



ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

NAV 0-2-3.0

GEOMETRÍA DE LA VÍA
DETERMINACIÓN DE LAS VELOCIDADES MÁXIMAS
ADMISIBLES POR TRAZADO. ANCHO NOMINAL
1668 mm Y VELOCIDADES HASTA 220 km/h

1ª EDICIÓN: Septiembre de 2003

RENFE

U. N. Mantenimiento de Infraestructura
Dirección Técnica

Geometría de la vía.

Determinación de las velocidades máximas
admisibles por trazado. Ancho nominal
1668 mm y velocidades hasta 220 km/h

N.R.V. 0-2-3.0.

GEOMETRÍA DE LA VÍA.- DETERMINACIÓN DE LAS VELOCIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES POR TRAZADO. ANCHO NOMINAL 1668 mm Y VELOCIDADES HASTA 220 km/h

ÍNDICE	Página
1. Introducción.....	1
1.0. Exposición general	1
1.1. Objeto de la Norma.....	1
1.2. Campo de aplicación	1
1.3. Vigencia de la Norma.....	1
1.4. Documentación derogada	1
2. Parámetros de cálculo.....	1
3. Valores límite admisibles	3
I. Definiciones	5
II. Documentos relacionados con la presente Norma.....	7
ANEJO: SÍMBOLOS	

1. INTRODUCCIÓN

1.0. EXPOSICIÓN GENERAL

La evolución experimentada por el ferrocarril en los últimos años ha generado una diversificación de las explotaciones en las líneas convencionales de nuestra Red. El objetivo de prosperar en parámetros básicos de la oferta ferroviaria —como son el confort y la velocidad— ha posibilitado el desarrollo de numerosas iniciativas tecnológicas, tanto en el material rodante como en la superestructura de la vía. De este modo, se ha alcanzado una gradación en los trenes que abarca desde el clásico tipo N (aceleración sin compensar a_q admisible de $0,65 \text{ m/s}^2$) hasta el tipo D ($1,8 \text{ m/s}^2$), al tiempo que se han acondicionado líneas para la asunción de velocidades máximas en vía general de 200-220 km/h.

Teniendo en consideración estas premisas, el análisis y evaluación de las velocidades máximas de paso en trazados en curva adquiere una singular resonancia, al constituirse éstas en causa fundamental de la limitación efectiva del tiempo de recorrido de las circulaciones.

El conocimiento de la metodología de cálculo aplicada en la actualidad, que en esta Norma se expone, ha de resolver asimismo las cuestiones que sobre el origen y composición de los Cuadros de Velocidades Máximas pudieran plantearse.

1.1. OBJETO DE LA NORMA

El presente documento tiene por objeto establecer los criterios de cálculo de las velocidades máximas de circulación de los trenes hasta 220 Km/h sobre vías de ancho nominal 1668 mm y tráfico mixto, desde el punto de vista de las características del trazado, exclusivamente.

1.2. CAMPO DE APLICACIÓN

Las prescripciones y conceptos aquí vertidos son de aplicación en trazados de ancho nominal 1668 mm y velocidades de circulación por vía general de hasta 220 Km/h.

1.3. VIGENCIA DE LA NORMA

Esta norma empezará a regir el día de su publicación impresa.

1.4. DOCUMENTACIÓN DEROGADA

A partir de la fecha de entrada en vigor del presente documento queda sin efecto cualquier otro publicado con anterioridad que se oponga a sus prescripciones, al menos en lo que a ellas se refiere.

2. PARÁMETROS DE CÁLCULO

Para determinar la máxima velocidad de circulación admisible en una curva hay que analizar tres tipos de criterios:

- Fatiga de los elementos de la vía y los vehículos.
- Seguridad

- al vuelco.
 - al descarrilamiento.
 - al ripado de la vía.
- Confort.

Sobre una vía y con unos vehículos contruidos y mantenidos de acuerdo con las normas técnicas vigentes, el criterio más restrictivo desde el punto de vista de la velocidad máxima admisible es el confort.

El confort en curva depende a su vez de tres parámetros:

- En curva circular: la insuficiencia de peralte I (mm).

En vías de ancho 1668 mm, la insuficiencia de peralte viene dada por la expresión:

$$I(\text{mm}) = 13,6 \frac{V^2}{R} - D$$

Un peralte escaso hace que el viajero se sienta incómodo, ya que las fuerzas de inercia tienden a lanzarlo lateralmente, si la insuficiencia de peralte es elevada.

