.3.4. CRITERIOS GENERALES**

El nuevo trazado de la carretera N-110 cuenta con una calzada bidireccional de dos carriles, uno por sentido de circulación, de 3.50 m de ancho y arcenes exteriores de 1,50 m. El acceso a la glorieta está formado por un carril de 5,00 m de ancho, arcenes exteriores de 1,50 m y arcenes interiores de 1,00 m. La sección transversal de las glorietas queda constituida por una calzada anular de 6 m, arcenes exteriores de 0,50 m e interiores de 1,00 m.

Las dimensiones de las señales verticales de contenido fijo a disponer en los diferentes viales definidos tendrán los siguientes tamaños:



**Tabla 2.** Dimensiones de las señales fijas.

	Advertencia de peligro Prioridad ('ceda el paso')	Prohibición o restricción  Obligación  Fin de prohibición	Prioridad ('stop')	Señales de indicación general	Señales de indicación general Señales relativas a carteles
Carretera convencional con arcén	1.350 mm de lado	900 mm de diámetro	900 mm de ancho	900 x 900 mm	900 - 2.100 x 600 - 1.600 mm
Carretera convencional sin arcén	900 mm de lado	600 mm de diámetro	600 mm de ancho	600 x 600 mm	600 - 1.400 x 600 - 1.600 mm

Las dimensiones de los carteles se deducirán del tamaño de los caracteres y orlas utilizados, así como de las separaciones entre líneas, orlas y bordes. Además, los carteles formados por lamas ajustarán sus dimensiones a un número múltiplo de estas.

La señalización definitiva en cuanto a color, tipo de alfabeto y altura característica de los mensajes, será del tipo carretera convencional con arcén de 1,50 m.

Para la composición de los carteles, el tipo de letra a emplear será en todos los casos el definido en el alfabeto denominado "Carretera Convencional" (CCRIGE).

Se define como altura básica (Hb) en un cartel la de la letra mayúscula o la del número de mayor tamaño en un cartel o, si no hubiere, la de la letra mayúscula correspondiente a la minúscula de mayor tamaño.

La altura básica (Hb) a emplear en el diseño los carteles flecha y de preaviso en glorietas serán las siguientes:

CLASE DE CARTEL	ALTURA BÁSICA (HB) MM
Carteles flecha	100
Carteles de preaviso	150

Todas estas señales serán de chapa de acero galvanizado, según la normativa vigente, y deben garantizar aspecto, duración y resistencia a la acción de los agentes atmosféricos de acuerdo con el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Se construirán con relieve de dos y medio (2,5) a cuatro (4) milímetros de espesor las orlas exteriores, símbolos e inscripciones.

Los elementos de sustentación y anclaje serán de acero galvanizado, con las dimensiones indicadas en los planos de detalle de señalización.

Todas las señales serán reflectantes y los materiales, así como las pinturas, cumplirán las especificaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su caso, lo establecido en la OC.325/97T del Ministerio de Fomento.

#### 16.3.5. POSICIÓN TRANSVERSAL

##### 16.3.5.1. Carretera convencional

Las señales de contenido fijo se colocarán en el margen derecho de la plataforma, y también en el margen izquierdo si el tráfico pudiera obstruir la visibilidad de las situadas a la derecha. Se duplicarán siempre en el margen izquierdo las señales R-305, R-306, P-7, P-8, P-9a, P-9b, P-9c, P-10a, P-10b y P-10c.

Las señales y carteles laterales situados en carreteras convencionales se colocarán de forma que su borde más próximo diste al menos:

- 2,5 m del borde exterior de la calzada, o 1,5 m (reducible a 1 m previa justificación) donde el arcén sea inferior a 1,5 m o inexistente.
- 0,5 m del borde exterior del arcén.

Se evitará que las señales o carteles laterales perturben la visibilidad de otros, o que lo hagan otros elementos situados al lado de la plataforma.

La distancia mínima, en cualquier caso, se deberá ajustar a la anchura de trabajo del sistema de contención utilizado para su protección.



**Tabla 3.** Dimensiones al borde más próximo

Tipo de carretera	A	B	H
Carretera convencional con arcén > 1,5 m	Mínimo 2,5 m	Mínimo 0,5 m	1,8 m
Carretera convencional con arcén < 1,5 m	Mínimo 1 m Recomendable 1,5 m	Mínimo 0,5 m	1,5 m

**16.3.6. SEÑALES VERTICALES PROYECTADAS**

En el presente proyecto se han incluido las siguientes señales verticales.

