

Elaborado por:

**GRUPO DE TRABAJO DE SEGURIDAD VIAL
DE LA MESA DE DIRECTORES GENERALES
DE CARRETERAS DE COMUNIDADES
AUTÓNOMAS Y DIPUTACIONES
FORALES COORDINADO POR LA
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE LA CARRETERA**



**Asociación
Española de la
Carretera**

**GRUPO DE TRABAJO DEL COMITÉ TÉCNICO
DE SEGURIDAD VIAL DE LA ASOCIACIÓN
TÉCNICA DE CARRETERAS**



RECOMENDACIONES SOBRE REDUCTORES DE VELOCIDAD

BANDAS TRANSVERSALES DE ALERTA

REDUCTORES DE VELOCIDAD PREFABRICADOS

PASOS DE PEATONES SOBREELEVADOS

INTRODUCCIÓN	2
CRITERIOS DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE BANDAS TRANSVERSALES DE ALERTA (bta)	3
CRITERIOS DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE REDUCTORES DE VELOCIDAD PREFABRICADOS	7
DEFINICIÓN Y CRITERIOS DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE REDUCTORES DE VELOCIDAD SOBREELEVADOS	15
GLOSARIO	23
TERMINOLOGIA DE LAS RECOMENDACIONES AUTONÓMICAS	24

Las presentes recomendaciones tratan de establecer los criterios técnicos y condiciones de instalación con que debe implantarse cualquier medida o sistema de reducción de velocidad ubicados en tramos de carretera con categoría de travesía, pertenecientes a la red de carreteras de las CC.AA. y DD.FF. Se considera también de aplicación al viario urbano en general. Asimismo, se recogen recomendaciones para la moderación de velocidad en situaciones muy concretas fuera de zona urbana.

Se incluyen, además, las características básicas de diseño, construcción e instalación de los diferentes dispositivos, así como una descripción de los puntos fuertes y débiles de cada uno de ellos.

En este documento se han clasificado los dispositivos contemplados en tres grandes grupos: Pasos sobreelevados, Bandas transversales de alerta y Elementos prefabricados de reducción de velocidad.

Antes de proceder al dimensionamiento e instalación de alguno de estos dispositivos deben tenerse presente las siguientes consideraciones:

- Por sus características de diseño, se trata de dispositivos que modifican el trazado en su alzado, por lo que a todos los efectos deben ser considerados como elementos molestos al tráfico, incluso a bajas velocidades.
- Sólo debe plantearse la instalación de alguno de estos dispositivos en aquellas ubicaciones en las que se pueda demostrar estadísticamente, o al menos constatar, que se trata de un punto de representativa accidentalidad o presencia recurrente de conflictos entre peatones y vehículos. En muchos de estos casos, la vigilancia por parte de los agentes de tráfico puede hacer innecesaria la adopción de las medidas propuestas en este documento.
- Antes de optar por alguno de los dispositivos descritos en estas recomendaciones, se debería analizar la posibilidad de utilizar otro tipo de medidas menos agresivas, como modificaciones en el trazado en planta, modificaciones de la sección transversal, tecnologías basadas en Sistemas Inteligentes de Transporte, e incluso modificaciones en el aspecto estético o visual de la propia travesía, o sus condiciones de rodadura.
- No obstante, cuando se considere necesaria la utilización de estos dispositivos, se aconseja dejar constancia documental de los motivos que justifican estas medidas.
- Aún así, cuando las condiciones recomienden optar por alguno de estos dispositivos, se debe garantizar en todo caso que tanto las condiciones de diseño, como las de instalación y mantenimiento, se ciñen a las recomendaciones de estas páginas o a las del fabricante; especialmente en lo que hace referencia a distancias de visibilidad, información de preaviso a usuario, velocidades de entrada y demás elementos característicos.
- Complementariamente, se debe desaconsejar su empleo en aquellos tramos de travesía en las que se registre un porcentaje de vehículos pesados y de transporte de viajeros por encima del 20%.
- Tampoco se recomienda su uso en aquellas travesías que presenten más de un carril en alguno de los sentidos, no considerándose en este cómputo los carriles de estacionamiento ni los de espera.

CRITERIOS DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE BANDAS TRANSVERSALES DE ALERTA (BTA)

1. INTRODUCCIÓN

La cada vez más abundante proliferación de lo que comúnmente se vienen denominando bandas sonoras, puede considerarse como una incapacidad para conseguir, por medios menos molestos, que los usuarios de ciertos tramos de carretera circulen con un régimen de velocidades adecuado a las características del mismo. La falta de reglamentación ha podido ocasionar un mal uso de estos dispositivos, y por ello se considera necesaria la elaboración de unas recomendaciones que fijen los criterios técnicos para su instalación, construcción y señalización. Máxime teniendo en cuenta lo dispuesto en el vigente Reglamento General de Circulación, en el que se contemplan por primera vez las "bandas transversales".

Su función es actuar como señal de advertencia acústica y vibratoria, y alertar a los conductores de que puede ser necesario realizar alguna acción preventiva. Dicha acción preventiva deberá deducirse de la señalización que se dispondrá en las proximidades, y que, gracias a la combinación con las bandas transversales de alerta (en adelante BTA), deberá cumplir su misión con mejores resultados.

Dado que el efecto que se pretende con las BTA no es provocar fuertes reducciones de velocidad sino incrementar la atención de los conductores que circulan sobre ellas, no parece necesario que se preavisen: ellas mismas son preaviso de otro peligro, sobre el que el conductor debe centrar la atención.

Las BTA no se deben confundir con otros dispositivos, como los "ralentizadores de velocidad", que tienen características y fines distintos, y cuentan con sus propias recomendaciones técnicas.

2. DEFINICIÓN

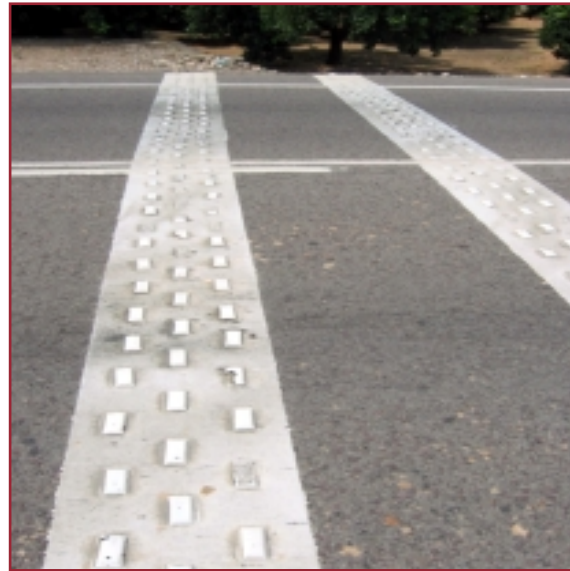
Las bandas transversales de alerta son unos dispositivos modificadores de la superficie de rodadura de la calzada, cuyo objetivo es transmitir al conductor la necesidad de extremar la atención en su aproximación a un tramo en el que existe un riesgo vial superior al percibido subjetivamente, empleando para ello la transmisión de vibraciones o ruidos derivados de su acción sobre el sistema de suspensión y amortiguación del vehículo.

3. CRITERIOS DE DISEÑO

Si bien existe gran variedad de dispositivos cuyas características y fines se ajustan al concepto expuesto, las BTA se pueden clasificar en tres grupos:

- Fresadas.- Quedan por debajo de la rasante del pavimento
- Resaltadas.- Quedan por encima de la rasante del pavimento
- A nivel.- Con distinta textura a la del pavimento, quedan sensiblemente al mismo nivel que él





3.1. Materiales

Los materiales empleados en la construcción de las bandas deberán tener una calidad suficiente para garantizar su estabilidad, unión al pavimento, indeformabilidad y durabilidad.

Se emplean, entre otros, lechadas bituminosas, mezclas de resinas con áridos, tacos o bandas de caucho, y materiales asfálticos.

3.2. Geometría

a) Altura:

Dado que en ningún caso deben suponer un peligro para la circulación, su altura máxima (o profundidad) no deberá ser superior a 10 mm. *Para esta altura la circulación sobre ellas tiene un doble efecto: por un lado transmite una suave vibración, con el resultado de un incremento de la atención del conductor; por otro lado, se genera un nivel sonoro que advierte a los demás usuarios de la vía la presencia de*

vehículos en las proximidades. Asimismo se garantiza la ausencia de molestias para los usuarios de vehículos de motor.

Se procurará que su perfil longitudinal sea trapecial, o que al menos tenga el borde de ataque redondeado.

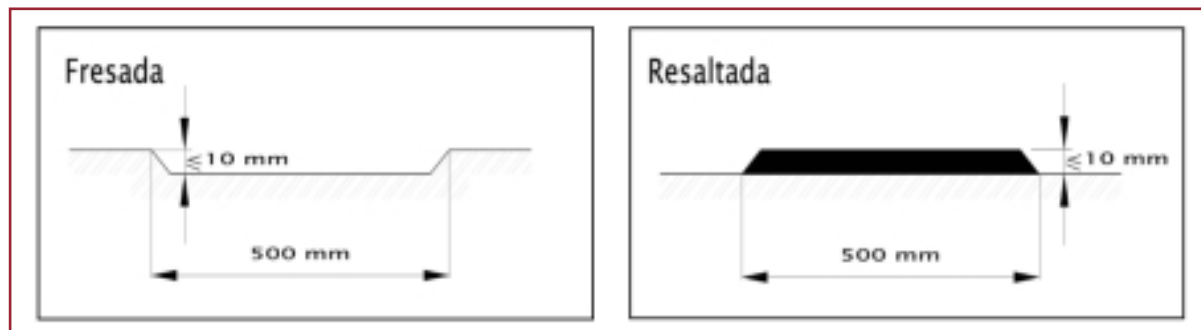
Serán preferibles las bandas resaltadas o a nivel, especialmente donde sean previsibles problemas de drenaje o encharcamiento, o en zonas de alta pluviometría.

b) Sección transversal:

Para evitar maniobras evasivas que pudieran propiciar otros problemas, las BTA deberán abarcar toda la anchura de la calzada. Se exceptúan los casos en los que la marca vial de separación de sentidos tenga resaltes; donde haya una separación física de los sentidos de circulación; donde esté prohibido el adelantamiento; o donde se considere poco probable la invasión voluntaria del sentido contrario para evitar circular sobre las BTA.

En general las BTA no se extenderán a los arcenes; en cuyo caso se recomienda que la marca vial de borde tenga resaltes. En zonas con tránsito elevado de ciclistas y sin arcén, se estudiará la conveniencia de dejar libre una franja de entre 75 y 100 cm. en el borde exterior del carril, para el paso de aquéllos.

Se recomienda que la anchura de las bandas, medida paralelamente al sentido de circulación, sea de 50 cm, según la figura adjunta. En todo caso esta longitud no será inferior a 25 cm (tamaño estándar de la huella de un camión), para que las BTA también produzcan efecto sobre los vehículos pesados.



4. CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN

4.1. Ubicación

Dado que el principal objeto de las BTA es la mejora de la seguridad de la circulación, sólo deberán colocarse donde se considera conveniente advertir al conductor que se aproxima a un lugar en el que es aconsejable una disminución de la velocidad o un incremento de la atención, como por ejemplo:

- ✓ proximidad de intersecciones conflictivas
- ✓ aproximación a curvas en las que se haya detectado peligrosidad real o potencial
- ✓ aproximación a áreas de peaje
- ✓ necesidad de cambio de carril, ya sea por disminución del número de estos o por existir un desvío temporal
- ✓ situaciones potencialmente inesperadas, tales como un cambio reciente en los dispositivos de regulación del tráfico, o donde exista una variación poco perceptible en el régimen de prioridad de la vía
- ✓ en combinación con otras medidas, para indicar el inicio de una travesía o el comienzo de una serie de medidas para calmar el tráfico.

En todo caso, deberán terminar a una distancia del elemento o circunstancia sobre el cual las BTA pretenden alertar, superior a la distancia de parada (con un mínimo recomendable de 50

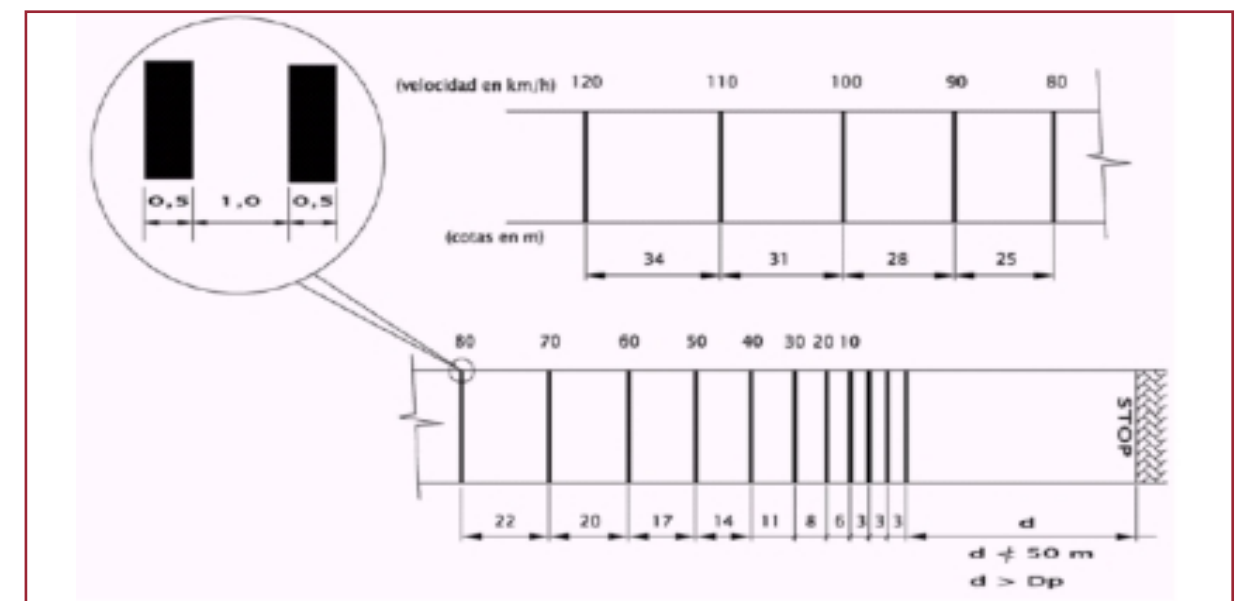
metros), con el doble objeto de que el conductor centre su atención en dicho elemento, y de que en el tramo entre las BTA y dicho elemento o circunstancia no haya una pérdida de adherencia ni de maniobrabilidad que no pueda advertir. A este respecto, en el caso de una curva, deberán finalizar las BTA antes de que empiece la curva de acuerdo (o la propia curva circular si no hubiese curva de acuerdo).

Por otro lado, para que las bandas puedan cumplir adecuadamente su función de advertencia, tampoco deberían ubicarse muy lejos de la situación de posible conflicto, con un límite máximo de 150 m de distancia de ella.

Las BTA deben instalarse solamente donde exista algún peligro y éste esté señalado, no debiendo utilizarse con una frecuencia excesiva, especialmente en un mismo itinerario, con el fin de mantener su credibilidad.

Si se prevé la instalación de BTA, debe realizarse un estudio técnico previo que incluya un análisis de los siguientes aspectos:

- ✓ el peligro
- ✓ la señalización
- ✓ las velocidades reales de los vehículos
- ✓ intensidad y composición del tráfico
- ✓ los accidentes ocurridos
- ✓ el comportamiento de los usuarios



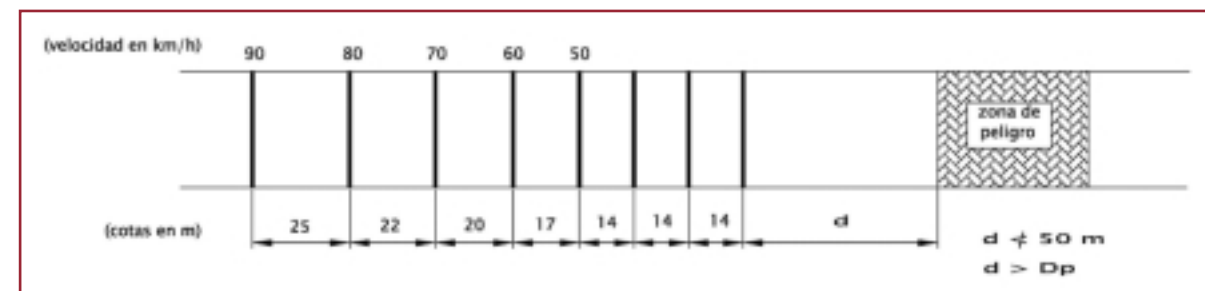
Las BTA no deberán instalarse en la proximidad de zonas habitadas, ya que pueden producir molestias a causa del ruido que ocasionan al circular sobre ellas. En caso de duda se deberá hacer previamente un análisis del impacto acústico en las viviendas cercanas.

Tampoco se recomiendan en curvas en que la combinación de las BTA, el radio y la velocidad puedan producir pérdida del control del vehículo.

4.2. Disposición longitudinal.- Separación y secuencia

Cabe distinguir dos disposiciones, según se pretenda únicamente un efecto de alerta sobre el conductor, o además, un efecto adicional de una suave reducción de la velocidad.

En este segundo caso se recomienda seguir el esquema representado, que indica la disposición de las bandas en función de la velocidad de aproximación (V_{85}) y la velocidad que se quiera conseguir al entrar en la zona de alerta. El módulo de dos bandas de 50 cm situadas a una distancia de 100 cm, puede sustituirse por una sola banda de 50 cm.



Ejemplo de reducción de 90 a 50 km/h

En las reducciones parciales de velocidad se terminará con tres tramos cuya separación sea igual a la indicada en el croquis, a la derecha de la correspondiente a la velocidad a la que se pretende que se circule por la zona de conflicto.

Cuando sólo se pretenda el efecto de alerta, se instalará un mínimo de 5 módulos, separados entre sí la distancia que se recorre en un segundo a la velocidad V_{85} , manteniendo el mismo criterio que en el caso anterior acerca de la distancia de la última BTA al elemento o circunstancia sobre el que se pretende alertar.

4.3. Señalización

Salvo casos muy especiales, y dado que las BTA no deben suponer peligro para la circulación, no requieren ser señalizadas.

CRITERIOS DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE REDUCTORES DE VELOCIDAD PREFABRICADOS

1. INTRODUCCIÓN

Se plantea la redacción de este documento para establecer recomendaciones de diseño e implantación de los reductores de velocidad prefabricados (RVP), que se han generalizado en las calles y carreteras durante los últimos años.

Las propuestas que siguen están basadas en la experiencia existente y el ensayo realizado en diciembre de 2006 para medir la aceptación de diferentes dispositivos, ruido interior y exterior generado al circular sobre ellos y aceleraciones verticales en el vehículo.

Al igual que en los otros dispositivos que se recogen en las Recomendaciones, es preciso puntualizar que la utilización de RVP no es la opción más recomendable para obligar a circular a una determinada velocidad, ya que se trata en sí mismo de un obstáculo sobre la capa de rodadura que genera no solo situaciones de incomodidad, sino distorsiones en el comportamiento general del vehículo que inducirán inseguridad al conductor.

La generalización de estos dispositivos se debe en gran medida a su bajo coste y fácil colocación, pero debe tenerse en cuenta que sólo son adecuados como solución provisional, mientras se piensan y emprenden acciones más eficaces, definitivas y menos molestas. En este sentido, no se debe descartar la utilización de otro tipo de medidas (refuerzo de la señalización, estrechamientos de calzada, plantaciones, control policial,...) que pueden conseguir este objetivo generando menos inconvenientes en términos de molestias a los vecinos, incomodidad a los vehículos especiales y reducción de seguridad para algunos usuarios, en especial los de dos ruedas.

2. DEFINICIÓN

Los RVP son unas piezas modulares con forma normalmente abombada que se utilizan como resalte en el firme para mantener una reducción de la velocidad que se haya conseguido previamente por otros medios.

El cambio de rasante provoca una aceleración vertical tanto de las masas suspendidas como de las no suspendidas del vehículo, en un grado que depende del perfil del reductor, de las características del vehículo y de la velocidad, lo que genera incomodidad a los usuarios del vehículo y ruido, de modo que el conductor opta por reducir la velocidad para circular sobre ellos.

3. CRITERIOS DE DISEÑO

3.1. CONCEPTOS PREVIOS

En el contexto de los criterios de diseño de los RVP, se consideran las siguientes ubicaciones:

- En travesías (zona urbana).
- En calles (zona urbana).

No se considera la implantación de estos dispositivos en carretera (zona interurbana), ya que no se consideran apropiados por las elevadas velocidades de circulación; la reducción de velocidad en entornos interurbanos se deberá realizar por medio de otros dispositivos. Constituye un caso excepcional la utilización de RVP en carreteras en obras, como medio para asegurar el mantenimiento de una velocidad reducida, con las limitaciones que se establecen en los próximos capítulos.

Así mismo, se debe tener en cuenta que el criterio para definir el tipo de RVP es la velocidad

a la que se quiere que circule el tráfico rodado. En este sentido, existen dos justificaciones que deben tenerse presentes:

- La limitación de velocidad a 50 km/h se debe a que para velocidades superiores, la probabilidad de atropellos con consecuencias mortales es muy elevada.
- La limitación a 30 km/h se utiliza en lugares donde se busca una convivencia permanente entre el tráfico rodado y los peatones.

3.2. MATERIALES Y CARACTERÍSTICAS

Existen RVP de diferentes alturas (3, 5 y 7 como más habituales), de varios anchos (desde 25 cm hasta 120 cm) y de distintos materiales según los fabricantes (goma natural, PVC reciclado, etc.).

El modo de sujeción a la capa de rodadura se suele hacer mediante tornillos o bien con adhesivos químicos. Para hacerlos más visibles se suelen buscar contrastes (amarillo y negro, rojo y blanco, etc.), a veces tienen elementos retrorreflectantes y algunos fabricantes tienen diseños con características antideslizantes.

3.3. GEOMETRÍA

La figura 1 permite identificar la geometría de los RVP que se expone a continuación:

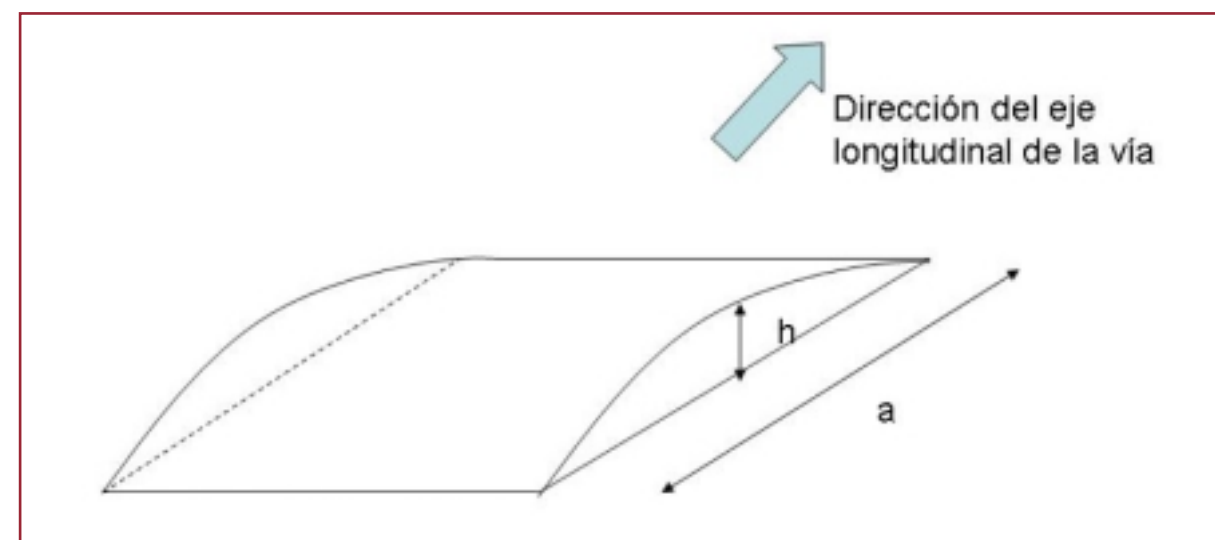


Figura 1: Croquis de los RVP

Altura

La altura del RVP viene determinada por la velocidad que se quiere hacer respetar. Para ello es necesario hacer un análisis de las velocidades de los vehículos en el tramo en estudio para poder conocer qué porcentaje supera la velocidad que marca la señalización vertical y en que horas del día se produce esta circunstancia.

Se pueden definir las siguientes situaciones:

- Velocidad máxima de **50 km/h** señalizada y que no se respeta (al menos el 30% de los vehículos circulan por el tramo a una velocidad superior a 60 km/h).

La altura máxima del RVP será de tres (3) centímetros. Los dispositivos de altura superior no se colocarán para esta velocidad.

- Velocidad máxima de **30 km/h** señalizada y que no se respeta (al menos el 30% de los vehículos circulan por el tramo a una velocidad superior a 40 km/h)

La altura máxima del RVP será de cinco (5) centímetros. En estos casos es necesario analizar el tráfico elevado de vehículos que puedan sufrir sus consecuencias en exceso (transporte público de viajeros, motocicletas, ambulancias, bomberos,...).

- En los emplazamientos en los que sea imprescindible asegurar la detención obliga-

toria del vehículo y se haya comprobado que existe una alta siniestralidad por no respetar la señalización de parada obligatoria, se podrán colocar RVP de siete (7) centímetros de altura.

Estas situaciones tendrán carácter excepcional y deberán ser objeto de un estudio exhaustivo para determinar el lugar más apropiado para la instalación del RVP; en este estudio se tendrán en cuenta los problemas que se generarán para los vehículos de emergencias.

Las recomendaciones que se incluyen en este documento no se refieren a estas situaciones excepcionales, en cuyo caso los RVP se implantarán siguiendo las conclusiones del estudio mencionado.

En el caso particular de carreteras en obras, se instalarán de acuerdo con los apartados anteriores, incluso para escalonar las reducciones de velocidad, pero siempre en casos extremos para no trivializar su uso, garantizando que se consiga una reducción previa de la velocidad de los vehículos mediante la utilización de otros medios. En este sentido, se debe tener en cuenta lo establecido por la Norma 8.3-IC (Señalización, balizamiento y defensa de obras): "el empleo de resaltes en la calzada no debe ser considerada una buena solución, sino un indicio de que la reducción de la velocidad no ha sido bien planteada. Con circulación intensa los resaltes pueden dar lugar a accidentes por alcance."

En todos los casos, previamente a la instalación se deben tener en cuenta los inconvenientes que generan este tipo de dispositivos.

Dimensiones en planta de las piezas de los RVP.

La tabla 1 recoge las recomendaciones sobre las dimensiones de las piezas de los RVP ("a" en la figura 1):

Altura "h" (cm)	"a" (cm) máximo
3	60
5	90
7	90

Tabla 1: Dimensiones recomendadas de las piezas de los RVP

Sección transversal de la vía

Para evitar maniobras evasivas que pudieran propiciar otros problemas, los RVP deberán abarcar toda la anchura de la calzada.

Se exceptúan los casos en los que la marca vial de separación de sentidos tenga resaltes; donde haya una separación física de los sentidos de circulación; donde esté prohibido el adelantamiento; o donde se considere poco probable la invasión voluntaria del sentido contrario para evitar circular sobre los RVP.

En general los RVP no se extenderán a los arceles, en cuyo caso se recomienda que la marca vial de borde de calzada tenga resaltes. En zonas con tránsito elevado de ciclistas y sin arcén, se estudiará la conveniencia de dejar libre una franja de entre 75 y 100 cm en el borde exterior del carril, para el paso de aquéllos.

4. CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN

El objetivo de los RVP es mantener una velocidad previamente reducida por otros medios. Las recomendaciones sobre criterios de implantación que se incluyen en este apartado deben tener en cuenta los múltiples inconvenientes que se derivan de su implantación, que se incluyen en estas recomendaciones.

4.1. EMPLAZAMIENTOS ACONSEJABLES

Los RVP se podrán colocar, con las limitaciones establecidas en estas recomendaciones, en los siguientes emplazamientos:

- Calles o travesías según la definición dada a estos tramos por la normativa a aplicar en cada Administración.
- A la entrada de las zonas residenciales calificadas como zonas 30.
- En las zonas de obras; en este caso se recomienda la utilización de BTA para avisar de la necesidad de reducir la velocidad antes de llegar al tramo donde se hayan instalado los RVP.

Las zonas urbanas en las que se instalen los RVP deberán estar suficientemente iluminadas; en el caso de las zonas de obras, es recomendable que exista iluminación suficiente.

4.2. EMPLAZAMIENTOS NO ACONSEJABLES

Los RVP no se deberán colocar en los siguientes emplazamientos:

- Tramos no urbanos.
- Tramos con pendientes superiores al 5%.
- Tramos con Intensidad Media Diaria superior a 5.000 vehículos o una Intensidad Media Diaria de pesados superior a 500 vehículos.
- En las proximidades de los puentes u otras obras de fábrica singulares (se evitará su instalación en los 25 metros anteriores y posteriores).
- En tramos habitualmente utilizados por vehículos de emergencias, a no ser que exista acuerdo con los gestores de los correspondientes servicios.
- En general, emplazamientos en los que no se haya garantizado la circulación a una velocidad previamente reducida por otros medios.

4.3. DISPOSICIÓN LONGITUDINAL

La instalación del primer RVP se deberá realizar, como máximo, a 30 metros del tramo en el que se precise una velocidad reducida y como mínimo a 10 metros.

Para garantizar el mantenimiento de una velocidad reducida en un tramo, siempre que no se instalen otro tipo de dispositivos, como los pasos para peatones sobreelevados u otras medidas, se deberán instalar RVP en intervalos de entre 50 y 150 metros, si no hay ninguna otra sección conflictiva en estos intervalos y se pretenden evitar grandes acelerones seguidos de frenazos.

Previamente a la instalación de RVP (una vez que se haya considerado que el resto de las medidas existentes no son de aplicación), se debe hacer un análisis específico de los siguientes aspectos:

- Velocidades reales de circulación en el tramo o itinerario.
- Reducción de velocidad que se pretende mantener.

- Intensidad y composición del tráfico de todo tipo (vehículos ligeros, pesados, servicios de emergencias, bicicletas, ciclomotores y motocicletas).
- Problemas de seguridad que se han presentado.
- Previsión del comportamiento de los usuarios.
- Proximidad de zonas residenciales y posibles problemas de ruido.
- Posibles modificaciones en los flujos de tráfico para evitar itinerarios con RVP.
- Garantías de visibilidad de los RVP para todo tipo de usuarios.
- Pendientes del tramo (no es lo mismo frenar en pendiente que en rampa).
- Proximidad de cruces (el RVP entorpece la maniobra de entrada o salida a la vía).
- Otros aspectos de interés.

Se recomienda la consideración de las ventajas e inconvenientes de los RVP que se incluyen en los siguientes capítulos.

4.4. SEÑALIZACIÓN

La presencia de RVP se señalará cuando exista un único dispositivo o al comienzo de una serie de varios, a una distancia entre 25 y 50 metros, según el siguiente esquema:

- Una señal P-15 a de advertencia de resalte.
- Un panel complementario S-800 que indique la distancia a la que se encuentra el primer RVP.

En los emplazamientos en los que existan problemas de percepción o visibilidad de los RVP se estudiará la instalación de elementos de balizamiento o señalización adicional.

Así mismo, se debe garantizar que los RVP tengan material retrorreflectante que favorezca la visibilidad de los dispositivos.

El esquema de señalización para RVP de altura 3 y 5 centímetros se incluye en la figura 2:

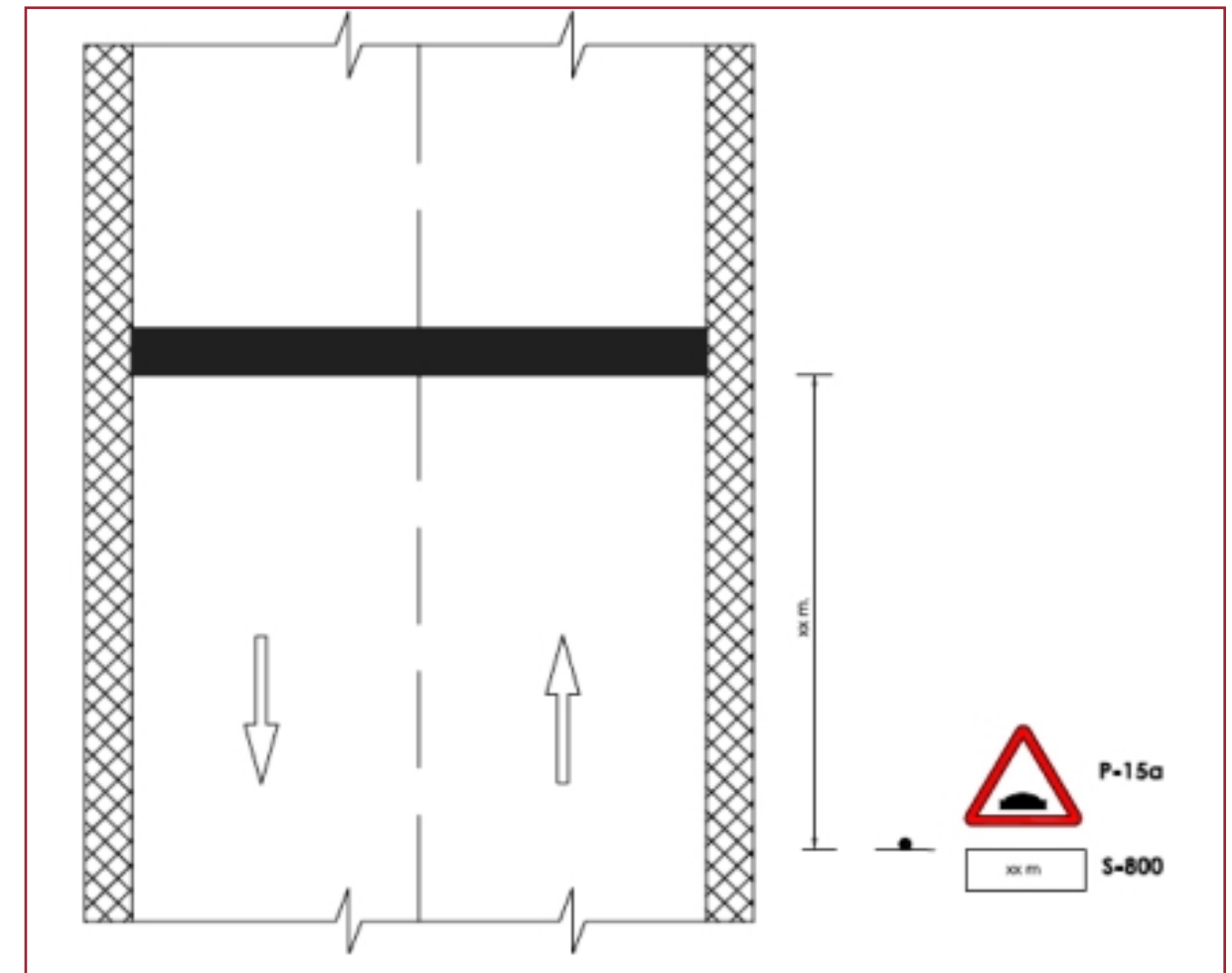


Figura 2: Esquema de señalización propuesto para RVP de altura 3 y 5 centímetros

5. CONSIDERACIONES ADICIONALES SOBRE LOS RVP

5.1. INCONVENIENTES

Entre los numerosos inconvenientes de los RVP, cabe citar los siguientes, que deberán tenerse en cuenta a la hora de plantear su implantación en los emplazamientos para los que están recomendados si no existe otra medida alternativa:

• Problemas generados por el ruido de los vehículos al pasar por los RVP.

El nivel de ruido dependerá de la intensidad media diaria de tráfico, del tipo de vehículo que circule y de la velocidad.

Los ensayos realizados ponen de manifiesto que se podrían incumplir las normativas

municipales de ruido, por lo que sería necesario realizar una medición y un informe previo para garantizar que no se producen irregularidades en este sentido.

Un informe realizado por la empresa Acusmed para la Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras del Principado de Asturias pone de manifiesto que el tráfico que circula sobre las bandas transversales de alerta (BTA) produce altas molestias a 5 y 15 metros de distancia de la fuente emisora, resulta molesto a 25 metros y a partir de 50 metros empieza a reducirse a baja molestia y molestia muy baja a 75 metros. Aunque se trata de un estudio realizado sobre bandas transversales de alerta, de estas conclusiones se deduce que los ruidos que se generan con los RVP serán mucho mayores ya que el ruido no se pro-

duce solo por el contacto rueda-BTA sino que hay que añadir el que produce el vehículo en su conjunto (su amortiguación, sus cargas, etc.).

- **Generación de fuertes aceleraciones verticales en los vehículos.**

Los ensayos realizados han permitido identificar que se producen fuertes aceleraciones verticales en los vehículos, tanto en el impacto con el RVP como en el rebote originado por la caída.

Si bien el posible efecto negativo sobre los vehículos es difícil de cuantificar, estas aceleraciones pueden suponer un problema para los vehículos, tanto mayor cuanto peor sea su suspensión, problema que se intensifica en los vehículos pesados.

- **Separación de la rueda y el pavimento.**

En los ensayos se ha corroborado que se produce, en algunos tipos de vehículos, especialmente las furgonetas, y las motos,

un despegue entre la rueda y el pavimento, que puede generar problemas de seguridad por pérdida de control del vehículo. Esto obliga a disponer el RVP a una distancia de la sección de estudio tal que el vehículo tenga espacio para recuperar totalmente su estabilidad; en el apartado 4.1. ya se hace referencia a esta distancia mínima. Como ejemplo, se puede citar un paso de peatones con RVP tan próximo que el vehículo, al frenar, aumenta la longitud de frenado por ser el contacto de la rueda irregular; esta situación, que se muestra en la fotografía 1, es totalmente rechazable.

- **Inconvenientes para camiones.**

Estos dispositivos resultan especialmente molestos para los vehículos pesados de transporte de mercancías, cargados y en vacío, porque generan una mayor incomodidad a sus usuarios y, además, un mayor nivel sonoro al circular sobre ellos, provocando molestias a los vecinos.



Fotografía 1

- **Inconvenientes para autobuses y autocares.**

En el caso de los vehículos de transporte colectivo de viajeros, además de las molestias habituales propias de los vehículos pesados, se pueden generar problemas de seguridad para los pasajeros que viajan en ellos.

- **Inconvenientes para los vehículos de emergencia.**

Además de los problemas citados para los vehículos pesados, en el caso de los vehículos de emergencia se pueden producir problemas graves de seguridad de los pacientes transportados en ambulancias o en vehículos contra incendios que deben circular a velocidad superior a la establecida en la zona.

- **Problemas para bicicletas, ciclomotores y motocicletas.**

Los ciclomotores y motocicletas resultan especialmente sensibles a los RVP. Al circular sobre ellos, es frecuente que se produzca una separación de la rueda y el pavimento, con los consiguientes problemas de seguridad que se pueden producir, tanto en la frenada como en el mantenimiento del equilibrio. En el caso de los ciclistas, los RVP resultan especialmente molestos.

Además, en vehículos de dos ruedas se produce un fenómeno que resta efectivi-

dad a los RVP: el efecto de los dispositivos es superior a velocidades bajas que a velocidades medias, por lo que es frecuente que los motociclistas aceleren al llegar a ellos para pasar por encima a velocidades del entorno de los 40 km/h, en las que resultan menos molestos.

- **Maniobras evasivas de los conductores.**

Ante la generalización de este tipo de dispositivos, frecuentemente no instalados a lo largo de toda la calzada, muchos conductores tienden a invadir el sentido contrario de circulación, si las circunstancias del tráfico lo permiten, para eludir la incomodidad que les provoca. Esta circunstancia añade a la maniobra un riesgo que se podría minimizar con una mayor presencia de la autoridad competente en tráfico.

- **No se deben utilizar en zonas de riesgo de nevadas**

Estos dispositivos dificultan los trabajos de vialidad invernal. Su instalación en zonas de frecuentes nevadas deberá ir asociada a balizas que permitan su identificación.

- **Facilidad para su retirada.**

Las ventajas que derivan de la fácil instalación de estos dispositivos van aparejadas a los inconvenientes de su fácil desinstalación, para la que no se precisan equipos especiales, por lo que resulta relativamente



Fotografía 2

frecuente que los propios vecinos los desinstalen.

Los sistemas de sujeción (normalmente tornillos) se aflojan con relativa facilidad por el simple paso de los vehículos por encima de ellos (ver fotografía 2), lo que exige una vigilancia adicional de su estado de conservación para evitar que se suelten las piezas, lo que a su vez constituiría un nuevo problema.

- **Utilización de nuevos itinerarios para evitar los RVP.**

Ante la instalación de RVP en un determinado itinerario, es frecuente que se produzca una migración de una parte del tráfico a nuevos itinerarios donde no existen medidas de reducción de la velocidad, lo que puede generar tráfico no previstos en zonas que pueden ser incluso más vulnerables, provocando graves problemas de seguridad.

5.2. VENTAJAS.

Complementariamente, se pueden citar algunas ventajas de estos dispositivos:

- **Efectividad.**

Superados los inconvenientes anteriores, en muchos emplazamientos se consigue reducir la velocidad tras la instalación de RVP.

- **Rápida instalación y retirada.**

La instalación de estos dispositivos es fácil y rápida, así como su retirada en caso de que se considere necesario eliminarlos.

- **Reducido coste.**

El coste de estos dispositivos es reducido, respecto a otras medidas.

- **Versatilidad**

Los RVP se adaptan a cualquier ancho de vía, son resistentes a cargas elevadas y condiciones climáticas adversas, excluyendo expresamente las zonas con nevadas.

6. CONCLUSIÓN.

Los RVP deben contemplarse como una solución de carácter excepcional y provisional, mientras se busca otra solución definitiva que minimice los múltiples inconvenientes que presentan.

DEFINICIÓN Y CRITERIOS DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE REDUCTORES DE VELOCIDAD SOBREELEVADOS

1. INTRODUCCIÓN

Los problemas derivados de las velocidades inadecuadas en las travesías y tramos urbanos, provocados generalmente por la falta de respeto a la señalización vertical existente, han ocasionado la demanda y proliferación de dispositivos reductores de velocidad, consistentes en elevar un poco un tramo corto de la calzada, con el fin de obligar a los conductores a disminuir su velocidad o, en todo caso, a mantenerla dentro de unos límites que garanticen una circulación más segura para los peatones, aunque bastante incómoda para los conductores de vehículos a motor de todo tipo.

Dentro de estos dispositivos se ha popularizado en ciertas áreas geográficas la construcción de pasos para peatones o "pasos de cebra" sobre elevados como medida efectiva que reduce la velocidad en los tramos donde se instalan.

Se pretende mediante las presentes recomendaciones, regular unos dispositivos cuya función debe ser siempre la de mantener una velocidad ya moderada previamente y cuya instalación debe ser el último paso después de analizar la posibilidad de adoptar medidas menos agresivas, como las modificaciones de trazado en planta, en la sección transversal o incluso modificaciones en el aspecto de la propia travesía.

2. DEFINICIÓN

Los reductores de velocidad sobre elevados son dispositivos que modifican en un tramo muy corto la rasante de la carretera, con unos pocos centímetros de altura y de varios metros de longitud en el sentido de la marcha, con el objetivo de provocar aceleraciones verticales al vehículo y a su conductor con el

fin de que mantenga una velocidad adecuada al entorno que atraviesa.

Se distinguen los siguientes tipos de reductores de velocidad sobre elevados:

- a) Pasos para peatones sobre elevados
- b) Lomos
- c) Mesetas
- d) Otros.

2.1. Pasos para peatones sobre elevados

Como su nombre indica, consisten en elevar la superficie que ocupa un paso para peatones o "paso de cebra", a una altura de escasos centímetros sobre la calzada y que dispone de unas rampas de acceso a la sobre elevación.

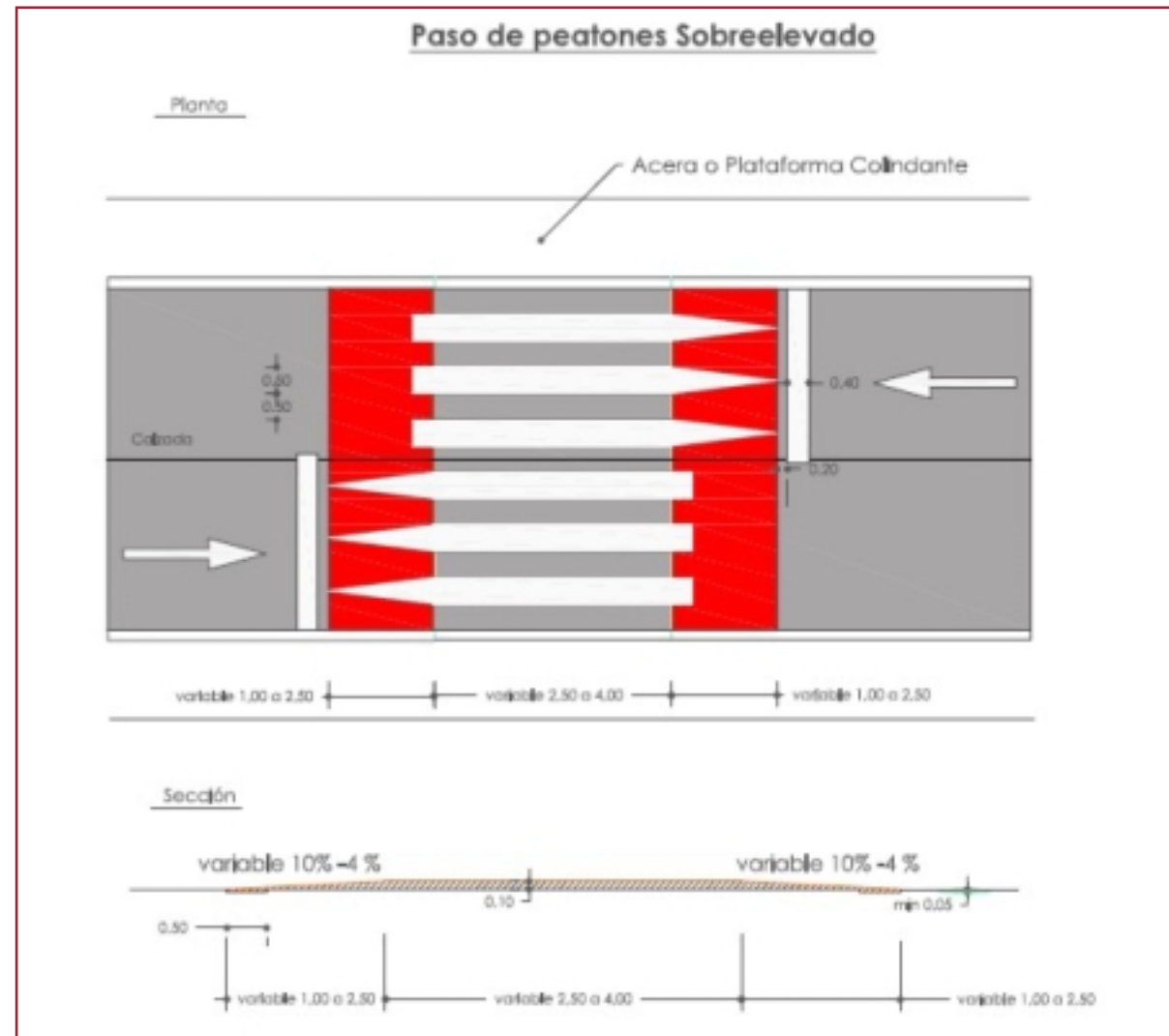
Su emplazamiento debe limitarse, única y exclusivamente a los lugares donde efectivamente exista o se diseñe o planifique en la ordenación viaria correspondiente, un paso para peatones.

2.1.1 Geometría

Los pasos para peatones sobre elevados constarán de una zona sobre elevada plana y dos tramos en pendiente, llamadas rampas, formando en sentido longitudinal de la carretera un trapecio.

La parte elevada tendrá una longitud comprendida entre 2,50 y 4,00 metros, salvo casos excepcionales y una altura máxima de 10 cm sobre la rasante de la calzada.

Las rampas de acceso dispondrán de una pendiente del 4 %, que podrá elevarse hasta el 10 % para garantizar limitaciones de velocidad a 30 Km/h o inferiores (zonas residenciales)



VELOCIDAD (KM/H)	Longitud Rampa (m)	Pendiente (%)
50	2,50	4,00
40	1,50	7,50
30	1,00	10,00

Los pasos para peatones sobreelevados deberán tener continuidad con la rasante de las aceras colindantes, por lo que si éstas disponen de una altura superior a 10 cm deberán rebajarse y crear unas zonas de transición.

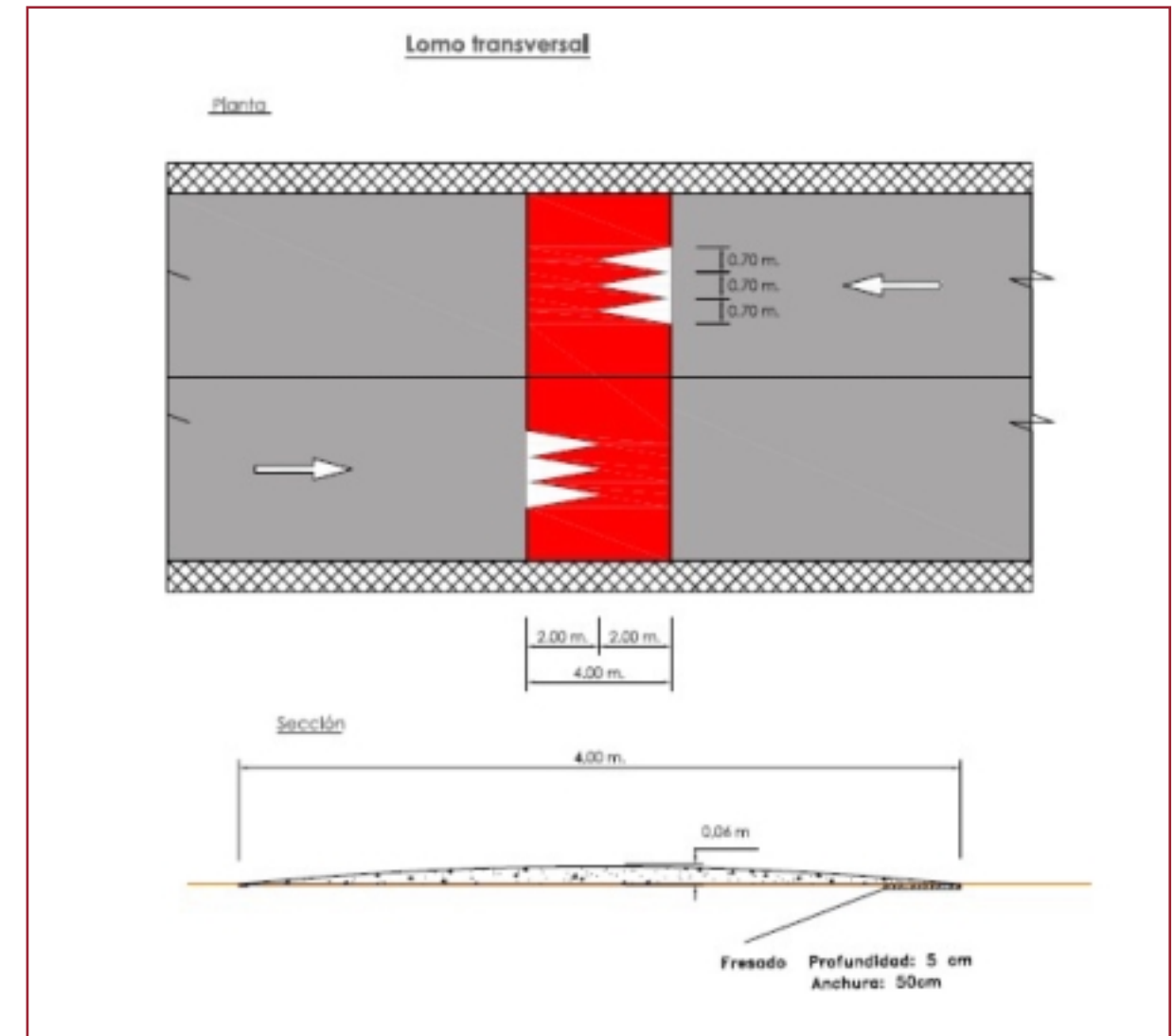
2.2. Lomos

También llamados lomos de asno, consisten en una elevación de la rasante de la calzada, mediante un perfil curvo, diseñado específicamente para mantener una veloci-

dad reducida en aquellos tramos donde no sea aconsejable disponer de pasos para peatones sobreelevados, bien por la inexistencia de pasos existentes de peatones o bien por la ausencia de tramos urbanizados en los márgenes de la carretera o por otra circunstancia especial

2.2.1. Geometría

La altura máxima en el punto central será de 6 cm y la longitud mínima será de 4,00 metros



2.3. Mesetas

Son sobreelevaciones de la calzada constituidas por una coronación plana central en la que la altura máxima del dispositivo se mantiene constante respecto a la rasante de la calzada. Los accesos a la zona elevada se materializan mediante rampas de pendiente constante

Por su configuración suponen una alternativa a los lomos, teniendo además como ubicación más idónea las intersecciones donde se pretenda establecer una velocidad muy reducida

2.3.1. Geometría

La altura máxima de la zona plana será de 10 cm en toda su superficie

Las rampas de acceso seguirán los mismos criterios establecidos para los pasos para peatones sobreelevados.

2.4. Otros

Dentro de este apartado se incluyen otros dispositivos que son pequeñas variantes de los anteriores; como las almohadas que son lomos con discontinuidades transversales de anchura entre 20 y 30 cm, con el fin de que ciertos vehículos no se vean afectados (como los pesados o los de dos ruedas).

3. CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN

- En calles o travesías y tramos cuyo régimen de circulación, tráfico y usos sean similares al de estas.

- b) En curvas de radio inferior a 200 m., se instalarán a una distancia mínima de 40 m de la curva.
- c) De forma perpendicular a la carretera ocupando la totalidad de la misma, es decir, incluyendo ambos carriles de circulación, incluso los arcenes o zonas de aparcamiento si los hubiere (salvo en el caso de almohadas).
- d) En general la separación entre dispositivos sobreelevados no será inferior a 50 m ni superior a 150 m.

Limitaciones

No se instalarán, salvo estudio donde se justifique técnicamente su idoneidad, en los siguientes casos:

- a) Tramos no urbanos
- b) Tramos con pendientes superiores al 5%
- c) Tramos con I.M.D superior a 5.000 veh/día o una I.M.D de pesados superior a 500 veh/día
- d) A una distancia inferior a 50 m del comienzo de una travesía
- e) En puentes, u otras obras de paso singulares
- f) En calzadas con más de dos carriles de circulación, salvo que exista mediana de separación de calzadas.
- g) En tramos de travesía habitualmente utilizados por vehículos de emergencias, a no ser que exista acuerdo con los gestores de los correspondientes servicios.

4. MATERIALES

Los materiales para la construcción de estos dispositivos deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Adecuada resistencia al deslizamiento, con valores de CRT superiores a 0,45 durante su vida útil
- Adecuada resistencia a la acción de las cargas de tráfico
- Adecuada estabilidad, indeformabilidad, durabilidad

Los materiales que cumplen estas condiciones son el hormigón vertido in situ, las mezclas asfálticas y los prefabricados de hormi-

gón tipo adoquín o similar y algunos materiales pétreos.

Se deberán tener en cuenta las dificultades que supone la obtención de una geometría ajustada a lo indicado en este documento si se utilizan mezclas asfálticas.

Asimismo, existen en el mercado elementos prefabricados formados por piezas de caucho o similar, anclados a la calzada mediante tornillería

5. DRENAJE

Se debe garantizar el drenaje de las aguas que circulan por la calzada de forma que no se produzcan retenciones de agua o encharcamiento en los extremos del ralentizador. Entre las posibles soluciones se recomiendan los siguientes:

- Captación de aguas pluviales mediante sumideros colocados en cada uno de los laterales de los carriles, en las proximidades del borde ubicado a mayor cota del ralentizador.
- Ejecución, a lo largo de los laterales del paso sobreelevado, de conductos que garanticen la evacuación de las aguas, evitando en todo caso discontinuidades entre el ralentizador y la acera que puedan suponer obstáculo para el cruce peatonal o peligro para los vehículos que circulen por la travesía.

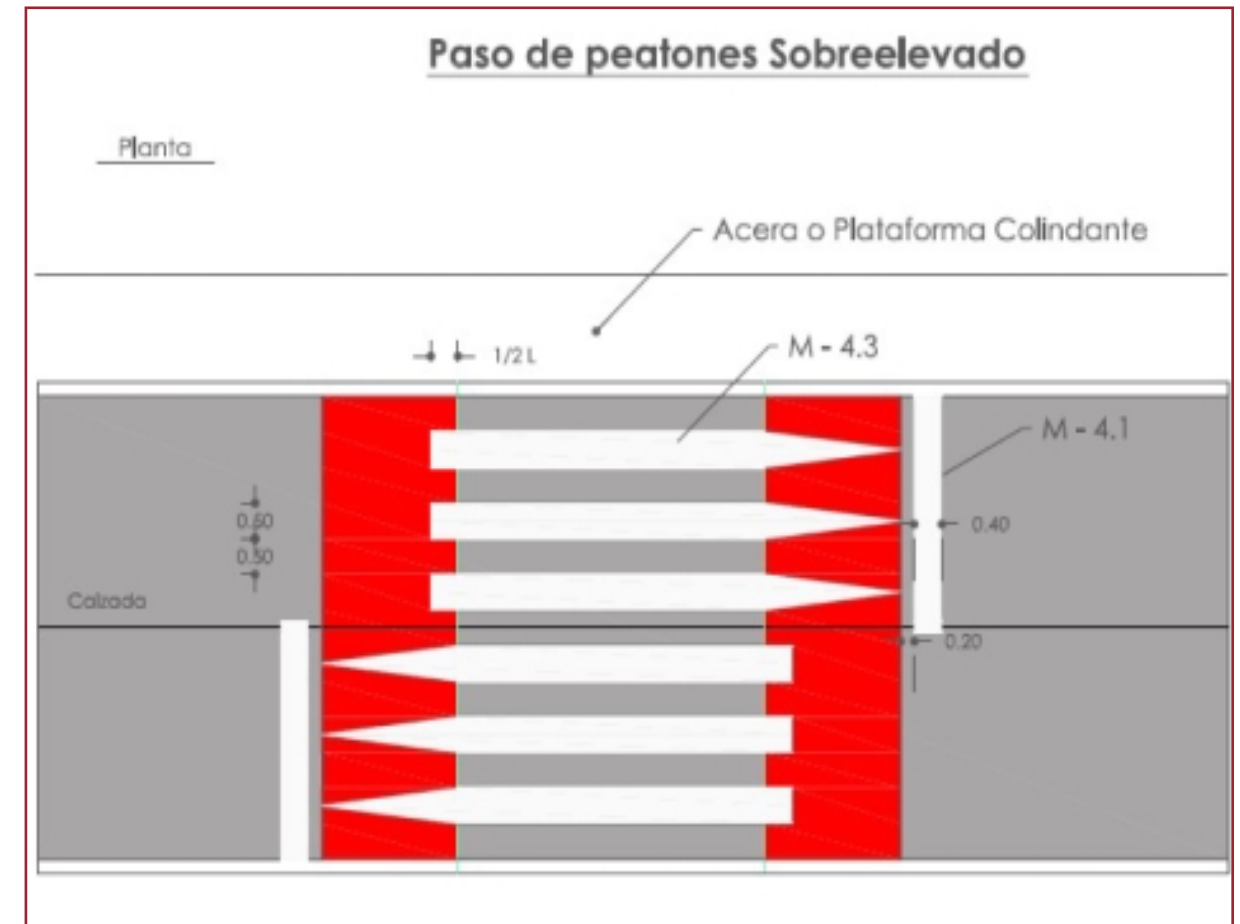
6. ANCLAJE

Se deberá garantizar un adecuado anclaje a la calzada. Para ello se recomienda un fresado en los bordes de ataque de las rampas de una banda de ancho mínimo de 50 cm y una profundidad mínima de 5 cm.

7. SEÑALIZACIÓN

El principio básico de la señalización de estos dispositivos, al ser elementos que sobresalen de la calzada, debe ser garantizar su máxima visión y percepción. Por lo que es aconsejable la utilización de dibujos y elementos no habituales en la calzada, con el fin de llamar la atención de los conductores y les adviertan de lo que se van a encontrar sobre la misma.

Tanto en la travesía como en el entorno de los ralentizadores se dispondrá la señalización que a continuación se detalla, con el objeto



de garantizar los objetivos de mejora de la seguridad de la circulación que se persigue con estos dispositivos.

7.1. Señalización horizontal

7.1.1. Paso peatonal sobreelevado

La parte horizontal del paso, es decir el paso de peatones estricto, se pintará según lo dispuesto en el Reglamento General de Carreteras y las rampas se pintaran preferiblemente de color rojo, aunque puede utilizarse cualquier otro color que ofrezca buena relación de contraste con el color blanco.

Las franjas longitudinales a la marcha se prolongarán en forma de punta de flecha en la zona de las rampas de acceso hasta el inicio de la rampa, donde se situará el vértice de la punta de flecha.

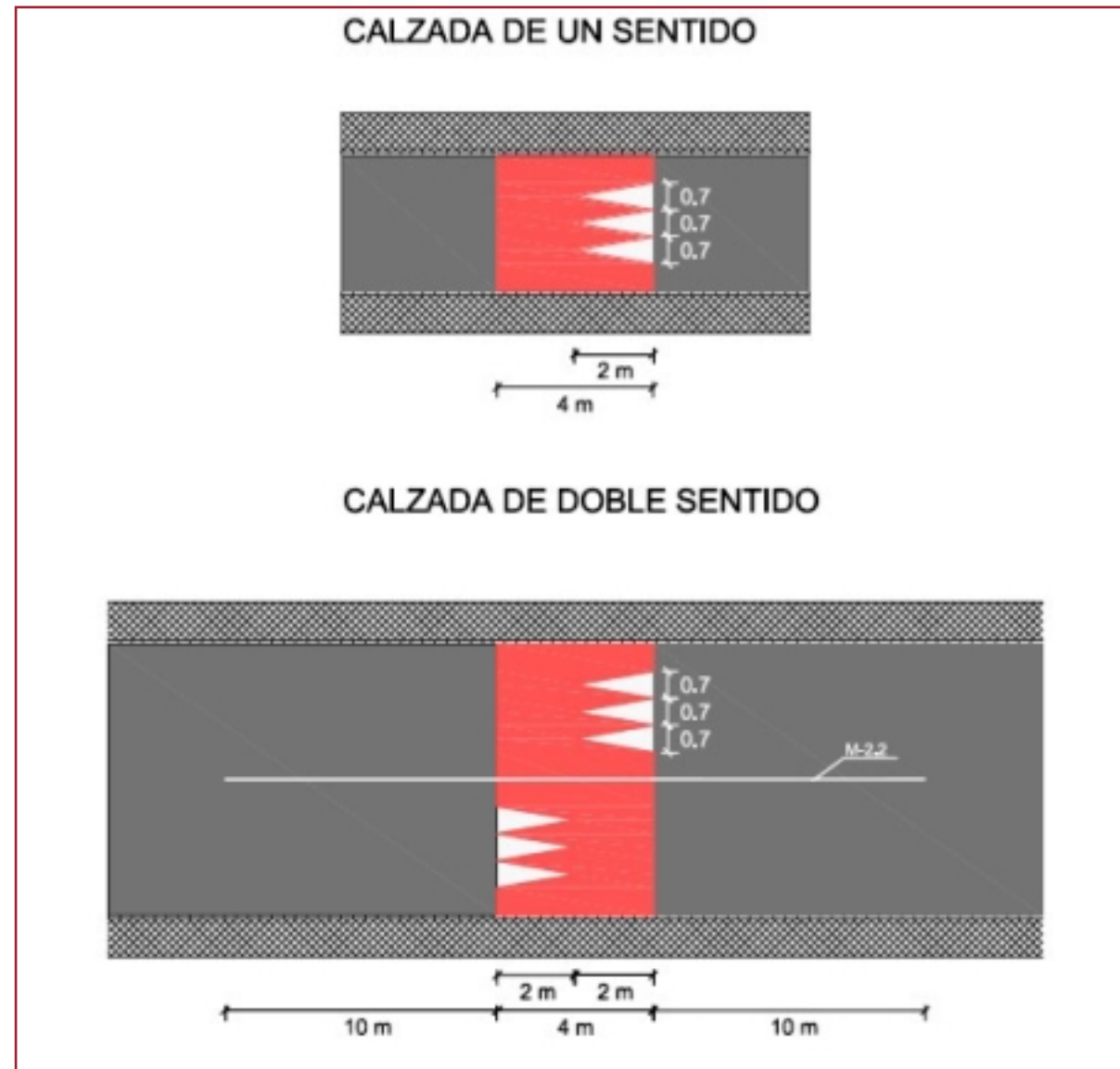
Se pintarán dos bandas blancas de 40 centímetros de anchura (M-4.1), de forma transversal a la calzada, 20 cm antes del inicio de las rampas del paso.

La calidad de la pintura garantizará tanto su durabilidad como el nivel de adherencia exigido en la normativa de carreteras.

Para garantizar la adecuada adherencia de toda la superficie que constituye el ralentizador, existen en el mercado productos que aplicados superficialmente aumentan el CRT

7.1.2. Lomo

Los ralentizadores de este tipo no se emplearán como paso para peatones. La señalización está constituida por 3 triángulos blancos realizados sobre la parte ascendente del lomo (ver figura adjunta)



Cuando la calzada es de doble sentido, conviene materializar a lo largo de los lomos una línea axial continua de tipo M-2.2 sobre, al menos, una decena de metros a cada lado.

de advertencia de resalto y P-20 de peligro peatones con un cajetín superior S-800 con el texto "TRAVESÍA".

7.2. Señalización vertical

Estas recomendaciones contemplan tres tipos de señalización vertical: de entrada a la travesía, de advertencia y de situación.

7.2.1. Señalización a la entrada de la travesía

En las entradas a la travesía, en la misma sección donde se ubique la señal de poblado S-500, o en sus inmediaciones, se colocará un cartel en el que se incluirá la señal P-15a

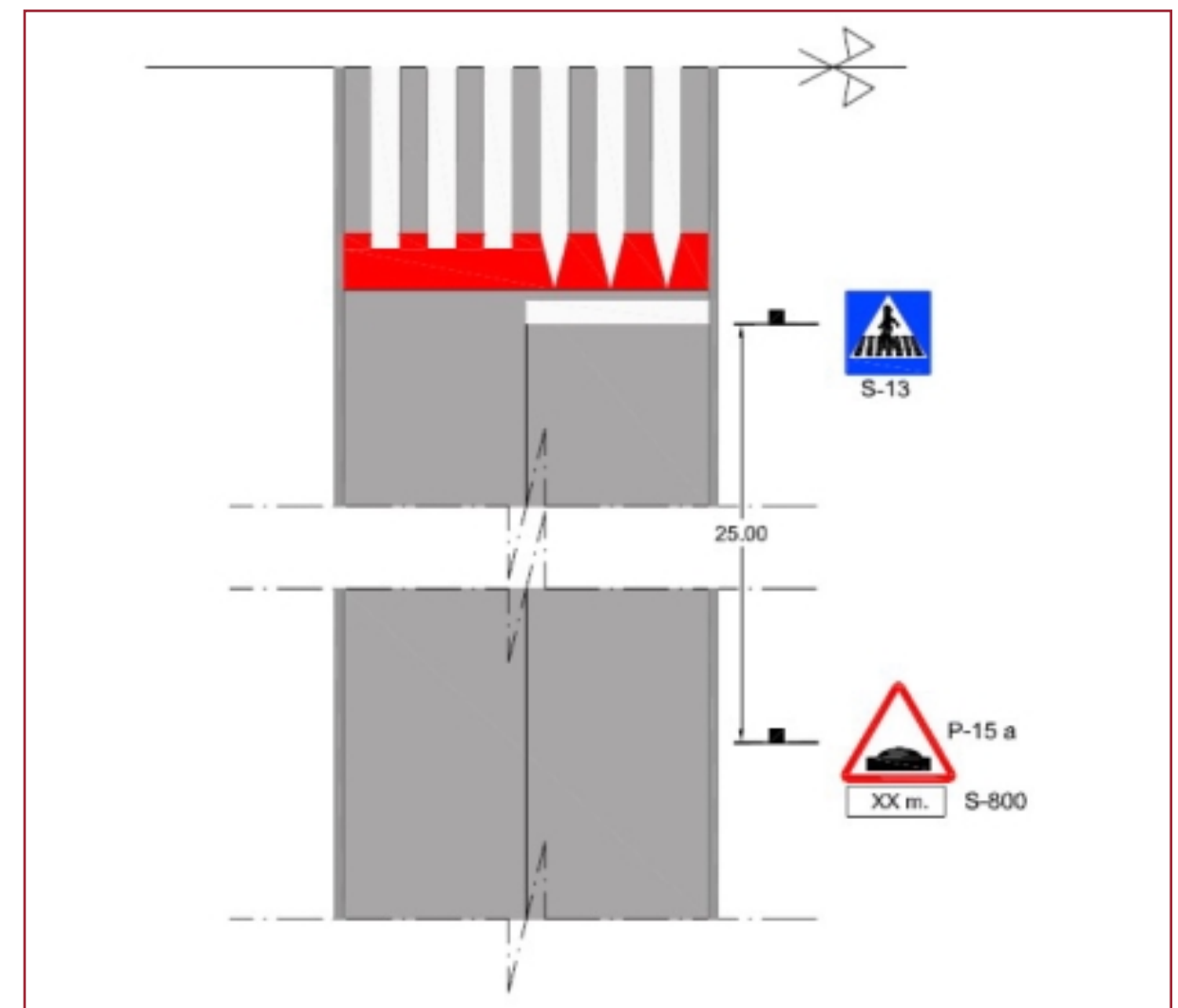
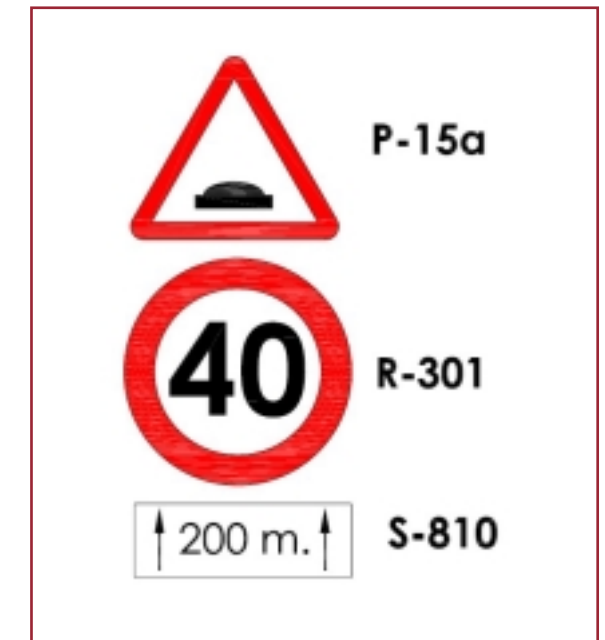


Cuando el tramo de actuación no abarque toda la travesía, al principio de dicho tramo se colocarán en un mismo poste la señal R-301 de limitación de velocidad, la señal P-15a de advertencia de resalto y un panel complementario S-810 que indique la longitud total del tramo.

7.2.2. Señalización de advertencia

Cuando se considere necesario, se preseñalará mediante la señal P-15a colocada 25 m antes del paso peatonal (o la distancia que corresponda).

Si en uno o más pasos sobreelevados fuese necesario limitar la velocidad a un valor diferente al vigente en el tramo, se colocará, en el mismo poste y a la misma distancia, la señal R-301.



7.2.3. Señalización de situación

7.2.3.1. En paso peatonal

Se situará inmediatamente antes del paso una señal S-13 de paso peatonal (Ver figura anterior).

En caso de que se considere que esta señal pueda no ser percibida con la suficiente antelación, se estudiará la conveniencia de disponer la señal S-13 en báculo, incluso con señalización luminosa destelleante, con el objeto de que se pueda percibir desde mayor distancia.

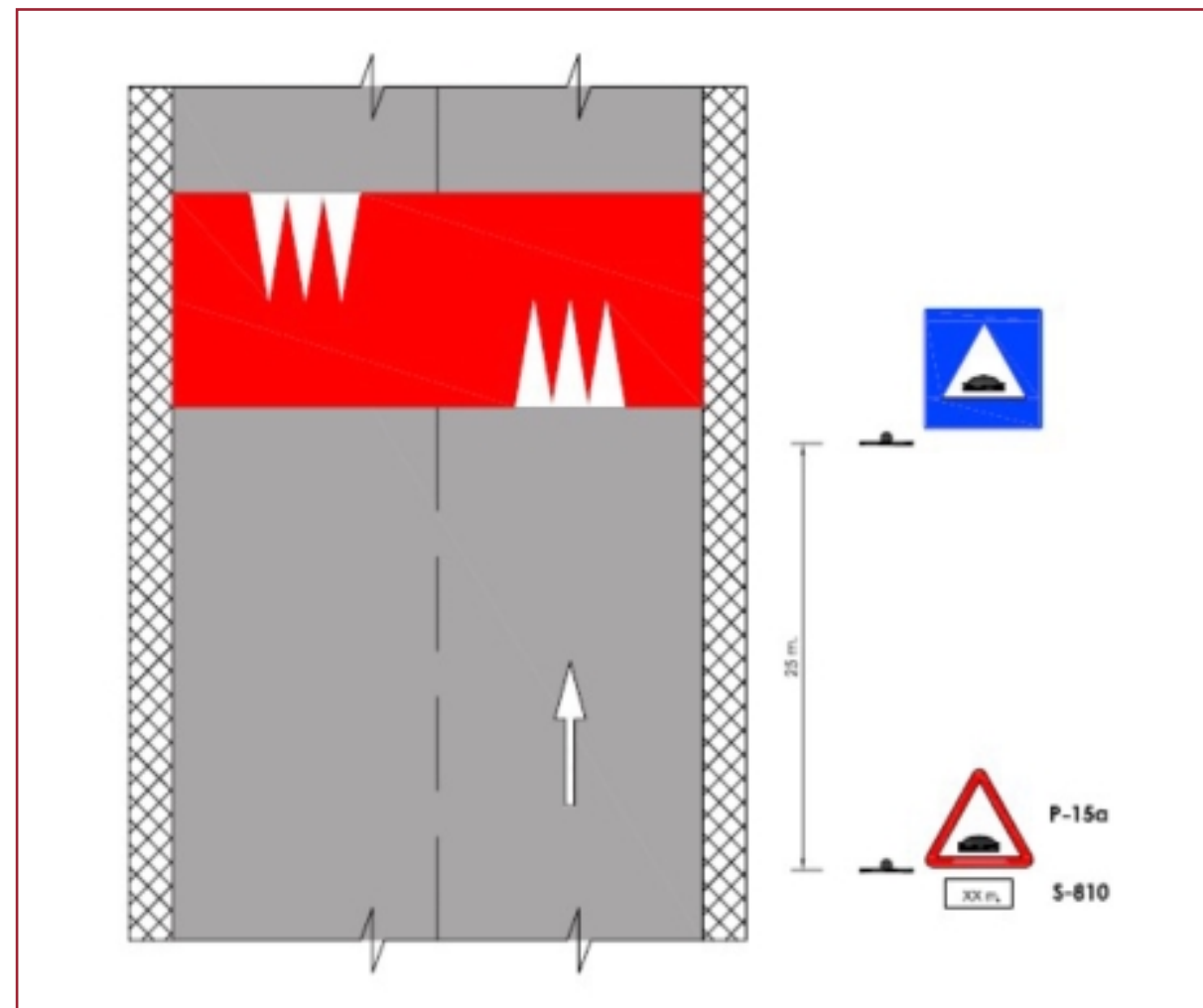
7.2.3.2. En lomo

Se colocará una señal P-15a inscrita en un rectángulo de fondo azul indicando la posición de cada ralentizador con un cajetín que indique "atención resalto" (Ver figura anterior).

8.- ILUMINACIÓN

El ralentizador deberá contar con iluminación nocturna, a los efectos de garantizar su visibilidad y localización, así como la detección de peatones, en su caso, por parte de los conductores.

En caso de que exista iluminación en toda la travesía, se recomienda reforzar la situada sobre los pasos para peatones; por ejemplo, con mayor intensidad, con distinto color, etc..



GLOSARIO

Almohadas: Lomos con discontinuidades transversales de anchura entre 20 y 30 cm, con el fin de que ciertos vehículos no se vean afectados.

Bandas transversales de alerta: Dispositivos modificadores de la superficie de rodadura de la calzada, cuyo objetivo es transmitir al conductor la necesidad de extremar la atención en su aproximación a un tramo en el que existe un riesgo viario superior al percibido normalmente, empleando para ello vibraciones o ruidos derivados de su acción sobre el sistema de suspensión y amortiguación del vehículo. Pueden ser fresadas, resaltadas o a nivel.

Carreteras urbanas: Carreteras, cualquiera que sea su tipo, que son utilizadas parcialmente por tráfico urbano, que generan impactos ambientales directos sobre el medio urbano próximo y que atraviesan o pasan próximas a áreas urbanas consolidadas o previstas por el planeamiento urbanístico.

Lomos transversales o lomos de asno: Elevación de la rasante de la calzada, mediante un perfil curvo o parabólico, diseñado específicamente para mantener una velocidad reducida en aquellos tramos donde no sea aconsejable disponer de pasos para peatones sobreelevados.

Mesetas: Son sobreelevaciones de la calzada constituidas por una coronación plana central en la que la altura máxima del dispositivo se mantiene constante respecto a la rasante de la calzada.

Pasos para peatones sobreelevados: Como su nombre indica, consisten en elevar la superficie que ocupa un paso de peatones o "paso de cebra", a una altura de escasos centímetros y que dispone unas rampas de acceso a la sobreelevación.

Reductores de velocidad prefabricados: Piezas modulares con forma normalmente abombada que se utilizan como resalte en el firme para mantener una reducción de la velocidad que se haya conseguido previamente por otros medios.

Reductores de velocidad sobreelevados: Dispositivos que modifican en un tramo muy corto la rasante de la carretera, con unos pocos centímetros de altura y de varios metros de longitud en el sentido de la marcha, con el objetivo de provocar aceleraciones verticales al vehículo y a su conductor con el fin de que mantenga una velocidad adecuada al entorno que atraviesa.

Travesía: parte del tramo urbano en la que existan edificaciones consolidadas al menos en las dos terceras partes de su longitud y un entramado de calles al menos en uno de los márgenes.

TERMINOLOGIA DE LAS RECOMENDACIONES AUTONÓMICAS

Navarra.- Pasos peatonales sobreelevados (o ralentizadores de velocidad)

Guipúzcoa.- Pasos de cebra elevados

Aragón.- Pasos peatonales sobreelevados
Rampas deceleradoras (prefabricadas)
Bandas sonoras transversales (pintadas o fresadas)

Álava.- Pasos peatonales sobreelevados.

Madrid.- Lomos, de corta longitudinal.
Almohada: lomos con discontinuidades transversales.
Mesetas: lomos provistos de una coronación plana central.

Vizcaya.- Pasos peatonales sobreelevados

C. Valenciana.- Bandas transversales de alerta
Ralentizadores de velocidad

