

NOM-036-SCT2-2009

NORMA OFICIAL MEXICANA , RAMPAS DE EMERGENCIA PARA FRENADO EN CARRETERAS.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

HUMBERTO TREVIÑO LANDOIS, Subsecretario de Transporte y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, con fundamento en los artículos 36 fracciones I y XII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 38 fracción II, 40 fracciones I, III y XVI, 41, 43, y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 4 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 5o., fracción VI de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización y 6o., fracción XIII del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; y

CONSIDERANDO

Que es necesario establecer los criterios de carácter general para el diseño y construcción de rampas de emergencia para frenado en carreteras, también conocidas como rampas de escape o de emergencia, con el propósito de proteger a los vehículos que, por fallas mecánicas, principalmente en sus sistemas de frenos, pudieran quedar fuera de control en tramos con fuertes pendientes descendentes y prolongadas.

Que en el caso de la Norma Oficial Mexicana en cita, se contemplan la definición y utilización de los elementos que conforman a dichas rampas y del señalamiento horizontal y vertical que requieren, elementos que constituyen un sistema que tiene por objeto disipar la energía cinética de los vehículos mencionados, desacelerándolos en forma controlada y segura, mediante el uso de materiales granulares sueltos y aprovechando, en su caso, la acción de la gravedad. Se incluyen también las especificaciones que han de considerarse para el diseño y construcción de esas rampas, así como las características que deben tener los materiales que se utilicen para su construcción.

Que habiéndose dado cumplimiento al procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, para la publicación de normas oficiales mexicanas, el Subsecretario de Transporte y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, con fecha 5 de noviembre de 2008, ordenó la publicación en el Diario Oficial de la Federación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana, NOM-036-SCT2-2007, Rampas de emergencia para frenado en carreteras.

Que durante el plazo de 60 días naturales, contados a partir de la fecha de publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana, la Manifestación de Impacto Regulatorio y los análisis que sirvieron de base para su elaboración, a que se refieren el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 32 de su Reglamento, estuvieron a disposición del público en general para su consulta, en el domicilio del Comité respectivo y, no habiéndose recibido del público comentario alguno al Proyecto de Norma Oficial Mexicana, se integró a la Norma Oficial Mexicana respectiva.

En tal virtud y previa aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, he tenido a bien expedir la siguiente: Norma Oficial Mexicana NOM-036-SCT2-2009, Rampas de emergencia para frenado en carreteras.

Atentamente

México, D.F., a 19 de mayo de 2009.- El Subsecretario de Transporte y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, **Humberto Treviño Landois**.- Rúbrica.

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-036-SCT2-2009,
RAMPAS DE EMERGENCIA PARA FRENADO EN CARRETERAS**

PREFACIO

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron:

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

- INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE
- DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS
- DIRECCION GENERAL DE AUTOTRANSPORTE FEDERAL

SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL

- DIRECCION GENERAL DE EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA EN ZONAS URBANO MARGINADAS

SECRETARIA DE TURISMO

- DIRECCION GENERAL DE DESARROLLO DE PRODUCTOS TURISTICOS

POLICIA FEDERAL PREVENTIVA DE LA SECRETARIA DE SEGURIDAD PUBLICA

- COORDINACION DE SEGURIDAD REGIONAL

CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

- SUBDIRECCION DE CALIDAD Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

SECRETARIA DE TRANSPORTES Y VIALIDAD DEL DISTRITO FEDERAL

- DIRECCION GENERAL DE PLANEACION Y VIALIDAD

INSTITUCIONES ACADEMICAS

- INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
- ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, UNIDAD ZACATENCO, DEL INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

CAMARAS Y SOCIEDADES TECNICAS

- CAMARA NACIONAL DEL AUTOTRANSPORTE DE CARGA
- CAMARA NACIONAL DEL AUTOTRANSPORTE DE PASAJE Y TURISMO
- CONFEDERACION NACIONAL DE TRANSPORTISTAS MEXICANOS, A.C.
- ASOCIACION MEXICANA DE INGENIERIA DE TRANSPORTES, A.C.
- ASOCIACION MEXICANA DE INGENIERIA DE VIAS TERRESTRES, A.C.
- ASOCIACION MEXICANA DE CAMINOS, A.C.
- ASOCIACION NACIONAL DE INGENIERIA URBANA, A.C.
- ASOCIACION NACIONAL DE TRANSPORTE PRIVADO, A.C.

INDICE

0. Introducción
1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Requisitos
6. Especificaciones para el diseño
7. Concordancia con normas internacionales
8. Bibliografía

9. Evaluación de la conformidad

10. Vigilancia

11. Observancia

12. Vigencia

0. Introducción

Las condiciones prevalecientes del sitio en donde se construye una carretera pueden, en casos extremos, determinar el diseño de un alineamiento vertical con tangentes de pendientes descendentes continuas y prolongadas. La combinación de estas condiciones con fallas mecánicas de los vehículos, principalmente en sus sistemas de frenos, puede propiciar la ocurrencia de accidentes fatales. Para evitar en lo posible tales accidentes puede recurrirse a la construcción de las rampas de emergencia para frenado, también conocidas como rampas de escape o simplemente rampas de emergencia.

1. Objetivo

La presente Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer los criterios generales que han de considerarse para el diseño y construcción de las rampas de emergencia para frenado (RE) en carreteras.

2. Campo de aplicación

Esta Norma es de aplicación obligatoria en todas las carreteras que tengan tramos con pendientes descendentes continuas y prolongadas con características tales que puedan propiciar accidentes fatales causados por vehículos que queden fuera de control por fallas mecánicas, principalmente en sus sistemas de frenos; en los términos que señala el Capítulo 5. de esta Norma.

3. Referencias

Es referencia de esta Norma, la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2003, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas.

4. Definiciones

Para los efectos de la presente Norma Oficial Mexicana se consideran las siguientes definiciones:

4.1. Acceso

Parte pavimentada de la rampa de emergencia para frenado que conecta el arroyo vial de la carretera con la cama de frenado como se muestra en la figura 1.

4.2. Arroyo vial

Franja destinada a la circulación de los vehículos, delimitada por los acotamientos o las banquetas.

4.3. Cama de frenado

Parte de la rampa de emergencia para frenado que propiamente detiene el vehículo con el material granular suelto que se coloca en su superficie. La configuración de la cama de frenado determina los cuatro tipos de rampas definidos en los Párrafos 4.6. a 4.9. e ilustrados en la figura 2.

4.4. Camino de servicio

Franja pavimentada aledaña a la cama de frenado, acondicionada para retirar los vehículos que entren a la rampa de emergencia para frenado y dar mantenimiento a la cama de frenado.

4.5. Corona de la carretera

Superficie comprendida entre las aristas superiores de los taludes de un terraplén o entre las aristas inferiores de un corte al nivel del eje de dicha superficie, sin contar las cunetas.

4.6. Drenaje

Conjunto de elementos que permiten captar y desalojar el agua de lluvia o de escurrimientos superficiales.

4.7. Macizo de anclaje

Elemento, normalmente de concreto hidráulico, empotrado en el terreno para el apoyo firme de las grúas o los cabrestantes que se utilizan para el rescate de los vehículos averiados.

4.8. Plaza de cobro

Sitio de las autopistas donde se ubican las casetas en las que se cobran las cuotas para su utilización.

4.9. Rampa de emergencia para frenado

Es una franja auxiliar conectada al arroyo vial especialmente acondicionada para disipar la energía cinética de los vehículos que queden fuera de control por fallas mecánicas, principalmente en sus sistemas de frenos, desacelerándolos en forma controlada y segura, mediante el uso de materiales granulares sueltos y aprovechando, en su caso, la acción de la gravedad. Como se muestra en la figura 1, las rampas de emergencia para frenado constan de: acceso, cama de frenado y camino de servicio.

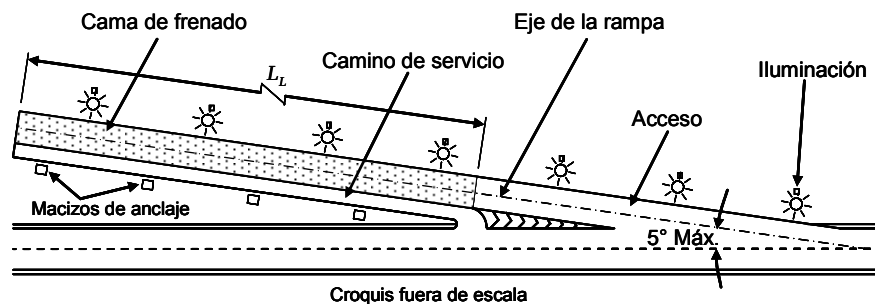


Figura 1.- Rampa de emergencia para frenado. Disposición en planta

4.10. Rampas con montículo (RE-1)

Las que tienen una cama de frenado formada por un montículo de material granular suelto y seco con pendiente ascendente y espesor creciente, como se muestra en la figura 2, que funciona como disipador de energía para disminuir y detener la carrera de los vehículos sin frenos por la resistencia a la rodadura de las llantas, la acción de la gravedad por la pendiente longitudinal ascendente del montículo y eventualmente por la fricción entre el material granular y algunas partes del vehículo. Sólo se debe utilizar este tipo de rampas cuando se tengan limitaciones de espacio y su conveniencia esté sustentada en un estudio técnico que la justifique en términos de la disipación de la energía del vehículo.

4.11. Rampas descendentes (RE-2)

Las que tienen una cama de frenado de espesor uniforme con pendiente longitudinal descendente como se muestra en la figura 2. La acción de detención se limita al aumento de la resistencia a la rodadura, y debido a que la acción de la gravedad tiene un efecto acelerador, estas rampas suelen ser las de mayor longitud dependiendo de la magnitud de su pendiente descendente, de las características del material granular y de la velocidad del vehículo para la que se diseñen.

4.12. Rampas horizontales (RE-3)

Las que tienen cama de frenado horizontal de espesor uniforme, sin pendiente longitudinal como se muestra en la figura 2. La detención se limita al aumento de la resistencia a la rodadura. Como el efecto de la gravedad en la detención es nulo, estas rampas suelen ser largas dependiendo de las características del material granular y de la velocidad del vehículo para la que se diseñen.

4.13. Rampas ascendentes (RE-4)

Las que tienen una cama de frenado con espesor uniforme y pendiente longitudinal ascendente como se muestra en la figura 2. Como en la detención se aprovecha la resistencia a la rodadura y la acción de la gravedad por la pendiente longitudinal ascendente, estas rampas suelen ser menos largas que las rampas descendentes y horizontales.

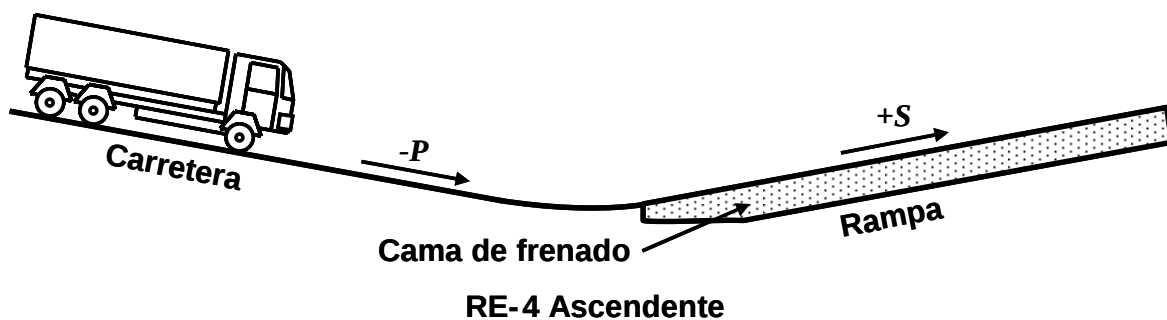
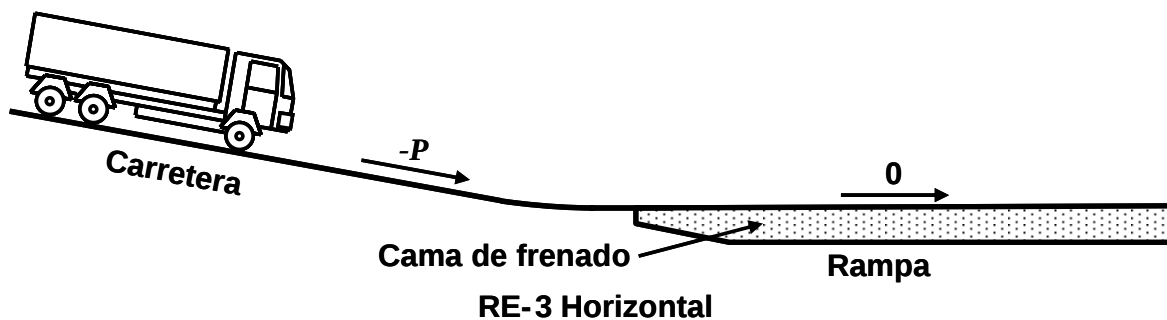
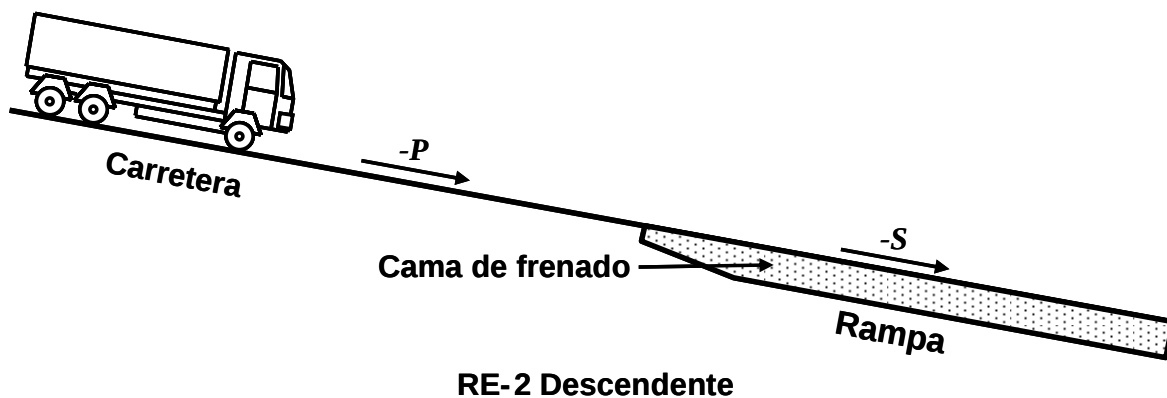
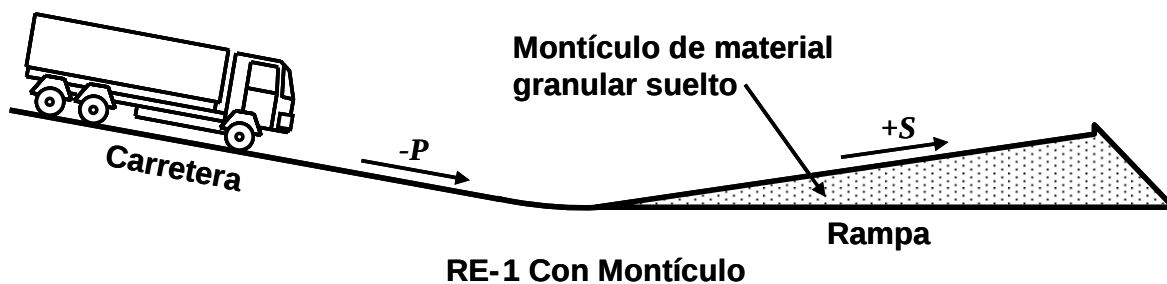


Figura 2.- Tipos de rampas de emergencia para frenado (RE)

4.14. Subdrenaje

Conjunto de elementos denominados subdrenes, que permiten captar y desalojar el agua que se infiltra en el piso o el suelo.

5. Requisitos

Para la elaboración del proyecto ejecutivo de una rampa de emergencia para frenado se requiere la información detallada del proyecto geométrico de la carretera en el tramo donde se ubicará la rampa, el correspondiente estudio topográfico para proyecto definitivo de obra especial y el estudio geotécnico del área donde se alojará la rampa o, en su defecto, del tramo de la carretera más próximo a dicha área.

La construcción de una rampa de emergencia para frenado sólo debe considerarse bajo dos circunstancias, no necesariamente excluyentes entre sí. La primera es que, por efecto de un alineamiento vertical descendente, los vehículos con los frenos dañados puedan acelerarse a velocidades mayores que las toleradas por el alineamiento horizontal o hasta ciento cuarenta (140) kilómetros por hora. La segunda es la ocurrencia anual de un accidente fatal causado por vehículos sin frenos o cuando los accidentes causados por los vehículos sin frenos puedan resultar en colisiones con otros vehículos o con instalaciones ocupadas por otras personas, como en la entrada de las poblaciones o en zonas en donde puede haber vehículos detenidos por situaciones debidas a la operación del tránsito, como en las plazas de cobro.

6. Especificaciones para el diseño

El diseño de cada rampa de emergencia para frenado comprende la determinación de su ubicación, tipo y geometría; la selección de los materiales para su construcción y la definición de sus sistemas de drenaje, subdrenaje y señalamiento complementario, según su compatibilidad con la topografía y las características del lugar de su emplazamiento.

6.1. Consideraciones de diseño

El diseño de las rampas de emergencia para frenado se debe hacer de forma tal que se generen las condiciones necesarias para que los conductores de vehículos fuera de control conozcan su existencia, entiendan las maniobras que deban realizar, sientan la confianza suficiente para ingresar a las rampas en forma segura y no continúen por la ruta principal, tomando en cuenta que:

6.1.1. Las rampas deben ser claramente visibles para evitar la percepción de discontinuidades que desalienten la entrada a las mismas.

6.1.2. El acceso a la rampa debe ser amplio y suficiente para alojar la cama de frenado y el camino de servicio, con suficiente espacio adicional para poder realizar los trabajos de conservación del área.

6.1.3. El ángulo de entrada a cada rampa respecto al eje de la carretera, debe ser de cinco (5) grados como máximo, con el fin de asegurar la estabilidad del vehículo durante la maniobra de ingreso a la rampa y su alineamiento horizontal debe ser recto, de manera que los vehículos que ingresen lo hagan de una forma segura, como se ilustra en la figura 1.

6.1.4. La longitud de la cama de frenado (L_L) de cada rampa se debe determinar como se indica en el Inciso 6.3.2., de forma que sea suficiente para disipar la energía cinética del vehículo que utilice la rampa.

6.1.5. Cada rampa debe contar con un camino de servicio paralelo, como se muestra en la figura 1, que permita ejecutar su mantenimiento y remover los vehículos que ingresen a ella.

6.1.6. Los caminos de servicio se deben complementar con macizos de anclaje, de concreto hidráulico, distribuidos convenientemente para que sirvan de apoyo en las maniobras de rescate de los vehículos, como se ilustra en la figura 1.

6.1.7. El pavimento de la carretera se debe extender por el acceso hasta el sitio donde inicie la cama de frenado de cada rampa, como se ilustra en la figura 1, con el fin de que los vehículos puedan entrar de manera expedita.

6.1.8. Cada rampa debe contar con un adecuado sistema de drenaje y subdrenaje que evite el deterioro de las características del material que forme la cama de frenado.

6.1.9. El señalamiento de cada rampa y del tramo de la carretera que le anteceda, se debe determinar de acuerdo con lo indicado en el Párrafo 6.7.

6.1.10. Las rampas se deben iluminar para facilitar su uso en condiciones de conducción nocturna.

6.2. Ubicación

Para determinar la ubicación de las rampas de emergencia para frenado, se debe tomar en cuenta que:

6.2.1. No se deben emplazar rampas de emergencia para frenado al costado izquierdo del tramo de la carretera con pendiente descendente, para evitar que los vehículos fuera de control crucen el o los carriles de sentido de circulación opuesto, salvo cuando se trate de carreteras de cuerpos separados en las que las rampas puedan alojarse dentro de la franja separadora central, donde no exista el riesgo de que esos vehículos invadan el otro cuerpo de la carretera.

6.2.2. Las rampas de emergencia para frenado se deben ubicar antes de los sitios que, por sus características geométricas, pudieran poner en riesgo al vehículo fuera de control.

6.2.3. La velocidad de entrada a una rampa de emergencia para frenado puede determinarse mediante la siguiente expresión, con un límite máximo de ciento cuarenta (140) kilómetros por hora:

$$Ve = \left(Vp^2 - 254 \sum_{i=1}^n Lp_i (R + P_i) \right)^{1/2}$$

Donde:

- Ve = Velocidad de entrada a la rampa, en kilómetros por hora.
- Vp = Velocidad de operación medida o estimada de la carretera, en el sitio donde inicie el tramo con pendientes descendentes continuas o en el sitio de entrada a una rampa cuando se proyecte otra subsecuente, en kilómetros por hora.
- n = Número de subtramos con pendientes descendentes diferentes, que integran el tramo para el que se proyecta la rampa (adimensional).
- Lp_i = Longitud del subtramo i con pendiente descendente P_i , en metros.
- R = Resistencia a la rodadura de la superficie del pavimento, 0,010 cuando la carpeta sea de concreto hidráulico o 0,012 cuando sea asfáltica (adimensional, expresada en términos de pendiente equivalente).
- P_i = Pendiente descendente (negativa) del subtramo i de longitud Lp_i , en metro/metro, (adimensional).

6.3. Geometría

La geometría de las rampas de emergencia para frenado se debe determinar considerando lo siguiente:

6.3.1. Ancho

El ancho de las rampas de emergencia para frenado debe ser el adecuado para permitir el libre ingreso de los vehículos y para facilitar las maniobras para removerlos. Debe comprender el ancho de la cama de frenado, que podrá ser de diez (10) a doce (12) metros, así como el ancho del camino de servicio, que será de tres (3) a cinco (5) metros.

6.3.2. Longitud

La longitud de una rampa de emergencia para frenado, desde la orilla de la corona de la carretera hasta el término de la rampa, debe comprender la longitud del acceso pavimentado, que debe ser la necesaria para alojar la curva vertical que permita pasar de la pendiente de la carretera a la pendiente inicial de la cama de frenado y la longitud de esta última, que debe ser la necesaria para detener completamente a los vehículos, calculada de acuerdo con lo que se indica a continuación:

6.3.2.1. Para la determinación de la longitud efectiva de la cama de frenado, si su pendiente es uniforme, se debe aplicar la siguiente expresión:

$$Le = \frac{Ve^2}{254(R + SI)}$$

Donde:

- Le = Longitud efectiva de la cama de frenado, en metros.

- V_e = Velocidad de entrada a la rampa, calculada como se indica en el Inciso 6.2.3., en kilómetros por hora.
- R = Resistencia a la rodadura del material con que se formará la cama de frenado, de acuerdo con la Tabla 1 (adimensional, expresada en términos de pendiente equivalente). En el análisis de las rampas RE-1, a partir de los sesenta (60) centímetros de espesor del montículo, la resistencia indicada en la Tabla 1 se incrementará en seis décimos (0,6) para considerar el efecto de la fricción entre el material de la cama y el chasis del vehículo.
- S_l = Pendiente de la cama de frenado, positiva si es ascendente o negativa si es descendente, en metro/metro (adimensional).

TABLA 1.- Resistencia a la rodadura, expresada en términos de pendiente equivalente

Material de la cama de frenado	Resistencia a la rodadura R
Grava triturada suelta	0,050
Grava de río suelta	0,100
Arena suelta	0,150
Gravilla uniforme suelta	0,250

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (AASHTO, 2001)

6.3.2.2. Para determinar la longitud efectiva de la cama de frenado, si su pendiente es variable, se debe determinar la velocidad del vehículo en cada cambio de pendiente, hasta una longitud suficiente para detener el vehículo fuera de control. La velocidad final al término de la primera pendiente debe ser calculada y utilizada como la velocidad inicial en la segunda pendiente y así sucesivamente hasta que la velocidad final resulte igual que cero (0), mediante las siguientes expresiones:

$$VF_j^2 = VI_j^2 - 254L_j(R \pm S_j)$$

$$Le = \sum_{j=1}^k L_j$$

Donde:

- VF_j = Velocidad final al término del subtramo j que se analiza de la cama de frenado, en kilómetros por hora.
- VI_j = Velocidad inicial en el subtramo j que se analiza de la cama de frenado, que corresponde, para el primer subtramo, a la velocidad de entrada (V_e) calculada como se indica en el Inciso 6.2.3. y para los subtramos subsecuentes, a la velocidad final calculada para el subtramo $j-1$ (VF_{j-1}) inmediato anterior, en kilómetros por hora.
- L_j = Longitud efectiva del subtramo j que se analiza de la cama de frenado, en metros.
- R = Resistencia a la rodadura del material con que se formará la cama de frenado, de acuerdo con la Tabla 1 (adimensional, expresada en términos de pendiente equivalente). En el análisis de las rampas RE-1, a partir de los sesenta (60) centímetros de espesor del montículo, la resistencia indicada en la Tabla 1 se incrementará en seis décimos (0,6) para considerar el efecto de la fricción entre el material de la cama y el chasis del vehículo.
- S_j = Pendiente del subtramo j que se analiza de la cama de frenado, positiva si es ascendente o negativa si es descendente, en metro/metro (adimensional).
- Le = Longitud efectiva de la cama de frenado, en metros.
- k = Número de subtramos de la cama de frenado, con pendientes diferentes (adimensional).

6.3.2.3. La longitud total de la cama de frenado, (L_L) debe ser veinticinco (25) por ciento mayor que su longitud efectiva (Le) calculada de acuerdo con los Subincisos 6.3.2.1. o 6.3.2.2., según corresponda.

6.3.2.4. Si por la topografía del terreno o por limitaciones físicas que restrinjan la construcción de la rampa, no es posible proveerla de una cama de frenado con la longitud a que se refiere el Subinciso anterior, para impedir que los vehículos salgan de la rampa, la cama de frenado se debe complementar con un dispositivo que permita detener el vehículo en forma segura, como pueden ser:

6.3.2.4.1. Dispositivos que, mediante pruebas a escala real, hayan mostrado su efectividad para detener los vehículos sin dañar a sus ocupantes, formados con tambores de plástico rellenos hasta la altura y con el material especificados por el fabricante, ubicados en un punto de la cama en el cual el impacto que se produzca sea a una velocidad menor de veinte (20) kilómetros por hora.

6.3.2.4.2. Montículos del mismo material utilizado en la cama de frenado, de setenta (70) centímetros de altura y tres (3) metros de base, con taludes de dos a uno (2:1), ubicados en un punto de la cama en el cual el impacto que se produzca sea a una velocidad menor de cuarenta (40) kilómetros por hora.

6.3.2.4.3. Otros dispositivos que, mediante pruebas a escala real, hayan mostrado su efectividad para detener los vehículos sin dañar a sus ocupantes.

6.3.3. Espesor de la cama de frenado

El espesor de la cama de frenado se diseñará tomando en cuenta lo siguiente:

6.3.3.1. La cama de frenado para rampas con montículo (RE-1), se debe formar colocando el material a volteo, sobre una terracería horizontal, de forma que la pendiente ascendente del montículo sea menor que dos coma cinco por ciento (2,5%) y una longitud total (L_f) calculada de acuerdo con el Subinciso 6.3.2.3.; que sus taludes laterales y final sean como mínimo de tres a uno (3:1) y, para evitar que el material se desplace, que su espesor en el punto de entrada sea cuando menos de diez (10) centímetros, como se ilustra en la figura 3.

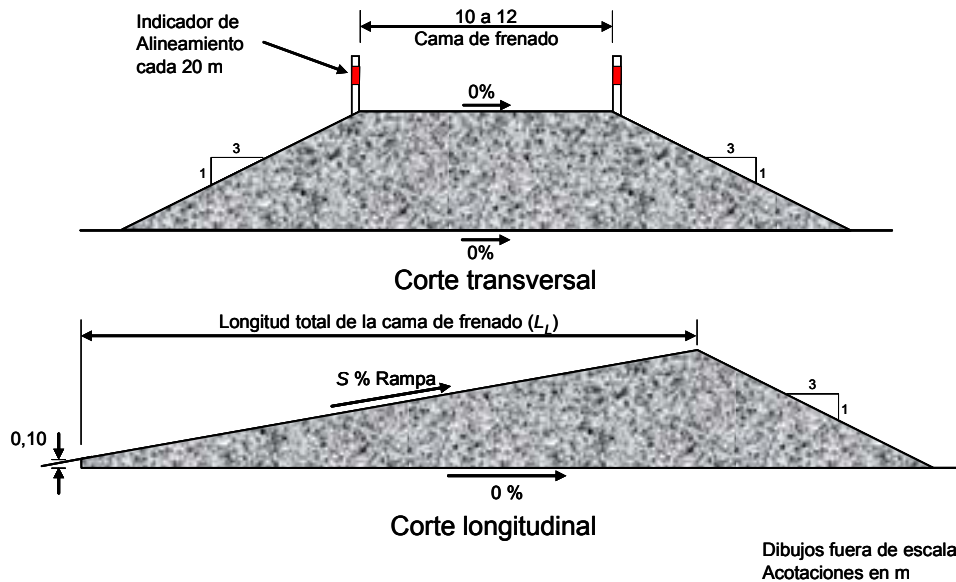


Figura 3.- Disposición en corte de las rampas de emergencia para frenado tipo RE-1

6.3.3.2. La cama de frenado para rampas descendentes (RE-2), horizontales (RE-3) y ascendentes (RE-4), debe tener un espesor de sesenta (60) centímetros a un (1) metro y debe estar colocada a volteo en una caja en la terracería de la rampa, con taludes de dos tercios a uno ($\frac{2}{3}$:1) y profundidad igual que el espesor de la cama. Para evitar desaceleraciones excesivas en el vehículo, la cama se debe construir con un espesor de cuando menos diez (10) centímetros en el punto de entrada, que aumentará uniformemente hasta alcanzar su espesor de diseño, como se muestra en la figura 4. Cuando la cama de frenado se construya con grava triturada, el espesor de diseño debe ser de un (1) metro como mínimo.

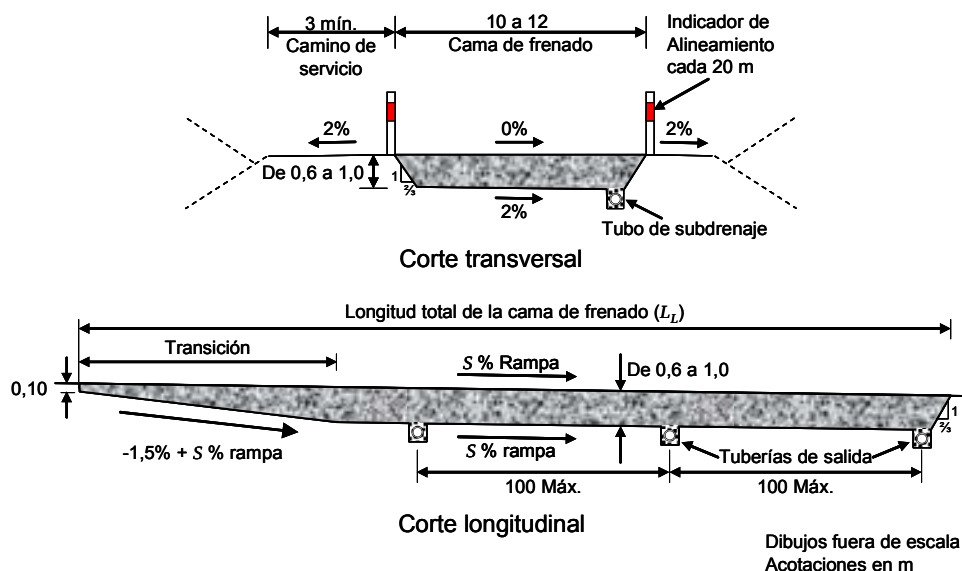


Figura 4.- Disposición en corte de la cama de frenado de rampas de emergencia para frenado tipos RE-2, RE-3 y RE-4

6.4. Materiales

La construcción de las rampas de emergencia para frenado se debe hacer considerando que los materiales que se utilicen han de seleccionarse tomando en cuenta que:

6.4.1. Los materiales para formar las terracerías de las rampas de emergencia para frenado deben cumplir con los requisitos de calidad que se establezcan en el proyecto ejecutivo.

6.4.2. El acceso de las rampas de emergencia para frenado, desde la orilla de la corona de la carretera hasta el inicio de la cama de frenado se debe pavimentar igual que los acotamientos de la carretera. El camino de servicio se puede pavimentar de la misma forma o mediante un tratamiento superficial que permita la operación segura y eficiente de los equipos para el rescate de los vehículos averiados y para el mantenimiento de la cama de frenado, según se establezca en el proyecto ejecutivo.

6.4.3. Los materiales para formar la cama de frenado deben ser friccionantes, de difícil compactación y deben estar limpios de partículas contaminantes. Pueden ser: grava triturada, grava de río, arena o gravilla uniforme, que cumplan con los requisitos de calidad que se muestran en la Tabla 2.

TABLA 2.- Requisitos de los materiales que formen la cama de frenado

Granulometría				
Malla		Porcentaje que pasa		
Abertura (mm)	Designación	Grava	Gravilla	Arena
37,5	1½"	100	---	---
25	1"	95 mín	---	---
12,5	½"	35 máx	100	---
9,5	¾"	---	95 mín	100
6,3	¼"	---	---	95 mín
4,75	Nº 4	5 máx	5 máx	---
2	Nº 10	---	---	5 máx
0,075	Nº200	2 máx	2 máx	2 máx
Característica		Valor		
Porcentaje máximo de desgaste por abrasión, usando la máquina de Los Ángeles		30	30	30
Porcentaje máximo de partículas alargadas y lajeadas		25	25	25

6.5. Drenaje y subdrenaje

El sistema de drenaje y subdrenaje de las rampas de emergencia para frenado se debe diseñar con el propósito de captar el agua de lluvia, los escurrimientos superficiales y, principalmente, el agua que se infiltre en la cama de frenado, para desalojarla oportunamente, a fin de evitar la acumulación de partículas en suspensión que llenen los huecos del material de la cama y su posible densificación o compactación, así como el eventual congelamiento del agua, que anule la eficacia de la cama, considerando que:

6.5.1. Las rampas de emergencia para frenado descendentes (RE-2), horizontales (RE-3) y ascendentes (RE-4) se deben diseñar con una pendiente transversal de dos (2) por ciento como mínimo, en el fondo de la caja que alojará la cama de frenado, para interceptar y recolectar el agua que se infiltre, como se ilustra en la figura 4.