Esta insuficiencia de peralte modifica los esfuerzos verticales y transversales sobre el carril exterior y los transversales sobre el tramo de vía cargado.

- En curva de transición:

Para los trenes rápidos sólo hay que considerar el punto de vista de calidad de marcha (comodidad) y la posibilidad de una plataforma de vía no suficientemente estable.

Este factor de comodidad viene afectado al producirse movimientos de rotación del vehículo alrededor de su eje longitudinal a través de su suspensión, con el consiguiente retardo de la inclinación respecto al plano de la vía, produciéndose, por ello, una excitación de las oscilaciones de giro y una reducción de a_q .

- La variación de la insuficiencia de peralte con respecto al tiempo $\Delta I/\Delta t$ (mm/s).

Para las curvas de transición con variación lineal de curvatura y rampa de peralte constante, en las que ΔI es la variación total de la insuficiencia de peralte, se cumplirá:

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{V_{m\acute{a}x}}{3,6 \cdot L} \cdot \Delta I \quad (\text{mm/s})$$

- La variación del peralte con respecto al tiempo $\Delta D/\Delta t$ (mm/s).

Para las curvas de transición con variación lineal de curvatura y rampa de peralte constante, en las que ΔD es la variación total del peralte, se cumplirá:

$$\frac{\Delta D}{\Delta t} = \frac{\Delta D \cdot V_{m\acute{a}x}}{3,6 \cdot L} \quad (\text{mm/s})$$

3. VALORES LÍMITE ADMISIBLES

Los valores límite admisibles en plena vía para los tres parámetros de cálculo, en función del tipo de tren, son:

Parámetros	Tipos de tren				
	N	A	B	C	D
$I(\text{mm})$	115	175	212	265	318
$\Delta I/\Delta t$ (mm/s)	75	75	75	75	-
$\Delta D/\Delta t$ (mm/s)	50	50	50	50	

La velocidad máxima admisible para cada tipo de tren en una curva dada, desde el punto de vista exclusivo del trazado, será la mayor de las velocidades para las que los tres parámetros anteriores no sobrepasen los límites fijados en la tabla.

A los efectos prácticos de determinación de los Cuadros de Velocidades Máximas, y al tratarse de un criterio de confort, no de seguridad, la velocidad máxima obtenida se redondeará al valor múltiplo de 5 más próximo.

Al paso por los aparatos de vía se limitarán los parámetros anteriores a lo indicado en la norma N.R.V. 0-2-2.1: "Geometría de la vía. Trazado de la vía en puntos singulares".

I. Definiciones

Curva circular.- Curva de radio constante.

Curva compuesta.- Curva formada por dos curvas circulares de diferente radio y mismo sentido de curvatura. Estas dos curvas adyacentes pueden estar unidas mediante curvas de transición.

Curva de transición.- Curva de radio variable. Las curvas de transición pueden encontrarse entre dos curvas circulares, cada una de radio diferente, o entre una curva circular y una recta. Normalmente se utilizan la clotoide o la parábola cúbica para las curvas de transición, resultando una variación constante de la curvatura y del peralte. En algunos casos, el diagrama de curvatura se redondea en sus extremos. Dentro de estos tipos de transiciones, existe generalmente proporcionalidad entre la curvatura y el peralte.

Con las curvas de transición, se pretende evitar la aparición o desaparición instantánea de las fuerzas de inercia o centrípetas, al pasar de una alineación recta a otra circular o viceversa, y mediante los peraltes disminuir las fuerzas de ripado sobre el plano de la vía, así como minimizar las aceleraciones desestabilizadoras sobre los viajeros o mercancías, evitando los impactos bruscos. La variación tanto de la aceleración centrífuga como del peralte se realizan de una forma paulatina.

Curva y contracurva.- Secuencia de trazado formada por dos circulares con diferente sentido de curvatura. Estas dos curvas adyacentes pueden estar unidas mediante curvas de transición.