Señal	Código	Unidades	Ubicación
	R-1	2	Acceso a glorieta tanto en sentido Plasencia como en sentido Ávila.
	P-4 S-860	1 1	Tramo de variante a 150 m de la glorieta. Texto en panel S-860: <b>150 m</b>
	P-15a	1	En acceso a puente actual desde paseo fluvial.
	P-25	1	Paseo fluvial sentido Plasencia en la isleta de intersección con el puente actual, para indicar doble sentido de circulación en el paseo hacia el suroeste
	P-50 S-860	1 1	En paseo fluvial Texto en panel S-860: <b>Zona inundable</b>
	R-301	2	En acceso a glorieta desde tramo de variante y desde puente nuevo.
	R-301	1	En variante próximo a intersección con puente actual.
	R-301	2	En carretera N-110 (tramo de variante) tanto en sentido Plasencia como en sentido Ávila.
	R-302	2	En intersección de Avda. Plasencia con N-110. Giro prohibido hacia el puente nuevo. En N-110 (tramo de variante). Giro prohibido hacia puente existente.

Señal	Código	Unidades	Ubicación
	R-303	1	En puente actual hacia N-110. Giro prohibido sentido Plasencia.
	R-106 S-870	2 2	En N-110 sentido Ávila antes de la intersección con Avda. Plasencia. En paseo fluvial hacia puente existente.
	R-2	2	En Avda. Plasencia intersección con N-110. En puente existente intersección con N-110.
	R-401a	2	En acceso a glorieta tanto en sentido Plasencia como en sentido Ávila.
	R-402	2	Glorieta
	S-13	4	En Avda. Plasencia intersección con N-110. En puente existente intersección con paseo fluvial.
	S-200	2	En N-110 antes del acceso a glorieta, para preseñalización de glorieta con una única salida.
	S-320	1	En variante hacia puente actual. Texto: <b>Centro ciudad</b>
	S-520	2	En acceso a puente nuevo, tanto en sentido Ávila como en sentido Plasencia, con el texto <b>Río Jerte</b> .

**16.4. DEFENSAS**
**16.4.1. NORMATIVA**

En cumplimiento de la O.C. 35/2014, de junio de 2014, sobre "Criterios de Aplicación De Sistemas De Contención De Vehículos" de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, este anejo incluye un análisis de los márgenes de la plataforma y, en su caso, la justificación, descripción, clase, tipo, nivel de contención, severidad, ancho de trabajo, deflexión dinámica, ubicación y disposición de todos los sistemas de contención de vehículos que se consideran adecuados.

Las barreras de seguridad se han proyectado de acuerdo con la siguiente normativa:

- O.C. 35/2014, de junio de 2014, sobre "Criterios de Aplicación De Sistemas De Contención De Vehículos".

- Desde el 1 de enero de 2011 es obligatorio el marcado CE también en barreras y pretiles de hormigón. En consecuencia, sólo aquellas barreras y pretiles de hormigón que una vez ensayadas cumplan todos los requisitos y posean el correspondiente certificado de conformidad CE, Norma UNE-EN-1317, podrán ser instaladas en la Red de Carreteras del Estado.
- Nota de Servicio 5/2012, Recomendaciones para la redacción del apartado “Barreras de Seguridad” del anejo “señalización, balizamiento y defensas” de los proyectos de la Dirección General de Carreteras.
- La Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.

Las características de los materiales a emplear están definidas en los artículos correspondientes del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en los planos de detalle.

#### 16.4.2. METODOLOGÍA Y ASPECTO CONSIDERADOS

Los sistemas de contención de vehículos son elementos cuya función es sustituir un accidente de circulación por otro de consecuencias más predecibles y menos graves, pero no evitan que el mismo se produzca, ni están exentas de algún tipo de riesgo para los ocupantes del vehículo. Para la elección del tipo de sistema de contención a emplear se han tenido en cuenta los siguientes factores o condicionantes:

- |  |  |
|--|--|
| - Tipo de vía.                                   | - Distancia al obstáculo.                    |
| - Ancho de berma.                                | - Gravedad del hipotético accidente.         |
| - Trazado en desmonte o terraplén y sus taludes. | - IMD total y de vehículos pesados $IMD_p$ . |
| - Presencia y tipos de obstáculo.                |  |

Se considera el tipo de riesgo de accidente relacionado con la probabilidad del suceso y con la magnitud de los daños y lesiones previsibles, tanto para ocupantes como para otras personas o bienes situados en las proximidades. En función del riesgo, los accidentes se clasifican en la Orden Circular en tres categorías: muy grave, grave o normal.

La instalación de barreras de seguridad se justifica cuando existe la probabilidad de que se produzca un accidente en zonas en las que se detecta presencia de obstáculos, desniveles, elementos de riesgo próximos a la calzada y siempre y cuando se haya descartado algún tipo de solución alternativa orientada a eliminar o alejar el elemento que provoca la consecuente instalación de barreras.

En las zonas donde se justifica la necesidad de implantar barreras de seguridad, una vez evaluado el riesgo de accidente que se pueda producir, se establece la clase y el nivel de contención necesario con base en la norma UNE-EN 1317. A continuación, se selecciona la anchura de trabajo y la deflexión

dinámica, y por último el índice de severidad. Una vez seleccionados los parámetros más adecuados en cada caso, es decir, clase y nivel de contención, índice de severidad, anchura de trabajo y deflexión dinámica, se elige el sistema a instalar.

En función del riesgo, los accidentes se clasifican en la Orden Circular en tres categorías: normal, grave o muy grave.

Se considera:

#### 1. Riesgo de accidente muy grave:

En cualquier tipo de carretera, y velocidad de proyecto; cuando el tramo estudiado esté en alguno de los siguientes supuestos:

- a) Paso sobre una vía férrea en servicio.
- b) Existencia de una vía férrea paralela próxima a la carretera y situada a más de 1 m por debajo del nivel de ésta.
- c) Existencia a nivel inferior de instalaciones contiguas a una obra de paso, permanentemente habilitadas o utilizadas para almacenamiento de sustancias peligrosas, o que presten servicio público de interés general, previamente autorizadas a tal fin y situadas dentro de la zona de afección de la carretera.
- d) Existencia a nivel inferior de cualquier tipo de infraestructura del transporte terrestre, y que en el emplazamiento de la carretera superior concurren curvas horizontales o acuerdos verticales de dimensiones inferiores a las contempladas por la Norma 3.1-IC. Trazado, para la velocidad de proyecto ( $V_p$ ) correspondiente.
- e) Nudos de dos carreteras cuando la del nivel superior tenga una intensidad media diaria de vehículos pesados igual o superior a 2000. La intensidad media diaria a considerar será la correspondiente al año de puesta en servicio en vías en fase de proyecto de construcción.
- f) Eventualmente, en emplazamientos singulares en, o junto a la coronación de obras de fábrica, tales como:
  - Nudos complejos en los que pueda resultar más probable que se produzca un error por parte del conductor.
  - Intersecciones situadas en las proximidades de obras de paso.
  - Emplazamientos con una accidentabilidad por salida de vía anormalmente elevada.
  - Estructuras singulares, entendiéndose como tales las que tienen luces superiores a 200 m, así como aquellas de menor longitud que salvan zonas singulares (grandes cursos de agua, embalses, valles de muy difícil acceso)

- En carreteras con calzadas separadas, cuando la estructura esté inscrita en una alineación circular en planta de radio menor a 300 m.
- En carreteras con calzadas separadas, cuando antes de acceder a una estructura exista una pendiente media superior al 3%, continuada de más de 400 m de longitud.

**2. Riesgo de accidente grave:**

- a) Casos en los que falte alguno de los requisitos descritos para ser considerado como riesgo de accidente muy grave, siendo la intensidad media diaria (IMD) por calzada superior a 10.000 vehículos.
- b) Velocidad de proyecto  $V_p$  superior a 80 km/h y existencia en las proximidades de:
  - Ríos, embalses y otras masas de agua con corriente impetuosa o profundidad superior a  $i$  m y barrancos o zanjas profundas.
  - Accesos a puentes, túneles y pasos estrechos.
- c) Velocidad de proyecto  $V_p$  superior a 60 km/h y existencia en las proximidades de:
  - Elementos en los que un choque pueda producir la caída de objetos de gran masa sobre la plataforma (tales como pilas de pasos superiores, pórticos o banderolas de señalización, estructuras de edificios, pantallas acústicas y otros similares).
  - Obstáculos tales que el choque de un vehículo contra ellos pueda producir daños graves en elementos estructurales de un edificio, paso superior u otra construcción.
  - Caída desde estructuras y obras de paso, exceptuando obras de drenaje con altura de caída desde la calzada menor de 2 m.
  - Caída desde muros de sostenimiento (del lado del desnivel) de una carretera en terreno accidentado o muy accidentado.
- d) Carreteras o calzadas paralelas con circulación en el sentido opuesto, en las que la anchura de la mediana (definida según Reglamento General de Carreteras; R.D. 1812/1994), o que la distancia entre la calzada principal y la de servicio, sea inferior a la establecida en la tabla 1.

**3. Riesgo de accidente normal:**

- a) Obras de paso, cuando no se den los requisitos específicos para que el riesgo de accidente sea grave o muy grave.
- b) Casos en los que falte alguno de los requisitos descritos para ser considerado como riesgo de accidente grave.

**c) Velocidad de proyecto  $V_p$  superior a 80 km/h y existencia en las proximidades de:**

- Obstáculos, árboles o postes, de más de 15 cm de diámetro, o postes SOS.
- Elementos de sustentación de carteles de señalización o báculos de alumbrado no provistos de un fusible estructural.
- Cimentaciones o elementos del drenaje superficial (arquetas, impostas, etc.) que sobresalgan del terreno más de 7 cm.
- Siempre que la intensidad media diaria (IMD) por calzada sea superior a 1500 vehículos, los escalones y cunetas de más de 15 cm de profundidad, excepto las cunetas suficientemente tendidas.
- Desmontes, si el talud (relación H:V) es inferior a:
  - 3:1, si los cambios de inclinación transversal no se han suavizado.
  - 2:1, si los cambios de inclinación transversal se han suavizado.
- Terraplenes, si el talud (relación H:V) es inferior a:
  - 5:1, si los cambios de inclinación transversal no se han suavizado.
  - 3:1, si los cambios de inclinación transversal se han suavizado.

O, en todo caso, si el terraplén es de altura superior a 3 m.

**d) Existencia en las proximidades de un muro de sostenimiento en una carretera con velocidad de proyecto ( $V_p$ ) superior a 60 km/h y terreno accidentado o muy accidentado.**
**e) Siempre que aunque no se den los requisitos para que el riesgo de accidente sea grave o muy grave, en emplazamientos singulares con accidentes por salida de vía, tales como:**

- Nudos complejos.
- Intersecciones situadas en las proximidades de obras de paso.
- Emplazamientos con una elevada accidentalidad.

**Tabla 4.** Selección del nivel de contención recomendado para sistemas de contención de vehículos según el riesgo de accidente

RIESGO DE ACCIDENTE	IMD E $IMD_p$ POR SENTIDO	NIVEL DE CONTENCIÓN RECOMENDADO	
		BARRERAS	PRETILES
MUY GRAVE	$IMD_p \geq 5\ 000$	H3 – H4b	H4b
	$2\ 000 \leq IMD_p < 5\ 000$	H2 – h3	H4b

RIESGO DE ACCIDENTE	IMD E $IMD_p$ POR SENTIDO	NIVEL DE CONTENCIÓN RECOMENDADO	
		BARRERAS	PRETILES
GRAVE	$IMD_p < 2\ 000$	H2	H3
	$IMD \geq 10\ 000$	H1 – H2	H3
	$IMD_p \geq 2\ 000$	H2	H3
	$400 \leq IMD_p < 2\ 000$	H1	H2
NORMAL	$IMD_p < 400$	N2 – H1	H1 – H2
	$IMD_p \geq 2\ 000$	H1	H1 – H2
	$400 \leq IMD_p < 2\ 000$	N2 – H1	H1
	$IMD_p < 400$	N2	N2 – H1
	$IMD_p < 50$ y $V_p \leq 80$ km/h	N1 – N2	N2

En el presente proyecto se realiza, en primer lugar, un análisis de los márgenes de la plataforma identificando las zonas con elementos o situaciones potenciales de riesgo.

En las zonas donde se justifica la necesidad de implantar barreras de seguridad, una vez evaluado el riesgo de accidente que se pueda producir, se establece la clase y el nivel de contención necesario, en base a las tablas basadas en la norma UNE-EN 1317.

Tabla 5. Clases y niveles de contención

CLASE DE CONTENCIÓN	NIVEL DE CONTENCIÓN
Normal	N1
	N2
Alta	H1
	H2
	H3
Muy alta	H4a
	H4b

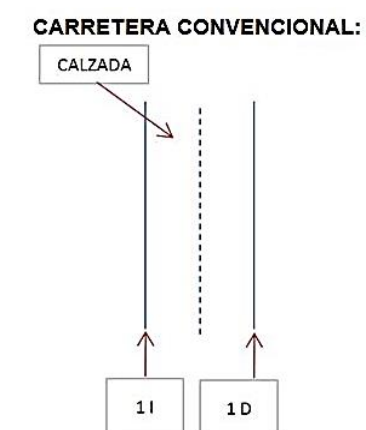
A continuación, se selecciona la **anchura de trabajo** y la **deflexión dinámica**, y por último el **índice de severidad**.

Una vez seleccionados los parámetros más adecuados en cada caso, es decir, clase y nivel de contención, índice de severidad, anchura de trabajo y deflexión dinámica, se elige el sistema a instalar.

En los apartados siguientes se desarrolla cada uno de los puntos enumerados en los párrafos anteriores.

16.4.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS CON ELEMENTOS O SITUACIONES POTENCIALES DE RIESGO

Con objeto de evaluar la necesidad de barrera y el nivel de contención, se procede en primer lugar a identificar aquellas zonas que se den en el proyecto indicando las progresivas o distancias al origen (D.O.) inicial y final, así como el margen de la calzada donde se localizan, según el croquis siguiente:



Las situaciones potenciales de riesgo que se encuentran a lo largo del trazado y el riesgo de accidente que supone cada una, se enumeran a continuación, para cada uno de los ejes proyectados en la siguiente tabla:

**Tabla 6.** Situaciones de potencial riesgo identificadas

EJE 1.- N-110		1 I		1 D		Riesgo de accidente	Clase de contención	Nivel de contención	Índice de severidad	Anchura de trabajo
Elementos o situaciones potenciales de riesgo	V <sub>p</sub>	D.O. inicial	D.O. final	D.O. inicial	D.O. final					
Caída desde estructuras y obras de paso, exceptuando obras de drenaje con altura de caída desde la calzada menor de 2 m.	< 50 km/h			0+110 (Eje 1 - M.D.)	0+090 (Eje 2 - M.D.)	Normal	Normal	H2	B	W1
Caída desde estructuras y obras de paso, exceptuando obras de drenaje con altura de caída desde la calzada menor de 2 m.	< 50 km/h			0+140	0+165	Normal	Normal	H2	B	W1
	< 50 km/h			0+230	0+250	Normal	Normal	H2	B	W1
	< 50 km/h			0+370	0+390	Normal	Normal	H2	B	W1
	< 50 km/h	0+315	0+016,86 (Eje 6 - M.D.)			Normal	Normal	H2	B	W1
Caída desde estructuras y obras de paso, exceptuando obras de drenaje con altura de caída desde la calzada menor de 2 m.	< 50 km/h	0+145	0+315			Normal	Normal	H2	B	W2

Se podrá utilizar cualquier sistema similar que cumpla con las características mecánicas exigidas en proyecto, esté homologado y disponga del marcado CE.

La instalación de sistemas de contención de vehículos estará justificada en las zonas en las que se detecte, como consecuencia de la presencia de obstáculos, desniveles o elementos de riesgo próximos a la calzada, la probabilidad de que se produzca un accidente normal, grave o muy grave, y la distancia al obstáculo o zona peligrosa sea inferior a la que se indica en la tabla:

**Tabla 7.** Criterios generales de instalación de barreras en carreteras convencionales. Distancias en metros (m).

TIPO DE ALINEACIÓN	INCLINACIÓN TRANSVERSAL DEL MARGEN H:V	DISTANCIA POR TIPO DE ACCIDENTE	
		MUY GRAVE O GRAVE	NORMAL
Recta, lados interiores de curvas, lado	> 8:1	7,5	4,5
	8:1 a 5:1	9,0	6,0

TIPO DE ALINEACIÓN	INCLINACIÓN TRANSVERSAL DEL MARGEN H:V	DISTANCIA POR TIPO DE ACCIDENTE	
		MUY GRAVE O GRAVE	NORMAL
exterior de curva de radio > 1 500 m	< 5:1	12,0	8,0

#### 16.4.4. CRITERIOS DE INSTALACIÓN

##### 16.4.4.1. Selección del nivel de contención

El nivel de contención de los sistemas se selecciona teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Riesgo de accidente (normal, grave o muy grave)
- Tráfico esperado (IMD<sub>p</sub>)
- Velocidad de proyecto (V<sub>p</sub>)
- Talud de desmonte o terraplén (H:V)
- Distancia a obstáculos

En el caso del presente proyecto, los datos son los siguientes:

**Tabla 8.** Parámetros de decisión sobre barreras en la carretera N-110

PARÁMETRO	RESULTADO
Riesgo de accidente	Normal
Tráfico esperado	93 veh/día (categoría T32)
Velocidad de proyecto (V <sub>p</sub> )	Máximo 50 km/h
Inclinación de taludes (H:V)	< 5:1
Distancia al talud	< 8,0 m

En el presente proyecto, por tanto, se selecciona como nivel de contención mínimo N2 en barreras y H1 en pretilos.

##### 16.4.4.2. Selección de la anchura de trabajo

Cuando el sistema de contención tenga por objeto proteger al vehículo del impacto con un obstáculo, se selecciona la clase de anchura de trabajo de la barrera de seguridad o pretil a disponer en los márgenes de la carretera, de manera que la distancia transversal al menos sea igual o mayor que la deflexión dinámica (W) para lo cual se tendrá en cuenta lo siguiente:

**Tabla 9.** Anchuras de trabajo según distancia al obstáculo

DISTANCIA AL OBSTÁCULO (m) $d_0$	ANCHURA DE TRABAJO NECESARIA
$d_0 \leq 0,6$	W1
$0,6 < d_0 \leq 0,8$	W2 a W1
$0,8 < d_0 \leq 1,0$	W3 a W1
$1,0 < d_0 \leq 1,3$	W4 a W1
$1,3 < d_0 \leq 1,7$	W5 a W1
$1,7 < d_0 \leq 2,1$	W6 a W1
$2,1 < d_0 \leq 2,5$	W7 a W1

Dado que el vial del nuevo tramo de la N-110 se han diseñado con una berma de 1,00 m, los sistemas de contención de vehículos que se instalen en estos presentarán un ancho de trabajo W3 a W1.

En los muros tipo 1 y 2, el espacio disponible son 0,70 m, que correspondería a una anchura de trabajo de W1 – W2.

En el muro tipo 3, el espacio disponible se ve reducido a 0,60 m, por lo que la anchura de trabajo es W1.

En el caso del nuevo puente sobre el río Jerte, debido a las dimensiones del tablero, la distancia máxima disponible son 0,6 m, por lo que la anchura de trabajo necesariamente debe ser W1.

#### 16.4.4.3. Selección del índice de severidad

Para las barreras de seguridad tan sólo se admitirán índices de severidad A y B, siendo preferible a igualdad de contención y de desplazamiento transversal durante el impacto, los de índice de severidad A sobre los B. No se admitirán sistemas de contención con índice de severidad C ( $1,4 < ASI < 1,9$ ).

Por tanto, para el presente proyecto, se selecciona el índice de severidad A en aquellos dispositivos donde es posible, y el índice de severidad B para los que presentan mayor protección.

#### 16.4.5. TIPOS DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN SELECCIONADOS

Por consiguiente, se selecciona los siguientes tipos de defensas para las situaciones descritas a continuación:

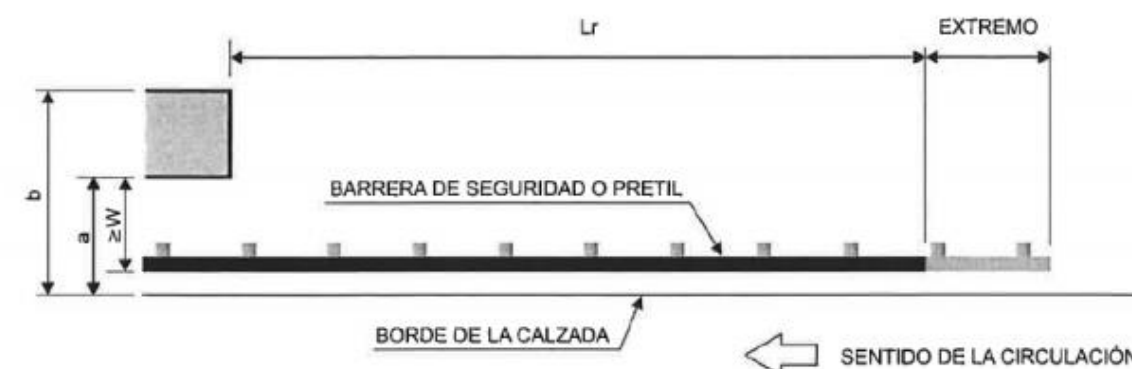
**Tabla 10.** Defensas proyectadas y justificación

ZONA	DEFENSAS PROYECTADAS	JUSTIFICACIÓN
Margen de desmonte hacia la ladera	Barrera de hormigón BH/H2/W1/B	Anchura de trabajo máxima 0,50 m
Muros tipo 1 y 2	Pretil metálico PM/H2/W2/B	Anchura de trabajo W2 Riesgo normal caída desde estructura u obra de paso
Muro tipo 3	Barrera de hormigón	Anchura de trabajo W1

ZONA	DEFENSAS PROYECTADAS	JUSTIFICACIÓN
	BH/H2/W1/B	Riesgo normal caída desde estructura u obra de paso
Margen hacia el río (excepto muros)	Barrera de hormigón BH/H2/W1/B	Anchura de trabajo máxima W1 Riesgo normal caída hacia el río Defensa de continuidad desde el puente
Nuevo puente sobre el río Jerte	Pretil de hormigón PH/H2/W1/B	Riesgo normal caída desde estructura u obra de paso Anchura de trabajo W1 Aumento de protección al peatón

#### 16.4.6. RECOMENDACIONES DE DISPOSICIÓN

##### 16.4.6.1. Anticipación del comienzo



Salvo justificación en contrario, una barrera de seguridad paralela a la carretera se recomienda sea iniciada (sin contar la longitud de anclaje) antes de la sección en que empieza la zona, obstáculo o borde de tablero, a una distancia conforme a la tabla siguiente:

DISTANCIA TRANSVERSAL A UN OBSTÁCULO O DESNIVEL	TIPO DE CARRETERA	TIPO DE CARRETERA	
		CALZADA ÚNICA	CALZADAS SEPARADAS
$a < 2$ m	b cualquiera	100	140
$a \geq 2$ m	$b \leq 4$ m	64	84
	$4 < b \leq 6$ m	72	92
	$b > 6$ m	80	100

De acuerdo con lo anterior, los sistemas de contención a disponer en el vial de la N-110, se iniciarán antes de la sección en que empieza la zona de riesgo normal, a una distancia de 100 m.

#### 16.4.6.2. Prolongación de la terminación

En el caso de calzada única, la prolongación de la terminación de la barrera para un sentido de circulación, debe ser igual a la anticipación de su comienzo para el sentido contrario.

Si entre tramos consecutivos del sistema de contención de vehículos quedaran menos de 50 m se unirán ambos tramos.

#### 16.4.6.3. Extremos

Los extremos de una barrera de seguridad no constituirán un peligro para los vehículos que choquen contra ellos; en caso contrario se protegerán como si se tratase de un obstáculo aislado. Asimismo, se dispondrán en ellos anclajes para proporcionar la resistencia a tracción o flexión que necesita para cumplir su función. La unión entre barreras de consecutivas deberá ser certificada por el fabricante o suministrador.

#### 16.4.6.4. Disposición transversal

Las barreras de seguridad se colocarán siempre fuera del arcén de la carretera y cuando la anchura de este sea inferior a 0,50 m o no haya arcén, se situarán a una distancia transversal del borde de la calzada de, al menos, 0,50 m.

La distancia entre el borde anterior más próximo al tráfico de una barrera de seguridad y el obstáculo o desnivel a proteger no será inferior a la anchura de trabajo o deflexión dinámica. En la figura siguiente se muestra la disposición transversal de la defensa respecto al arcén.