6.5.2. En el lado más bajo de la caja que alojará la cama de frenado se debe diseñar un subdrén con una pendiente longitudinal mínima de uno coma cinco (1,5) por ciento, como se ilustra en la figura 4 y se describe a continuación:

6.5.2.1. El subdrén debe consistir en tubos perforados de concreto o de policloruro de vinilo (PVC), con diámetro interno (ϕ_i) mínimo de quince (15) centímetros, dentro de una zanja con las dimensiones que se muestran en la figura 5 y sobre una cama de quince (15) centímetros de espesor como mínimo, formada con el material de filtro que se utilice para el relleno de la zanja. Los tubos y el material de filtro deben cumplir con los requisitos de calidad que se establezcan en el proyecto ejecutivo.

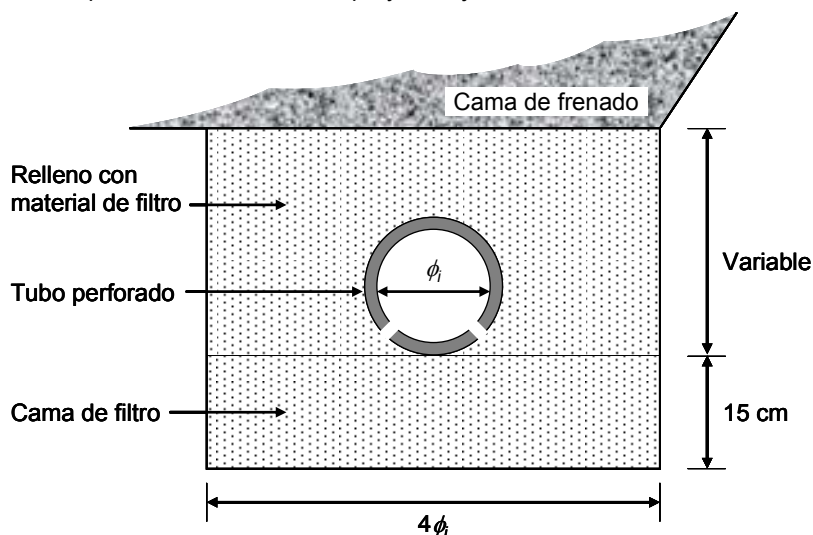


Figura 5.- Subdrén típico para la cama de frenado

6.5.2.2. Las salidas para el agua captada por el subdrén, se deben hacer con tubos del mismo tipo que los utilizados en el subdrén, pero sin perforaciones, colocados en una zanja como se indica en el Subinciso anterior. Se debe ubicar una tubería de salida en la parte más baja del subdrén y otras a lo largo del mismo, a cada cien (100) metros como máximo, de forma que no queden sumergidas en agua, ni se regrese ésta al interior del subdrén. Las bocas de las salidas se deben proteger con rejillas o pantallas pesadas que prevengan actos de vandalismo y la entrada de roedores.

6.5.2.3. Podrán diseñarse otros subdrenes, como pueden ser entre otros, los denominados geodrenes, que son elementos integrados generalmente por placas separadoras de plástico prensado, con o sin tubos ranurados para la conducción del agua, forrados con una membrana sintética permeable conocida como geotextil, que funciona como filtro.

6.6. Camino de servicio y macizos de anclaje

Para facilitar el rescate de los vehículos detenidos se diseñará el camino de servicio de la rampa para frenado de emergencia y, en su caso, los macizos de anclaje que permitan el apoyo adecuado de las grúas de rescate u otros equipos de servicio, de manera que, en conjunto, formen un sistema integral y que los conductores de los vehículos fuera de control no los confundan con la cama de frenado, particularmente durante condiciones de conducción nocturna, considerando que:

6.6.1. El camino de servicio debe ser adyacente a la cama de frenado, preferentemente en el lado más próximo a la carretera, con un ancho mínimo de tres (3) metros y pavimentado igual que los acotamientos de la carretera para proveer una superficie firme para los equipos de rescate, alejada de la ruta principal y hacia la cual se puedan arrastrar los vehículos atrapados.

6.6.2. En los lugares que sea posible, será conveniente que el camino de servicio retorne a la carretera, permitiendo, tanto a la grúa como al vehículo rescatado, un reingreso más fácil a la ruta.

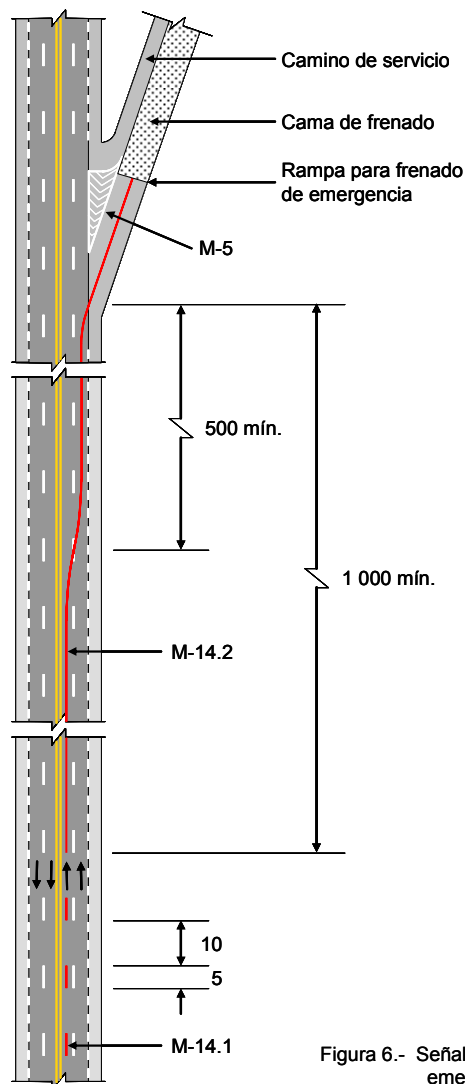
6.6.3. Los macizos de anclaje deben ser de concreto hidráulico, con las dimensiones y la resistencia que permitan el anclaje o apoyo firme de los equipos de rescate y deben estar alojados en el lado del camino de servicio opuesto a la cama de frenado, separados entre sí, en forma equidistante, a no menos de cincuenta (50) ni más de cien (100) metros. El primero se debe ubicar lo más próximo posible del sitio donde inicie la cama de frenado, para facilitar el rescate de los vehículos que sólo hayan entrado una corta distancia en ella, como se muestra en la Figura 1.

6.7. Señalamiento

El diseño del señalamiento de una rampa de emergencia para frenado, debe comprender tanto el señalamiento horizontal como el señalamiento vertical, previos a la rampa y en ella, adicionales a los señalamientos normales de la carretera a que se refiere la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2003, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas, considerando:

6.7.1. Señalamiento horizontal

El señalamiento horizontal de rampas de emergencia para frenado se debe hacer mediante marcas especiales pintadas o colocadas en el pavimento, tanto en tangentes como en curvas, denominadas Rayas para frenado de emergencia (M-14), de quince (15) centímetros de ancho y color rojo. En la entrada a la rampa y diferenciando claramente su camino de servicio para evitar que los vehículos fuera de control entren en él, se deben utilizar rayas canalizadoras (M-5) conforme a lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2003, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas, como se muestra en la figura 6. Las rayas para frenado de emergencia son:



Las rayas canalizadoras M-5 y el señalamiento horizontal normal de la carretera, cumplirán con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2003, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas.

El color rojo reflejante de las rayas M-14.1 y M-14.2, y en su caso, de los botones reflejantes con que se complementen, estará dentro del área cromática definida por las coordenadas de los siguientes puntos:

Punto Nº	Coordenadas	
	x	y
1	0,613	0,297
2	0,708	0,292
3	0,636	0,364
4	0,558	0,352

Dibujo fuera de escala
Acotaciones en m

Figura 6.- Señalamiento horizontal de rampas de emergencia para frenado

6.7.1.1. Raya de emergencia para frenado discontinua (M-14.1)

Se utiliza para guiar a los vehículos que pudieran estar fuera de control, desde el sitio donde inicia la pendiente descendente continua y prolongada para la que se diseña la rampa, hasta mil (1 000) metros antes de su entrada, lugar donde los conductores han de tomar la decisión de entrar a ella. Se sitúa al centro del carril descendente de la carretera o si ésta es de dos o más carriles por sentido de circulación, al centro del carril de alta velocidad y consiste en segmentos de cinco (5) metros separados entre sí diez (10) metros, como se muestra en la figura 6.

6.7.1.2. Raya de emergencia para frenado continua (M-14.2)

Se utiliza para guiar en forma continua a los vehículos que estén fuera de control, desde el sitio donde concluya la raya de emergencia para frenado discontinua, a que se refiere el Subinciso anterior, hasta el lugar donde inicie la cama de frenado de la rampa. Se sitúan al centro del carril descendente de la carretera o si ésta es de dos o más carriles por sentido de circulación, al centro del carril de alta velocidad y, si la rampa se ubica a la derecha del camino, en una tangente ubicada a no menos de quinientos (500) metros antes de la entrada a la rampa, esta raya continua se debe pasar suavemente del carril de alta velocidad al de baja, como se muestra en la figura 6.

6.7.1.3. Botones reflejantes

Las rayas de emergencia para frenado, discontinuas y continuas, se pueden complementar con botones reflejantes que tengan en una cara un reflejante del color rojo que esté dentro del área cromática definida por las coordenadas de los puntos que se muestran en la figura 6, ubicados a cada quince (15) metros en curvas y treinta (30) metros en tangentes, al centro del espacio entre segmentos marcados cuando la raya sea discontinua o sobre la raya continua a partir del sitio donde se inicie.

6.7.2. Señalamiento vertical

El señalamiento vertical de rampas de emergencia para frenado se debe integrar mediante las señales restrictivas (SR), señales informativas de destino (SID), señales informativas de recomendación (SIR), señales de información general (SIG) y señales diversas (OD), que se indican a continuación y que cumplan con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2003, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas, excepto en lo que se refiere a los colores del fondo, de los caracteres, de las flechas y de los filetes de las señales especiales que se muestran en la figura 7, en las que el fondo debe ser de color amarillo reflejante y negros los caracteres, flechas y filetes, considerando que sólo serán aplicables para el diseño del señalamiento vertical en rampas de emergencia para frenado.

6.7.2.1. Señales restrictivas (SR)

Se deben instalar en la carretera las señales restrictivas SR-22 “Prohibido Estacionarse”, como la mostrada en la figura 7, una en el acceso a la rampa de emergencia para frenado, otra en el inicio de la cama de frenado y en la carretera las necesarias hasta quinientos (500) metros antes del acceso a la rampa de emergencia, con una separación máxima entre ellas de ciento cincuenta (150) metros.

6.7.2.2. Señales informativas de destino (SID)

Se deben instalar en la carretera dos señales informativas de destino SID-9 o SID-13, como la mostrada en la figura 7, una decisiva a la entrada de la rampa para frenado de emergencia y otra previa a no menos de doscientos (200) metros de esa entrada. En carreteras de un carril por sentido de circulación, estas señales pueden ser bajas o elevadas en bandera, tomando en cuenta el volumen del tránsito y la velocidad de operación, mientras que en carreteras con dos o más carriles por sentido de circulación, siempre deben ser elevadas en bandera, complementadas con dos señales informativas de destino previas elevadas, en bandera (SID-13) o en puente (SID-15), como la mostrada en la misma figura 7, a no menos de cuatrocientos (400) y de setecientos (700) metros de la entrada a la rampa, respectivamente, que indiquen el carril que han de utilizar los vehículos fuera de control.

6.7.2.3. Señales informativas de recomendación (SIR)

Se deben instalar en la carretera cuatro señales informativas de recomendación SIR:

6.7.2.3.1. Una con la leyenda “PRUEBE SUS FRENOS”, que cumpla con todos los requisitos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2003, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas, incluyendo los de color, ubicada lo más próximo posible al sitio donde inicie la pendiente descendente continua y prolongada para la que se diseña la rampa para frenado de emergencia.

6.7.2.3.2. Otra con la leyenda “VEHICULOS SIN FRENOS SIGA LA RAYA ROJA”, como la mostrada en la figura 7, ubicada a no menos de cien (100) metros de la señal que se indica en 6.7.2.3.1.

6.7.2.3.3. Dos con la leyenda “CEDA EL PASO A VEHICULOS SIN FRENOS”, que cumpla con todos los requisitos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2003, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas, incluyendo los de color, ubicadas a no menos de seiscientos cincuenta (650) metros de la entrada a la rampa y de doscientos (200) metros del sitio donde inicie la pendiente de la carretera.



SID-9 o SID-13



SIR *



SIR *



SIR *



SIG *



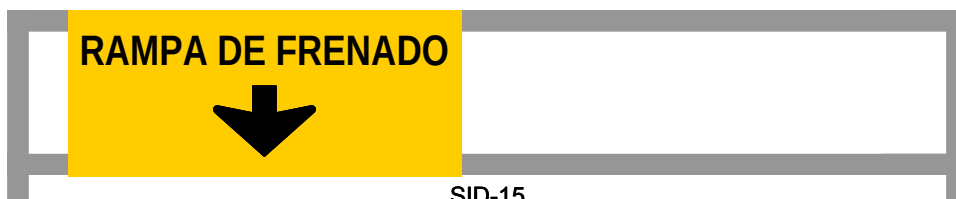
OD-5



OD-6



SR-22



SID-15

La forma y dimensiones de los tableros de estas señales cumplirán con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2003, *Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas*, según su tipo.

El color amarillo reflejante de las señales especiales SID-9, SID-13, SID-15, SIR y SIG, estará dentro del área cromática definida por las coordenadas de los siguientes puntos:

Punto N°	Coordenadas	
	x	y
1	0,498	0,412
2	0,557	0,442
3	0,479	0,520
4	0,438	0,472

* En el caso de carreteras con dos o más carriles de circulación por sentido, estas señales SIR y SIG pueden ser elevadas en puente, a criterio del proyectista, tomando en cuenta el volumen del tránsito y la velocidad de operación.

Figura 7.- Señales verticales de rampas para frenado de emergencia

En carreteras de un carril por sentido de circulación, esas señales deben ser bajas, mientras que en carreteras con dos o más carriles por sentido de circulación, pueden ser bajas o elevadas en puente, a criterio del proyectista, tomando en cuenta el volumen del tránsito y la velocidad de operación. Si se opta por señales bajas y la carretera es de cuerpos separados, se deben instalar dichas señales en ambos lados del arroyo vial.

6.7.2.4. Señales información general (SIG)

Se debe instalar en la carretera una señal de información general SIG, como la mostrada en la figura 7, a no menos de quinientos (500) metros de la rampa de emergencia para frenado, preferentemente en el sitio donde la raya roja continua M-14.2, a que se refiere el Subinciso 6.7.1.2., cambie del carril de alta velocidad al de baja y, en el caso de que el tramo con pendiente descendente de la carretera sea largo, se debe instalar otra señal igual, a cuando menos mil (1 000) metros de la primera.

En carreteras de un carril por sentido de circulación, esas señales deben ser bajas, mientras que en carreteras con dos o más carriles por sentido de circulación, pueden ser bajas o elevadas en puente, a criterio del proyectista, tomando en cuenta el volumen del tránsito y la velocidad de operación. Si se opta por señales bajas y la carretera es de cuerpos separados, se deben instalar dichas señales en ambos lados del arroyo vial.

6.7.2.5. Señales Diversas (OD)

Se debe instalar un indicador de obstáculos OD-5, en la zona neutral formada por las rayas canalizadoras en la entrada a la rampa de emergencia para frenado, a que se refiere el Inciso 6.7.1., así como indicadores de alineamiento OD-6, con reflejante rojo; de concreto hidráulico, metálicos, de policloruro de vinilo (PVC) o de algún otro material flexible; inastillable y resistente a la intemperie, ubicados a cada veinte (20) metros en ambos lados de la cama de frenado, desde donde inicie la rampa hasta donde termine la cama, a excepción de las rampas tipo RE-1 en las que se colocarán estos indicadores hasta donde el montículo alcance un espesor de 60 cm. Estas señales diversas deben cumplir con todos los requisitos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2003, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas, excepto el color rojo del reflejante de los indicadores de alineamiento, que debe estar dentro del área cromática definida por las coordenadas de los puntos que se muestran en la figura 6.

6.7.2.6. Barreras de protección

En casos donde por la ubicación de la rampa de emergencia para frenado, se considere necesaria la instalación de barreras de protección, éstas se colocarán conforme lo determine un estudio técnico que la justifique.

7. Concordancia con normas internacionales

La presente Norma no concuerda con ninguna Norma Internacional, por no existir éstas en el momento de su elaboración.

8. Bibliografía

8.1. Normativa para la Infraestructura del Transporte, publicada por la Dirección General de Servicios Técnicos de la Subsecretaría de Infraestructura de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en lo particular los siguientes Títulos y Capítulos:

- N-CMT-1-01, Materiales para Terraplén,
- N-CMT-1-02, Materiales para Subyacente,
- N-CMT-1-03, Materiales para Subrasante,
- N-CMT-3-04-001, Filtros,
- N-CMT-3-04-002, Tubos de Concreto para Subdrenes,
- N-CMT-3-04-003, Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) para Sistemas de Subdrenaje,
- M-MMP-1-02, Clasificación de Fragmentos de Roca y Suelos.

8.2. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Fourth Edition, 2001.

8.3. Road Safety Manual, Permanent International Association of Road Congress (PIARC), 2003.

9. Evaluación de la conformidad

Las disposiciones contenidas en los artículos 3o. fracción IV-A y 73 primer párrafo de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), relativas a que, cuando para fines oficiales, sea requerida la evaluación de la conformidad para determinar el grado de cumplimiento de una Norma Oficial Mexicana, y sobre todo de acuerdo con el nivel de riesgo o protección necesarios para salvaguardar las finalidades a que se refiere el artículo 40 de la misma Ley; al respecto es necesario situar y clasificar el contenido y las características de la presente Norma Oficial Mexicana.

A efecto de puntualizar el sustento de la Norma, se hace referencia al artículo 40 fracción XVI de la LFMN, respecto a las características y/o especificaciones que deben reunir los vehículos de transporte, equipos y servicios conexos para proteger las vías generales de comunicación y la seguridad de sus usuarios, así como el de proteger los bienes y vidas humanas del público en general.

Para el caso de esta Norma, correspondiente a las rampas de emergencia para frenado, las características principales de las disposiciones que contiene, están dirigidas a establecer los requisitos generales que obligatoriamente han de considerarse para diseñar, construir y conservar las rampas de emergencia para frenado en todas las carreteras del territorio nacional, que están directamente relacionadas con la seguridad de sus usuarios, así como con la protección de los bienes y vidas humanas del público en general.

Por ello, para la evaluación de la conformidad con las disposiciones contenidas en esta Norma se debe proceder como sigue:

9.1. El personal de evaluación, que para tal efecto designen las unidades generales de servicios técnicos adscritas a los Centros SCT y las autoridades estatales y municipales responsables de proyectar, construir, operar y conservar carreteras, dentro de su jurisdicción, deben supervisar y evaluar las rampas de emergencia para frenado en las carreteras, incluyendo las concesionadas, mediante programas de inspecciones periódicas, para comprobar que cumplan con las disposiciones de esta Norma y que se encuentren en buen estado. Los alcances de las inspecciones, su frecuencia y sus métodos o instrucciones de trabajo, se realizarán según las estrategias que establezcan dichas autoridades, para dar cumplimiento a las disposiciones de esta Norma.

9.2. El personal de evaluación, tanto de las unidades generales de servicios técnicos adscritas a los Centros SCT, como de las autoridades estatales y municipales responsables de proyectar, construir, operar y conservar carreteras, debe ser capacitado para llevar a cabo las actividades de supervisión e inspección de las rampas de emergencia para frenado, contenidas en la presente Norma.

10. Vigilancia

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por conducto de la unidad administrativa que corresponda para el caso de las carreteras federales, así como las autoridades estatales y municipales, encargadas de proyectar, construir, operar y conservar las carreteras, en el ámbito de su competencia, son las responsables de vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

11. Observancia

Esta Norma es de observancia obligatoria en todas las carreteras que tengan tramos con pendientes descendentes continuas y prolongadas según los criterios establecidos en el Capítulo 5 de esta Norma, incluyendo las que hayan sido concesionadas a particulares.

12. Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los 90 días siguientes de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Todo proyecto ejecutivo de rampas de emergencia para frenado en carreteras, debe cumplir con las disposiciones contenidas en esta Norma, a partir de su entrada en vigor.

Las rampas de emergencia para frenado existentes, que no se ajusten a las disposiciones indicadas en esta Norma, deben ser corregidas por la dependencia, entidad u organismo responsable de operar y conservar la carretera respectiva, o en el caso de que sea concesionada, por el concesionario correspondiente, en un plazo no mayor de nueve meses a partir de su entrada en vigor.

México, D.F., a 19 de mayo de 2009.- El Subsecretario de Transporte y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, **Humberto Treviño Landois**.- Rúbrica.