Insuficiencia de peralte.- Cuando la velocidad de un vehículo que circula por una curva es mayor que la velocidad de equilibrio actuará una fuerza transversal (en el plano de la vía) dirigida hacia el exterior de la curva. El peralte es por lo tanto insuficiente para esta velocidad y la fuerza resultante pasará más cerca del carril exterior que del carril interior de la curva. Las condiciones de equilibrio cuasiestático podrían restablecerse aumentando el peralte en la cantidad en que resulta insuficiente para dicha velocidad. Esta cantidad es conocida como insuficiencia de peralte.

Peralte.- Magnitud en que un carril de la vía se encuentra más elevado que el otro.

El peralte es positivo cuando el carril exterior de la vía en curva está a un nivel más elevado que el carril interior y es negativo cuando el carril interior de la vía está a un nivel más elevado que el carril exterior de la misma.

Peralte de equilibrio.- Cuando la velocidad de un vehículo que circula por una vía en curva es tal que la resultante del peso del vehículo y de la fuerza centrífuga es perpendicular al plano de la vía, se dice entonces que está en equilibrio cuasiestático. Para obtener esta condición en una vía en curva es necesario elevar un carril con respecto al otro en una determinada magnitud. Esta magnitud es conocida como peralte de equilibrio.

Variación del peralte con respecto al tiempo.- Es la cantidad en la que el peralte se incrementa o se reduce por unidad de tiempo, relativa a la velocidad máxima del vehículo que circula por una transición. Por ejemplo, "35 mm por segundo" significa que un vehículo que está circulando por una curva de transición a la máxima velocidad permitida experimentará una variación en el peralte de 35 mm cada segundo. (Este concepto se puede aplicar también para cualquier velocidad de circulación de los vehículos).

Variación de la insuficiencia de peralte con respecto al tiempo.- Es la cantidad en que la insuficiencia de peralte aumenta o se reduce por unidad de tiempo, relativa a la velocidad máxima de un vehículo que circula por una transición. Por ejemplo, "35 mm por segundo" significa que un vehículo que está circulando por una curva de transición a la máxima velocidad permitida experimentará una variación en la insuficiencia de peralte de 35 mm cada segundo. (Este concepto se puede aplicar también para cualquier velocidad de circulación de los vehículos).

Velocidad máxima admisible.- Es la máxima velocidad que puede ser permitida en una curva con transiciones asociadas, cuando han sido tomados en consideración: el radio, el peralte, la insuficiencia de peralte, las variaciones del peralte y de la insuficiencia con respecto al tiempo y otros parámetros.

II. Documentos relacionados con la presente Norma

N.R.V. 0-2-2.1.	Geometría de la vía. Trazado de la vía en puntos singulares. Ed.
N.T.C. 001.94	Norma Técnica de Circulación. Material Rodante. Dirección de Inspección y Seguridad. Mayo-94.
Consigna C experimental nº 62	Creación de los tipos especiales C y D. Dirección de Protección Civil y Seguridad en la Circulación. Abril-02.
N.T.C. MA 001	Prescripciones Técnicas del Material Rodante convencional. Dirección de Seguridad en la Circulación. De próxima edición.
ENV 13803-1	Parámetros de diseño de vía. Vía con ancho 1435 mm y superiores. Parte1: Plena vía. CEN (Comité Europeo de Normalización). Noviembre-02.

Ed.: Documento editado que figura en el Catálogo oficial.
Las normas NRV que carecen de esta abreviatura son contempladas en la programación de futuras publicaciones.

ANEJO: SÍMBOLOS

A continuación se incluyen los símbolos utilizados en el presente documento:

a_q	Aceleración transversal no compensada (cuasiestática) en el plano de la vía (m/s^2)
D	Peralte (mm)
ΔD	Variación total del peralte a lo largo de una curva de transición, entre recta y curva o entre dos curvas consecutivas de diferente radio (mm)
$\Delta D/\Delta t$	Variación de peralte con respecto al tiempo (mm/s)
I	Insuficiencia de peralte (mm)
ΔI	Variación total de la insuficiencia de peralte a lo largo de una curva de transición, entre recta y curva o entre dos curvas consecutivas de diferente radio (mm/s)
$\Delta I/\Delta t$	Variación de la insuficiencia de peralte con respecto al tiempo (mm/s)
L	Longitud de la curva de transición en el plano horizontal (m)
R	Radio de la curva en planta, medido en el eje de la vía (m)
t	Tiempo (s)
V	Velocidad de la línea (km/h)
$V_{m\acute{a}x}$	Velocidad máxima en curva (km/h)



ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS