

LA NORMA TÉCNICA PERUANA 339.222: 2008. BARRERAS DE CONCRETO PRE FABRICADOS DE CONCRETO

Esta norma ha sido elaborada por el Comité Técnico Permanente de Cementos, Cales y Yesos. Su campo de aplicación es el de las barreras prefabricadas, que son definidas como sistemas de contención de vehículos fabricados en concreto y emplazados en la mediana o en los márgenes de carreteras y vías urbanas. El objetivo de las barreras prefabricadas es evitar que los vehículos se salgan del cauce de circulación, y lograr que reduzcan su velocidad y se reorienten sin sufrir daño.



Con el propósito de ubicar la norma en el ámbito de los sistemas de seguridad vial, se han dado los siguientes criterios:

- Método de construcción.
- Número de lados aptos para el impacto. Capacidad de contención.
- Perfil transversal.

Método de construcción

En función de su método de construcción, las barreras se clasifican en continuas, fabricadas in situ -mediante encofrados deslizantes o fijos- y prefabricadas.

Las barreras construidas in situ con encofrados fijos se emplean en pavimentos de J tramos cortos y cuando pueden levantarse en forma conjunta con la construcción o reparación de la vía.

El método de ejecución con encofrados deslizantes utiliza por lo general pavimentadoras de este tipo, a las que se acoplan los elementos necesarios. También se encuentran en el mercado equipos especialmente diseñados para la implementación de barreras in situ. El rendimiento por este procedimiento puede oscilar entre 500 y 1.000 metros por día de trabajo, siendo indispensable asegurar el suministro regular del concreto.

Las barreras prefabricadas presentan las ventajas de la producción en planta, donde es posible controlar de manera efectiva la geometría del elemento y sus dimensiones, así como la calidad y la resistencia del concreto y, finalmente, su aspecto.

Los tramos de barreras se pueden elaborar en varias dimensiones. Atendiendo a su manejo y peso, la longitud típica tiene 3 metros, y 1 metro para el caso de ajustes.

Número de lados aptos para el impacto

En función de su número de lados, las barreras se clasifican en simples y dobles. Las simples tienen una sección transversal que presenta un solo lado apto para el impacto. Las dobles, en cambio, cuentan una sección transversal con ambos lados aptos para el impacto.

La barrera simple es un elemento longitudinal y asimétrico que se utiliza como barrera lateral, al lado derecho de la calzada o en pares opuestos como separador central. Se ubica a los lados de una vía frente a terraplenes, depresiones o estructuras que signifiquen posibilidad de

colisión. Sirven también como protección de los muros de contención, revestimiento de túneles y barandas de puentes.

Las barreras dobles son elementos longitudinales simétricos que se utilizan como separador central entre calzadas en vías con doble sentido de circulación, al mismo nivel escalonadas. Están destinadas a resistir los choques frontales, que son los causantes del mayor número de accidentes mortales.



Criterios de capacidad de contención

En función del tipo de vehículos que son capaces de contener, las barreras se pueden clasificar en normales y especiales. Estas últimas son barreras cuyo comportamiento frente al impacto ha sido mejorado, con el fin de garantizar su eficacia ante el impacto de vehículos pesados.

En el caso de las colisiones severas, es importante definir los daños que producen en el conductor y los pasajeros, por efecto de la desaceleración que se produce, asumiendo diferentes direcciones. Este factor ha sido estudiado en pruebas desarrolladas en estaciones experimentales, con diferentes tipos de vehículos y maniqués en los que se instalan distintos sensores.

En condiciones de tráfico simuladas en estaciones experimentales, el comportamiento de los vehículos se registra dentro de un valor conocido como índice de severidad, cuyo límite máximo es la unidad, que representa la posibilidad de que los ocupantes no sufran daños.

$$IS = \frac{1}{2} (P/g) (v \text{ sen}\beta)^2$$

Donde:

IS = índice de severidad (KNm)

P = peso del vehículo (KN)

g = aceleración de la gravedad (m/s^2)

v = velocidad del impacto (m/s)

B = ángulo de impacto β

La regulación define las pruebas de choque a las cuales debe estar sujeta la barrera. Basadas en las características de desempeño, han sido definidas pruebas caracterizadas por la masa y la velocidad del vehículo colisionador, y por el ángulo (estándar) correspondiente al impacto vehículo-barrera.

La regulación requerida para definir el emplazamiento y el carácter de las barreras en el sistema vial debe comprender: a) las diferentes magnitudes de índice de severidad, que pueden ser homologadas de la experiencia internacional; b) el tipo de tráfico de acuerdo con el porcentaje de vehículos pesados que se prevén para la vía; y c) el tipo de vía según la norma oficial que las caracteriza, considerando vías extraurbanas y vías urbanas.



LA BARRERA TIPO NEW JERSEY

Perfil geométrico

La norma adopta tres perfiles basados en la barrera New Jersey: el tradicional, el perfil F y el perfil mejorado.

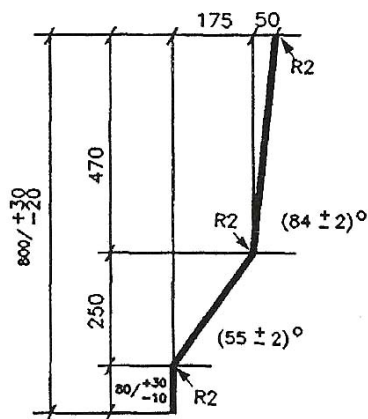
El perfil de la barrera New Jersey, que se aprecia en la figura 1, está compuesto por tres tramos, cada uno de los cuales tiene una función específica en su comportamiento.



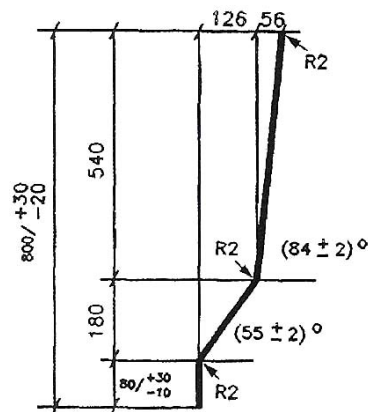
El tramo inferior es un plano vertical con una altura de 75 ± 10 mm, medidos a partir del nivel de la rasante (pavimento).

Posteriormente a la colocación de una sobrecapa en la vía, este tramo inferior puede incrementarse hasta una altura de 150 mm, sin que por ello se modifique el comportamiento de los vehículos que chocan contra la barrera. Sin embargo, hay que tener en cuenta que cualquier reducción de la altura de este tramo por debajo de 65 mm puede alterar negativamente su comportamiento.

Tramo intermedio: Es un plano de transición localizado inmediatamente sobre el tramo vertical. Tiene una inclinación de 55° con respecto a la horizontal, y unas proyecciones de 250 mm sobre la vertical y de 175 mm sobre la horizontal. Es conveniente que esté unido al tramo interior mediante una transición circular de 200 mm de radio.

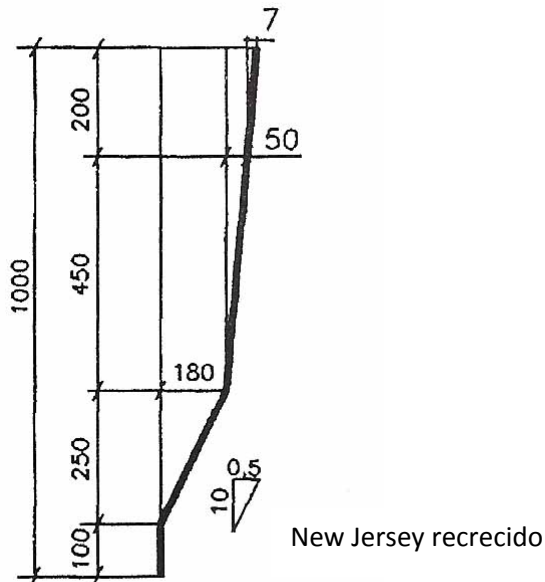


Perfil New Jersey



Perfil F

Tramo superior. Es un plano que tiene una inclinación de 84° con respecto a la horizontal y se prolonga hasta completar los 800 mm de altura de la barrera sobre el nivel de la rasante. También resulta conveniente que esté unido al anterior mediante una transición circular de 200 mm de radio.



Comportamiento de las barreras New Jersey

Al momento del choque, la rueda frontal del vehículo se pone en contacto con la parte vertical, de 7,5 cm de altura, que tiende a frenar y enderezar el vehículo.

La rueda asciende por la cara inclinada 55°, y una o ambas ruedas y el costado del vehículo son levantados hasta 26 cm por encima de la calzada. Esta elevación absorbe la energía del impacto y, equilibra el momento de vuelco mediante la compresión de la suspensión del vehículo. Con pequeños ángulos de impacto, esto sucede sin que la carrocería golpee la barrera.

Si la velocidad del vehículo y el ángulo de impacto son suficientemente altos, la rueda continúa ascendiendo por encima del talud de 55° y se pone en contacto con la parte superior casi vertical de la barrera. Esto completa el frenado y el encauzamiento del vehículo, redirigiéndolo al carril contiguo a la barrera, paralelamente a esta.

De acuerdo con el esquema de interacción vehículo-barrera, una barrera con perfil New Jersey que sea adecuada en términos estructurales absorberá la energía producida durante el impacto y posteriormente encauzará el vehículo. Sin embargo, para que esto se realice de manera satisfactoria, los parámetros de la trayectoria del vehículo y la disipación de energía deben estar dentro de los límites permisibles para sus ocupantes.

Mecanismo de absorción de la energía cinética

Las fuerzas involucradas en el impacto contra una barrera producen una cantidad de energía cinética relativamente grande, y para que el encauzamiento del vehículo sea eficiente, se requiere disipar esa energía producida haciendo que este absorba la menor cantidad posible, lo que depende del peso, el ángulo de incidencia y la velocidad del vehículo. Esta última se puede determinar calculando los componentes en las direcciones paralela y perpendicular a la barrera.

Suponiendo que durante la colisión no se aplicaran los frenos, en un encauzamiento satisfactorio la disipación de la energía paralela a la barrera se efectúa a través de la fuerza de fricción que se desarrolla por el contacto del vehículo con la barrera y de las llantas con el

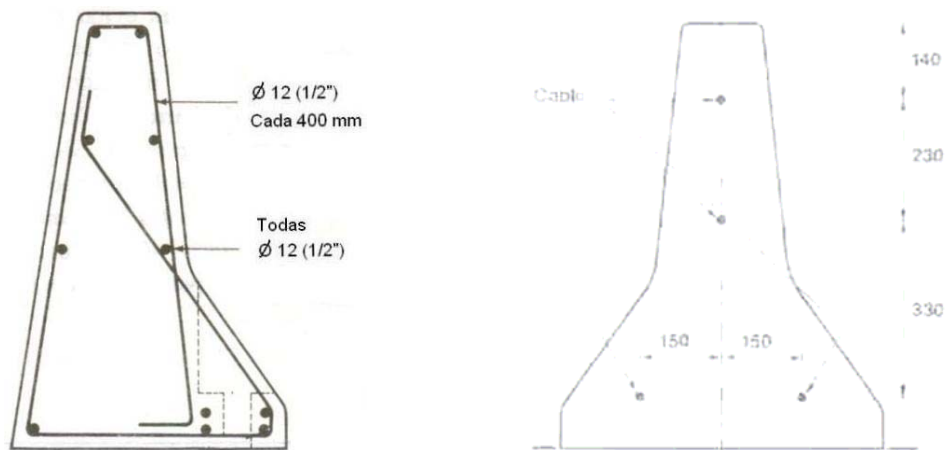
pavimento. En la mayoría de 19S diseños de barreras, la carrocería del vehículo que choca estará en contacto con la barrera hasta el momento en que este sea encauzado.

Sin embargo, para la barrera de concreto y en ángulos de incidencia pequeños, el único contacto del vehículo durante la colisión puede ser el de la llanta delantera del lado correspondiente. Así, la fuerza de fricción entre el vehículo y la barrera se origina en la llanta a medida que esta sube y cambia de dirección debido a la menor pendiente del tramo de transición.

El componente de la energía total perpendicular a la barrera debe ser absorbido en la retención del vehículo. Esto se lleva a cabo a través de la deformación elástica y plástica de la barrera, del vehículo o de ambos. En un sistema rígido, si la barrera no falla, una cantidad mínima de energía es absorbida por esta; y otra muy pequeña, por el suelo. Por lo tanto, en estas condiciones, el vehículo debe absorber o disipar casi toda esta energía.

Diseño estructural

El diseño estructural de las barreras prefabricadas de concreto deberá considerar los refuerzos de acero y los anclajes, sujetándose a las disposiciones de la norma E 060 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Esto en especial en lo relativo a los espesores de recubrimiento y a la longitud de desarrollo de refuerzo.



Concreto armado

La American Association of State Highway (ASSHTO) especifica que las barreras deben ser capaces de soportar una carga horizontal de 4.500 kg/m a una altura de 0,8 m. Para resistir el impacto de los vehículos en las barreras bidireccionales, utilizadas como separador central, se recomienda un refuerzo transversal.

En el diseño se deberá considerar la cuantía de acero de refuerzo que permita el manejo, el transporte y la colocación de la barrera sin que esta sufra daño. Todos los empalmes deberán desarrollar la misma resistencia que el acero de
Concreto pretensado

El recubrimiento mínimo de concreto sobre el acero de refuerzo debe ser de 50 mm; el refuerzo se debe colocar en el encofrado utilizando cualquier combinación de capas vibradas de concreto y mallas que contengan suficientes barras longitudinales o alambres que se

extiendan a través de la sección. De esta manera, la forma y la posición del refuerzo se mantendrán dentro del encofrado durante la colocación del concreto.

El sistema de cimentación y anclaje debe prevenir los movimientos laterales y horizontales de las barreras y consistirá en dowels, juntas machihembradas y dispositivos de anclaje.

Para garantizar la estabilidad de la barrera prefabricada frente a cargas o momentos de volcamiento, se especifica la necesidad de utilizar sistemas de anclaje con el fin de impedir su desplazamiento horizontal. Se indica que cada 0,5 m se utilizan dovelas alternadas de 20 cm de longitud y 2,5 cm de diámetro, embebidas en la fundación.

Las barreras con módulos prefabricados, que no se instalan con previsiones para evitar el volcamiento, se consideran como sistemas flexibles.

Los dispositivos para el izaje de las barreras no deberán estar en la cara superficial de estas.

Construcción

Las barreras prefabricadas ofrecen ventajas en la medida en que cumplen el diseño geométrico, presentan una apariencia conveniente y facilitan la tarea de alcanzar los requisitos de resistencia, porque es posible controlar de manera estricta las dimensiones de los elementos y la calidad del concreto.

Un problema que se presenta en el caso de las barreras prefabricadas es el de asegurar la correcta transmisión de las cargas generadas por el impacto, tanto de unos bloques a otros como a la superficie de apoyo.

Una de las formas más económicas es el machihembrado, que puede tener carácter total, en toda la altura de la barrera, y que permite que todos los tramos sean iguales, con un extremo saliente y el otro entrante. También existe el machihembrado parcial, que deja sobre el plano superior una junta recta, que requiere fabricar dos tipos de elementos, con extremos machos y hembras en ambos casos.

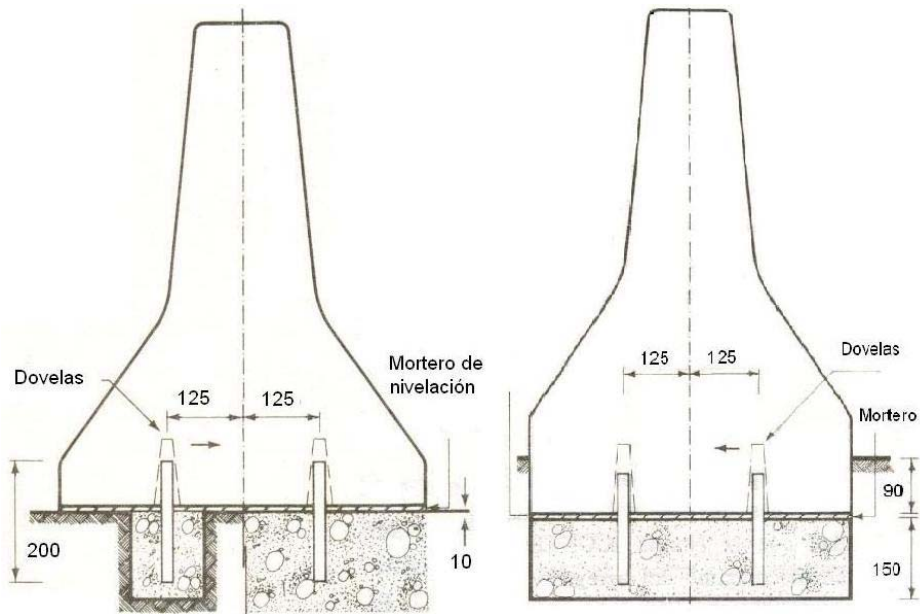
Las barreras prefabricadas tienen por lo general una longitud de 3 metros y un peso aproximado de 1.800 kg. Para realizar ajustes en los tramos, se utilizan elementos prefabricados de un metro de longitud.

Para asegurar la durabilidad del concreto, el contenido mínimo de cemento debe ser de 310 kg/m³ y la relación a/c no deberá ser mayor de 0,45.

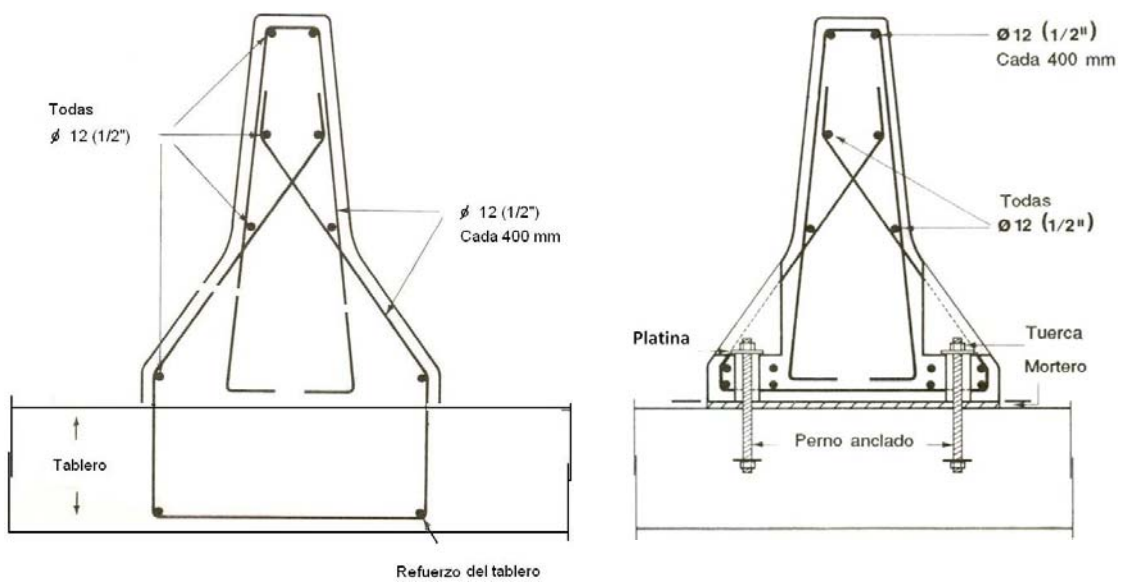
El concreto con el que se elaboran las barreras de seguridad debe tener una resistencia a la compresión mínima de 28 MPa a los 28 días.

Se especifican las condiciones de curado, admitiéndose el tipo de curado húmedo, el curado con vapor a baja presión, el curado con membrana y el curado con agua.

La presentación de la barrera deberá ser la de un concreto liso y uniforme, sin grietas significativas ni irregularidades mayores de 6mm determinadas con el borde de una regla de 3 metros.



Tipos de anclaje en calzadas



Tipos de anclaje en puentes

Referencia: ASSHTO
 Tomado del trabajo de MGC-ASOCEM