

Enero 2009

TÍTULO

Aplicaciones ferroviarias

Vía

Calidad de la geometría de la vía

Parte 5: Niveles de calidad geométrica

Railway applications. Track. Track geometry quality. Part 5: Geometric quality levels.

Applications ferroviaires. Voie. Qualité géométrique de la voie. Partie 5: Niveaux de la qualité géométrique de la voie.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 13848-5:2008.

OBSERVACIONES

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 25 *Aplicaciones ferroviarias* cuya Secretaría desempeña CETREN.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 4175:2009

© AENOR 2009
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Génova, 6
28004 MADRID-España

info@aenor.es
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201
Fax: 913 104 032

21 Páginas

Grupo 15

ICS 93.100

Versión en español

Aplicaciones ferroviarias
Vía
Calidad de la geometría de la vía
Parte 5: Niveles de calidad geométrica

Railway applications. Track. Track geometry quality. Part 5: Geometric quality levels.

Applications ferroviaires. Voie. Qualité géométrique de la voie. Partie 5: Niveaux de la qualité géométrique de la voie.

Bahnanwendungen. Oberbau. Qualität der Gleisgeometrie. Teil 5: Geometrische Qualitätsstufen.

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2008-02-07.

Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional. Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
CENTRO DE GESTIÓN: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

© 2008 CEN. Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CEN.

ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO	5
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	6
2 NORMAS PARA CONSULTA	6
3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....	6
4 SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	6
5 ANTECEDENTES.....	7
6 VISIÓN GENERAL	7
7 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD GEOMÉTRICA DE LA VÍA	8
8 LÍMITES DE ACCIÓN INMEDIATA	9
8.1 Comentarios introductorios	9
8.2 Ancho de vía	9
8.3 Nivel longitudinal.....	10
8.4 Peralte	11
8.5 Alineación	11
8.6 Alabeo	11
9 LÍMITES DE ALERTA E INTERVENCIÓN	12
ANEXO A (Informativo) IMPORTANCIA RELATIVA DE VARIOS PARÁMETROS	13
A.1 Sistema vehículo-vía	13
A.2 Influencia de los parámetros de la geometría de la vía en el comportamiento y la seguridad del vehículo	14
A.3 Otros criterios	14
ANEXO B (Informativo) LÍMITES DE INTERVENCIÓN Y ALERTA	15
B.1 Introducción	15
B.2 Límites de alerta e intervención.....	15
B.2.1 Ancho de vía	15
B.2.2 Nivel longitudinal.....	16
B.2.3 Peralte	16
B.2.4 Alineación	17
B.2.5 Alabeo	17
ANEXO ZA (Informativo) CAPÍTULOS DE ESTA NORMA EUROPEA RELACIONADOS CON LOS REQUISITOS ESENCIALES U OTRAS DISPOSICIONES DE LA DIRECTIVA 96/48/CE MODIFICADA POR LA DIRECTIVA 2004/50/CE.....	19
BIBLIOGRAFÍA.....	21

PRÓLOGO

Esta Norma Europea EN 13848-5:2008 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 256 *Aplicaciones ferroviarias*, cuya Secretaría desempeña DIN.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación antes de finales de septiembre de 2008, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de septiembre de 2008.

Esta norma europea ha sido elaborada bajo un Mandato dirigido a CEN por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Comercio, y soporta los requisitos esenciales de la Directiva UE 96/48/CE del 23 de julio de 1996 sobre la Interoperabilidad del sistema ferroviario trans-europeo de alta velocidad modificada por la directiva UE 2004/50/CE del parlamento europeo y del consejo del 29 de abril de 2004.

La relación con las Directivas UE se recoge en el anexo informativo ZA, que forma parte integrante de esta norma.

Esta norma forma parte de la serie de Normas EN 13848 "*Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de la vía*" que se enuncia a continuación:

- *Parte 1: Caracterización de la geometría de vía.*
- *Parte 2: Sistemas de medición. Vehículos de registro de la vía.*
- *Parte 3: Sistemas de medición. Máquinas de construcción y de mantenimiento de la vía.*
- *Parte 4: Sistemas de medición. Dispositivos de pesado manual y ligero.¹⁾*
- *Parte 5: Niveles de calidad geométrica.*

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

1) A publicar.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma europea define los requisitos mínimos para los niveles de calidad de la geometría de la vía, y especifica los límites de seguridad correspondientes para cada parámetro según se define en la Norma EN 13848-1.

Esta norma cubre los siguientes aspectos:

- descripción de los niveles de calidad;
- importancia relativa de los parámetros;
- límites de acción inmediata;
- consideraciones sobre otros niveles de calidad.

Esta norma europea se aplica para alta velocidad y para línea convencional de ancho de vía de 1 435 mm y mayores, con tal de que los vehículos que operan en esas líneas cumplan con la Norma EN 14363 y otras normas de seguridad de los vehículos.

Para líneas que están cubiertas por la ETI de infraestructura de alta velocidad, prevalecen los requisitos establecidos en la ETI INS AV. Cualquier parámetro de la geometría de la vía que no esté cubierto por la ETI INS AV necesita cumplir con esta norma europea.

2 NORMAS PARA CONSULTA

No aplicable.

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones siguientes:

3.1 ancho de vía nominal:

Valor de referencia para el ancho de vía utilizado por las redes individuales.

3.2 ancho de vía de diseño:

Valor de diseño del ancho de vía para una sección de vía dada, que podría ser diferente del ancho de vía nominal.

3.3 nivel QN1:

Véase la Norma EN 14363.

3.4 nivel QN2:

Véase la Norma EN 14363.

3.5 nivel QN3:

Véase la Norma EN 14363.

4 SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Para los fines de este documento, se aplican los siguientes símbolos y abreviaturas.

Tabla 1 – Símbolos y abreviaturas

Símbolo o abreviatura	Designación	Unidad
<i>AL</i>	Límite de alerta	mm o mm/m
<i>IL</i>	Límite de intervención	mm o mm/m
<i>IAL</i>	Límite de acción inmediata	mm o mm/m
<i>D1</i>	Rango de longitud de onda <i>D1</i> : $3\text{ m} < \lambda \leq 25\text{ m}$	m
<i>D2</i>	Rango de longitud de onda <i>D2</i> : $25\text{ m} < \lambda \leq 70\text{ m}$	m
<i>D3</i>	Rango de longitud de onda <i>D3</i> : $70\text{ m} < \lambda \leq 150\text{ m}$ para nivel longitudinal Rango de longitud de onda <i>D3</i> : $70\text{ m} < \lambda \leq 200\text{ m}$ para alineación	m
<i>ETI INS AV</i>	Especificación técnica de interoperabilidad de la infraestructura de alta velocidad	
ℓ	Longitud de base del alabeo	m
λ	Longitud de onda	m
<i>N/A</i>	No aplicable	
<i>r</i>	Radio de curva	m
<i>u</i>	Peralte	mm
<i>V</i>	Velocidad	km/h

5 ANTECEDENTES

La importancia de conocer la calidad geométrica de la vía surge en la mitad del siglo XX, cuando los administradores de la infraestructura europea desarrollaron sus propios vehículos registradores de vía permitiendo una medición continua de la geometría de la vía basados en sus propias normas de evaluación de la calidad geométrica de la vía.

Estos desarrollos independientes provocaron diferentes métodos de medición y evaluación que ya no son adecuados a la vista de los requisitos de la interoperabilidad de los ferrocarriles europeos. Esto se debe a que es difícil comparar las condiciones geométricas de la vía de varias infraestructuras europeas. Además, por lo menos por razones de seguridad, es necesario realizar tales comparaciones. El principal objetivo de esta norma es definir un mínimo de calidad de la geometría de la vía que garantice un funcionamiento seguro de los trenes basado en la experiencia de varios administradores de infraestructura ferroviaria europea.

6 VISIÓN GENERAL

Esta norma europea establece niveles de calidad, en particular límites de actuación inmediata, con el propósito de armonizar las normas de calidad geométrica de la vía europea.

Esto puede ser importante en la:

- optimización de los trabajos de mantenimiento de la geometría de la vía;
- optimización de la calidad de la rodadura de los vehículos y la carga dinámica de la vía;
- armonización de los procedimientos de aceptación de los vehículos.

Los requisitos dados en esta norma europea que deberían tenerse en cuenta por:

- administradores de la infraestructura;
- gestores del mantenimiento de la vía;
- fabricantes de los vehículos;
- contratistas de vía;
- autoridades reguladoras;
- motivos de investigación.

Los valores establecidos en esta norma europea están basados en los valores prescritos por varios ferrocarriles europeos. Además, esta norma tiene en cuenta, hasta donde es posible, los estudios previos realizados sobre estos tópicos:

- anexo C de la Norma EN 14363:2005;
- *ETI* del subsistema de infraestructura de alta velocidad;
- ORE cuestión B55 informe N° 8 (1983).

7 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD GEOMÉTRICA DE LA VÍA

Todos los parámetros definidos en la Norma EN 13848-1 son tratados en esta norma europea; su importancia y su influencia sobre el comportamiento de los vehículos están descritos en el anexo A.

Tres indicadores pueden describir la calidad geométrica de la vía:

- valores extremos de los defectos aislados;
- desviaciones típicas sobre una longitud definida, típicamente 200 m;
- valor medio.

NOTA 1 Deberían tenerse en cuenta las sucesiones de defectos aislados porque podrían provocar efectos de resonancia, y la combinación de defectos en varios parámetros en la misma localización (véase el anexo A).

Deben considerarse tres niveles principales:

- Límite de acción inmediata (**IAL**): referido a los valores que, si se superan, requieren tomar medidas para reducir el riesgo de descarrilamiento a un nivel aceptable. Esto puede hacerse ya sea cerrando la línea, reduciendo la velocidad o corrigiendo la geometría de la vía.
- Límite de intervención (**IL**): referido a los valores que, si se superan, requieren mantenimiento correctivo con vistas a que los límites de la acción inmediata no se alcancen antes de la siguiente inspección.
- Límite de alerta (**AL**): referido a los valores que, si se superan, requieren que las condiciones de la geometría de la vía se analicen y se tenga en cuenta en las operaciones de mantenimiento planificadas regularmente.

Estos valores se dan en función de la velocidad, que es un factor importante para la evaluación de la calidad de la geometría de la vía. Las partes 2, 3 y 4 de la Norma EN 13848 dan métodos de medición para la geometría de la vía mediante los cuales puede evaluarse la calidad de la geometría de la vía.

Los valores de las tablas están dados para una vía cargada según se define en la Norma EN 13848-1. Cuando las mediciones están realizadas sobre vía descargada, es necesario tener en cuenta la diferencia en los valores medidos que se puede producir.

La parte normativa de la norma proporciona los *IALs* para defectos aislados y para un ancho de vía medio.

La parte informativa de esta norma europea proporciona los *ILs* y *ALs* para defectos aislados y ancho de vía medio, y los *ALs* para desviaciones típicas.

Los límites de la geometría de la vía *AL*, *IL*, y *IAL* son diferentes de los 3 niveles de aceptación de los vehículos QN1, QN2 y QN3 utilizados en la Norma EN 14363. De modo particular, QN3 es completamente diferente de *IAL* ya que según la Norma EN 14363, caracteriza secciones de vía que no muestran calidad de geometría de vía usual. El nivel de calidad QN3, sin embargo, no representa el estado de mantenimiento más adverso, sino el que todavía permite la explotación regular del tren.

NOTA 2 Puede utilizarse un nivel de calidad adicional de la geometría de la vía para la aceptación de los trabajos de vía (véase la Norma EN 13231-1).

NOTA 3 El límite de intervención depende de la política de mantenimiento correctivo, la frecuencia de las inspecciones y la velocidad de evolución del defecto.

8 LÍMITES DE ACCIÓN INMEDIATA

8.1 Comentarios introductorios

Los valores límites de la acción inmediata dados en esta norma derivan de la experiencia y de las consideraciones teóricas de la interacción rueda – carril, puesto que no es posible realizar ensayos reales con diferentes vehículos hasta el punto de descarrilamiento.

Sobrepasar estos valores límites de acción inmediata requiere implementar medidas específicas para reducir los riesgos de descarrilamiento u otros peligros hasta un nivel aceptable.

El rango de longitud de onda *D3* no se tiene en cuenta en lo siguiente, puesto que no está directamente relacionado con la seguridad, sino con la calidad de la rodadura del vehículo.

Los límites de acción inmediata dados en las siguientes tablas y figuras, son normativos.

Con la excepción del ancho de vía, todos los valores establecidos son absolutos.

8.2 Ancho de vía

Los valores dados en las tablas siguientes se aplican a los anchos de vía nominal 1 435 mm, 1 524 mm y 1 668 mm. Las redes que utilizan otros valores nominales de ancho de vía deben ajustar los valores de forma conveniente.

El ancho de vía de referencia en la *ETI INS AV* es de 1 435 mm.

NOTA Los valores máximos y mínimos de las tablas 2 y 3 son independientes del ancho de vía de diseño.

Tabla 2 – Ancho de vía – *IAL* – Defectos aislados – Ancho de vía nominal al valor pico

Velocidad (en km/h)	Ancho de vía nominal al valor pico (en mm) <i>IAL</i>		Ancho de vía nominal al valor pico (en mm) <i>ETI INS AV</i> (recordatorio)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
$V \leq 80$	-11	+35	-9	+35
$80 < V \leq 120$	-11	+35	-9	+35
$120 < V \leq 160$	-10	+35	-8	+35
$160 < V \leq 230$	-7	+28	-7	+28
$230 < V \leq 300$	-5	+28	-5	+28

Tabla 3 – Ancho de vía – IAL – Ancho de vía nominal al ancho de vía medio sobre 100 m

Velocidad (en km/h)	Ancho de vía nominal al ancho de vía medio sobre 100 m (en mm)	
	Mínimo	Máximo
$V \leq 40$	N/A	+32
$40 < V \leq 80$	-8	+32
$80 < V \leq 120$	-7	+27
$120 < V \leq 160$	-5	+20
$160 < V \leq 230$	-5	+20
$230 < V \leq 300$	-3	+20

NOTA Los valores mínimos pueden disminuirse en 1 mm cuando la inclinación nominal del carril es 1:20.

Tabla 4 – Ancho de vía – IAL ETI INS AV – Valores mínimos de ancho de vía medio (mm) sobre 100 m en servicio, en vía recta y en curvas de radio $R > 10\,000$ m (recordatorio)

Velocidad (en km/h)	Valor mínimo de ancho de vía medio (mm) sobre 100 m en servicio, en vía recta y en curvas de radio $R > 10\,000$ m
$V \leq 160$	1 430
$160 < V \leq 200$	1 430
$200 < V \leq 230$	1 432
$230 < V \leq 250$	1 433
$250 < V \leq 280$	1 434
$280 < V \leq 300$	1 434
$V > 300$	1 434

8.3 Nivel longitudinal

Tabla 5 – Nivel longitudinal – IAL – Defectos aislados – Valor medio a pico

Velocidad (en km/h)	Valor medio a pico (en mm)	
	Rango de longitud de onda	
	D1	D2
$V \leq 80$	28	N/A
$80 < V \leq 120$	26	N/A
$120 < V \leq 160$	23	N/A
$160 < V \leq 230$	20	33
$230 < V \leq 300$	16	28

En la tabla de arriba, el valor medio se calcula sobre una longitud de al menos dos veces la longitud de onda más alta en el rango D1 o D2. En la práctica, el valor medio estará próximo a cero y por lo tanto pueden utilizarse los valores de cero a pico.

Debe prestarse especial atención a los defectos de longitud de onda corta, que aunque improbables, pueden llegar a ser peligrosos cuando su amplitud es alta.

NOTA Para velocidades menores o iguales a 40 km/h, el límite puede aumentarse a 31 mm.

8.4 Peralte

Esta norma no suministra valores *IAL* para peraltes porque el riesgo asociado con un defecto de peralte está sujeto al alabeo y a la deficiencia de peralte. Se dan valores *IAL* para alabeo en el apartado 8.6. Los límites de deficiencia de peralte dependen del diseño de alineación de vía y reglas de construcción, y las características del tráfico, en cada red.

Cada administrador de infraestructura puede especificar límites para su propia red, teniendo en cuenta las características anteriores.

8.5 Alineación

Tabla 6 – Alineación – *IAL* – Defectos aislados – Valor medio a pico

Velocidad (en km/h)	Valor medio a pico (en mm)	
	Rango de longitud de onda	
	<i>D1</i>	<i>D2</i>
$V \leq 80$	22	N/A
$80 < V \leq 120$	17	N/A
$120 < V \leq 160$	14	N/A
$160 < V \leq 230$	12	24
$230 < V \leq 300$	10	20

En la tabla de arriba, el valor medio se calcula sobre una longitud de al menos dos veces la longitud de onda más alta en el rango *D1* o *D2*. En la práctica, el valor medio estará próximo a cero y por lo tanto pueden utilizarse los valores de cero a pico.

Debería prestarse especial atención a los defectos de longitud de onda corta que, aunque improbables, pueden llegar a ser peligrosos cuando su amplitud es alta.

NOTA 1 Para velocidades menores o iguales a 40 km/h, el límite puede aumentarse a 25 mm.

NOTA 2 Algunos tipos de construcciones de vía pueden tener un riesgo mayor de pandeo cuando están sujetos a defectos de alineación de mayor amplitud.

8.6 Alabeo

El límite de alabeo de la vía es una función de la longitud base de la medición aplicada (ℓ) según una de las ecuaciones:

$$1) \text{ Alabeo límite} = ((20/\ell) + 3) \quad \text{para} \quad u \leq (r - 100)/2 \quad (\text{curva A})$$

con un valor máximo de:

7 mm/m para líneas diseñadas para velocidad $V \leq 200$ km/h;

5 mm/m para líneas diseñadas para velocidad $V > 200$ km/h;

$$2) \text{ Alabeo límite} = ((20/\ell) + 1,5) \quad \text{para} \quad (r - 100)/2 < u < (r - 50)/1,5 \quad (\text{curva B})$$

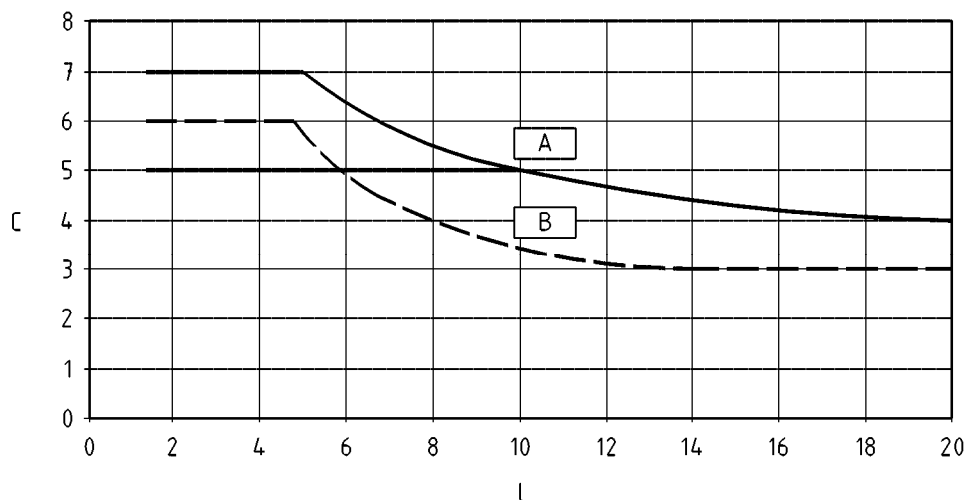
con un valor máximo de 6 mm/m y un valor mínimo de 3 mm/m.

Para ambas ecuaciones:

ℓ es la longitud base de alabeo, con $1,3 \text{ m} \leq \ell \leq 20 \text{ m}$;

u es el peralte (en mm);

r es el radio de la curva (en m).



Leyenda

- l longitud base de alabeo (en m) – véase la tabla 1
 C Valor IAL para alabeo (en mm/m)

Figura 1 – Alabeo – IAL – Defectos aislados – Valor cero a pico

Los valores de alabeo según la figura de arriba deben aplicarse únicamente si el alabeo se extiende por lo menos a 2 m.

La mínima longitud de base considerada aquí es 1,3 m y el máximo es 20 m, según ORE B55 RP8.

NOTA 1 Puede permitirse exceder los límites de peralte u con tal que se tomen otras medidas para garantizar la seguridad, por ejemplo, instalación de carriles de comprobación o sistema de lubricación de carril.

NOTA 2 Para longitudes base de alabeo largas, ciertas curvas cerradas con un alabeo de diseño alto requieren un cuidado especial en el mantenimiento debido a la pequeña diferencia entre los valores IAL y los valores del alabeo de diseño.

NOTA 3 Para anchos de vía mayores de 1 435 mm, deberían utilizarse diferentes límites de peralte u .

9 LÍMITES DE ALERTA E INTERVENCIÓN

A diferencia de los límites de acción inmediata, que tienen en cuenta la interacción vehículo/vía, así como el riesgo de acontecimientos inesperados (véase el anexo A), los otros niveles de calidad están ligados con la política de mantenimiento.

La política de mantenimiento puede estar dirigida ya sea a mantener únicamente la seguridad o a conseguir una buena calidad de rodadura, inferior coste del ciclo de vida o un servicio más atractivo (velocidad más alta) además de la seguridad. Los límites de alerta e intervención establecidos por los administradores europeos de infraestructura se establecerán al menos para garantizar la seguridad y pueden estar sujetos a conseguir un nivel dado de calidad de rodadura.

La frecuencia de las inspecciones debería elegirse teniendo en cuenta los niveles de intervención y alerta establecidos en cada norma de la administración de infraestructura europea y para asegurar la calidad geométrica de la vía.

Por estas razones, los valores dados en el anexo B deberían considerarse como puramente indicativos, reflejando la práctica común en la mayoría de las administraciones de infraestructura europeas.

ANEXO A (Informativo)

IMPORTANCIA RELATIVA DE VARIOS PARÁMETROS

A.1 Sistema vehículo-vía

La vía del ferrocarril tiene tres funciones: transportar el tren, guiándolo y absorbiendo las fuerzas de tracción. Estas funciones conducen a fuerzas verticales, laterales y longitudinales entre el tren y la vía.

La interacción vehículo-vía no puede definirse con precisión según un proceso determinista, porque depende de un gran número de factores internos y externos del sistema.

Algunos factores externos no han sido tenidos en cuenta en la determinación de los límites de acción inmediata, tales como viento o efectos de resonancia debidos a la infraestructura.

Considerando únicamente la interacción vehículo-vía, tienen que tenerse en cuenta tres tipos de criterios:

a) Parámetros de seguridad

1) Suma de fuerzas laterales (ΣY)

Este parámetro caracteriza el riesgo de cambio de vía bajo carga debido a las fuerzas elevadas sobre la vía.

La resistencia lateral de la vía está principalmente relacionada con la fricción de las traviesas sobre el balasto. Por lo tanto, depende de la fuerza vertical aplicada sobre la vía. Se expresa con una ley muy simple, denominada fórmula o límite de Prud'Homme, que viene dada por:

$$\Sigma Y \leq \alpha (10 + P_0/3)$$

donde

P_0 es la carga estática por eje (en kN)

α vale 1 para locomotoras y coches, y 0,85 para vagones de mercancías.

2) Combinación de fuerzas lateral (Y) y vertical (Q)

La relación Y/Q generada por una rueda caracteriza el riesgo de descarrilamiento, correspondiente a subir la pestaña de la rueda sobre el carril.

La relación Y/Q tiene que ser más pequeña que un valor crítico dependiendo del ángulo entre la rueda y el carril, la condición de contacto, la velocidad y otros factores.

3) Fuerzas verticales y laterales cuasi estáticas

En curvas de radio pequeño ($R \leq 600$ m), las fuerzas verticales y laterales cuasi estáticas también tienen que tenerse en cuenta.

b) Parámetros de confort

El confort se evalúa midiendo las aceleraciones verticales y laterales en la caja del vehículo (respectivamente \ddot{z}^* e \ddot{y}^*).

c) Parámetros que influyen en la vida de los componentes

La vida de los componentes de la vía y el vehículo está fundamentalmente ligada a fuerzas verticales y laterales.

A.2 Influencia de los parámetros de la geometría de la vía en el comportamiento y la seguridad del vehículo

Para definir la calidad geométrica de la vía, es necesario elegir y combinar parámetros geométricos significativos de la vía y determinar los umbrales para la seguridad teniendo en cuenta los aspectos de la interacción vehículo/vía mencionados anteriormente.

La experiencia y las consideraciones teóricas han mostrado que prácticamente todos los parámetros geométricos de la vía tienen una influencia sobre la respuesta del vehículo.

Una combinación particular de parámetros de la geometría de la vía podría tener una fuerte influencia sobre la respuesta del vehículo.

La influencia predominante de parámetros geométricos individuales de la vía sobre la respuesta del vehículo está identificada en la tabla de abajo mediante una cruz.

Tabla A.1 – Relación entre respuesta del vehículo y parámetros de la geometría de vía

Respuesta vehículo (fuerzas y aceleraciones)	Parámetros			
	Ancho de vía	Nivel longitudinal	Alabeo/Peralte	Alineación
ΣY	X		X	X
Q		X	X	X
..* y			X	X
..* z		X		
Y/Q	X	X	X	X

El alabeo y el ancho de vía son particularmente importantes debido a sus influencias respectivas sobre la carga de la rueda y sobre la estabilidad del vehículo.

A.3 Otros criterios

El sistema vehículo-vía debería también considerarse desde el punto de vista de otros factores que pueden generar respuestas del vehículo importantes. Estos factores, según se listan a continuación, aunque no se tratan exhaustivamente en esta norma europea, han sido considerados en los límites de acción inmediata establecidos en la norma sin tener en cuenta sus condiciones extremas, que podrían por sí mismos crear situaciones de peligro:

- **Deficiencia de peralte o exceso de peralte**, que genera fuerzas cuasi estáticas que pueden empeorar la reacción del vehículo sobre un defecto local.
- **Curvatura horizontal**, que genera fuerzas cuasi estáticas que pueden ser muy importantes dependiendo de la velocidad de circulación.
- **Forma y secuencia de los defectos**; las normas de calidad geométrica de la vía generalmente tratan el problema de los defectos aislados sin considerar su forma o su secuencia. Sin embargo, la experiencia muestra que la forma y secuencia de los defectos, así como la combinación de defectos de diferente naturaleza, puede también afectar a la reacción del vehículo.
- **Geometría de contacto rueda-carril**, por ejemplo, la conicidad equivalente, que es importante para el comportamiento de la rodadura del vehículo.
- **Velocidad de cambio del defecto**, puesto que cualquier defecto puede evolucionar entre dos inspecciones, su amplitud debería supervisarse frente al correspondiente límite y su velocidad de cambio y otras características evaluadas.
- **Tipo de vehículo y estado de mantenimiento**; la vía generalmente no puede dedicarse a un tipo de vehículo. Debido a que cada vehículo tiene sus propias características y respuestas, deberían tomarse medidas para que todos los vehículos cumplan con la Norma EN 14363 y otras normas de seguridad y mantenimiento del vehículo.
- **Las condiciones medioambientales deberían considerarse**. Las cargas del viento, por ejemplo, pueden tener un efecto cuasi estático de la misma forma que la deficiencia de peralte así como un efecto dinámico sobre el vehículo.

ANEXO B (Informativo)

LÍMITES DE INTERVENCIÓN Y ALERTA

B.1 Introducción

En las siguientes tablas y figuras se dan ejemplos de límites de intervención y alerta. Estos valores no son obligatorios pero se proponen como una guía. Para tener en cuenta las diferentes tolerancias sobre ciertos parámetros, algunos valores se expresan como un rango, otros como valores discretos.

Con la excepción del ancho de vía, todos los valores indicados son absolutos.

B.2 Límites de alerta e intervención

B.2.1 Ancho de vía

Los valores suministrados en las siguientes tablas se aplican a anchos de vía nominal de 1 435 mm, 1 524 mm y 1 668 mm. Las redes que utilicen otros anchos de vía nominal deberían ajustar los valores de forma consecuente.

NOTA Los valores máximos y mínimos en la tabla B.1 y la tabla B.2 son independientes del ancho de vía de diseño.

Tabla B.1 – Ancho de vía – AL & IL – Defectos aislados – Ancho de vía nominal a valor de pico

Velocidad (en km/h)	Ancho de vía nominal a valor pico (en mm) <i>AL</i>		Ancho de vía nominal a valor pico (en mm) <i>IL</i>		Ancho de vía nominal a valor pico (en mm) <i>IAL</i> (recordatorio)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
$V \leq 80$	-7	+25	-9	+30	-11	+35
$80 < V \leq 120$	-7	+25	-9	+30	-11	+35
$120 < V \leq 160$	-6	+25	-8	+30	-10	+35
$160 < V \leq 230$	-4	+20	-5	+23	-7	+28
$230 < V \leq 300$	-3	+20	-4	+23	-5	+28

Tabla B.2 – Ancho de vía – AL & IL – Ancho de vía nominal al ancho de vía medio sobre 100 m

Velocidad (en km/h)	Ancho de vía nominal al ancho de vía medio sobre 100 m (en mm) <i>AL</i>		Ancho de vía nominal al ancho de vía medio sobre 100 m (en mm) <i>IL</i>		Ancho de vía nominal al ancho de vía medio sobre 100 m (en mm) <i>IAL</i> (recordatorio)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
$V \leq 40$	N/A	+25	N/A	+28	N/A	+32
$40 < V \leq 80$	-6	+25	-7	+28	-8	+32
$80 < V \leq 120$	-5	+22	-6	+25	-7	+27
$120 < V \leq 160$	-3	+16	-4	+18	-5	+20
$160 < V \leq 230$	-3	+16	-4	+18	-5	+20
$230 < V \leq 300$	-1	+16	-2	+18	-3	+20

B.2.2 Nivel longitudinal

Tabla B.3 – Nivel longitudinal – *AL* & *IL* – Defectos aislados – Valor medio a pico

Velocidad (en km/h)	Valor medio a pico (en mm) <i>AL</i>		Valor medio a pico (en mm) <i>IL</i>		Valor medio a pico (en mm) <i>IAL</i> (recordatorio)	
	Rango de longitud onda		Rango de longitud onda		Rango de longitud onda	
	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>
$V \leq 80$	12 a 18	<i>N/A</i>	17 a 21	<i>N/A</i>	28	<i>N/A</i>
$80 < V \leq 120$	10 a 16	<i>N/A</i>	13 a 19	<i>N/A</i>	26	<i>N/A</i>
$120 < V \leq 160$	8 a 15	<i>N/A</i>	10 a 17	<i>N/A</i>	23	<i>N/A</i>
$160 < V \leq 230$	7 a 12	14 a 20	9 a 14	18 a 23	20	33
$230 < V \leq 300$	6 a 10	12 a 18	8 a 12	16 a 20	16	28

El valor medio, en la tabla de arriba, se calcula sobre una longitud de por lo menos dos veces la longitud de onda más alta en el rango *D1* o *D2*. En la práctica, el valor medio estará cercano a cero y por lo tanto pueden utilizarse valores de cero a pico.

NOTA Para velocidades menores o iguales a 40 km/h, los *ALs* y *ILs* pueden aumentarse.

Tabla B.4 – Nivel longitudinal – *AL* – Desviación típica

Velocidad (en km/h)	Desviación típica (en mm)
	<i>D1</i>
$V \leq 80$	2,3 a 3
$80 < V \leq 120$	1,8 a 2,7
$120 < V \leq 160$	1,4 a 2,4
$160 < V \leq 230$	1,2 a 1,9
$230 < V \leq 300$	1,0 a 1,5

B.2.3 Peralte

Los valores *IL* y *AL* no se dan para peraltes ya que el riesgo asociado con el defecto de peralte está ligado al alabeo y a la deficiencia de peralte.

Los valores *IL* y *AL* para alabeo se dan en el apartado B.2.5. Los límites de deficiencia de peralte dependen del diseño de alineación de la vía y de las reglas de construcción, y de las características del tráfico, sobre cada red.

Cada administrador de infraestructura puede especificar límites para su propia red teniendo en cuenta las características anteriores.

La diferencia entre el peralte de pico medido y el peralte de diseño no debería exceder de 20 mm.

B.2.4 Alineación

Tabla B.5 – Alineación – *AL* & *IL* – Defectos aislados – Valor medio a pico

Velocidad (en km/h)	Valor medio a pico (en mm) <i>AL</i>		Valor medio a pico (en mm) <i>IL</i>		Valor medio a pico (en mm) <i>IAL</i> (recordatorio)	
	Rango de longitud onda		Rango de longitud onda		Rango de longitud onda	
	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>
$V \leq 80$	12 a 15	<i>N/A</i>	15 a 17	<i>N/A</i>	22	<i>N/A</i>
$80 < V \leq 120$	8 a 11	<i>N/A</i>	11 a 13	<i>N/A</i>	17	<i>N/A</i>
$120 < V \leq 160$	6 a 9	<i>N/A</i>	8 a 10	<i>N/A</i>	14	<i>N/A</i>
$160 < V \leq 230$	5 a 8	10 a 15	7 a 9	14 a 17	12	24
$230 < V \leq 300$	4 a 7	8 a 13	6 a 8	12 a 14	10	20

El valor medio en la tabla de arriba, se calcula sobre una longitud de, al menos, dos veces la longitud de onda más alta en el rango *D1* o *D2*. En la práctica el valor medio estará cerca de cero y por lo tanto pueden utilizarse los valores de cero a pico.

NOTA Para velocidades menores o iguales a 40 km/h, los *ALs* y *ILs* pueden aumentarse.

Tabla B.6 – Alineación – *AL* – Desviación típica

Velocidad (en km/h)	Desviación típica (en mm) <i>D1</i>
$V \leq 80$	1,5 a 1,8
$80 < V \leq 120$	1,2 a 1,5
$120 < V \leq 160$	1,0 a 1,3
$160 < V \leq 230$	0,8 a 1,1
$230 < V \leq 300$	0,7 a 1,0

B.2.5 Alabeo

En la práctica, la mayoría de las redes miden el alabeo sobre una base de 3 m, por lo tanto los valores *IL* y *AL* se dan sólo para esa longitud de base ($\ell = 3\text{m}$).

Tabla B.7 – Alabeo – *AL* & *IL* – Defectos aislados – Valor cero a pico ($\ell = 3\text{m}$)

Velocidad (en km/h)	Valor cero a pico <i>AL</i> (en mm/m)	Valor cero a pico <i>IL</i> (en mm/m)	Valor cero a pico <i>IAL</i> (recordatorio) (en mm/m)
$V \leq 80$	4	5	7
$80 < V \leq 120$	4	5	7
$120 < V \leq 160$	4	5	7
$160 < V \leq 200$	4	5	7
$200 < V \leq 300$	3	4	5

En caso necesario, el administrador de infraestructura puede dar valores para otras longitudes de base, con la ayuda de las dos tablas de arriba y la figura 1 del apartado 8.6, aplicando un coeficiente a los valores *IAL*, tales como 0,6 para *AL* y 0,7 para *IL*.

NOTA Con vistas a tener en cuenta un cambio alto de peralte en ciertas curvas de transición de diseño, los valores *IL* y *AL* pueden aumentarse con tal que *IAL* no se exceda.

ANEXO ZA (Informativo)

**CAPÍTULOS DE ESTA NORMA EUROPEA RELACIONADOS CON LOS REQUISITOS
ESENCIALES U OTRAS DISPOSICIONES DE LA DIRECTIVA 96/48/CE
MODIFICADA POR LA DIRECTIVA 2004/50/CE**

Esta norma europea ha sido elaborada bajo un Mandato dirigido a CEN por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Comercio, para proporcionar un medio de dar cumplimiento a los requisitos esenciales de la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE.

Una vez que esta norma se cite en el Diario Oficial de la Unión Europea bajo esta directiva, y se implemente como norma nacional en al menos un Estado Miembro, el cumplimiento de los capítulos de esta norma indicados en la tabla ZA.1, dentro de los límites del campo de aplicación de esta norma, es un medio para dar presunción de conformidad con los requisitos esenciales específicos de esta directiva y los reglamentos de la AELC asociados.

Tabla ZA.1 – Correspondencia entre esta norma europea y la Directiva 96/48/CE

Capítulo/§/anexos de esta norma europea	Capítulo/§/puntos y anexos de la ETI de Infraestructura 23/06/2006	Texto correspondiente, artículos/§/anexos de la Directiva 96/48/CE	Notas/Comentarios
Capítulo 7 Evaluación de la calidad geométrica de la vía	Capítulo 3 Requisitos esenciales – § 3.3.5 Compatibilidad técnica Capítulo 4 Descripción del dominio de infraestructura – Punto 4.2.10.2 Definiciones	Anexo III – Requisitos esenciales – § 1.5 – Compatibilidad técnica	
Capítulo 8 Límites de acción inmediata: § 8.2 Ancho de vía	Capítulo 4 Descripción del dominio de infraestructura – § 4.2.2 Ancho nominal de vía – § 4.2.9 Conicidad equivalente– 4.2.9.3.1 Valores mínimos del ancho de vía medio – § 4.2.10 Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados – Punto 4.2.10.3 Acción inmediata, límites de intervención y alerta – Punto 4.2.10.4 Límite de acción inmediata–4.2.10.4.2 Variación de ancho, defectos aislados y ancho nominal al valor pico	Anexo II – Subsistemas – Punto 3 – Parámetros básicos de interoperabilidad. Anexo III – Requisitos esenciales – § 1.1 – Seguridad – Punto 1.1.2	

Capítulo/§/anexos de esta norma europea	Capítulo/§/puntos y anexos de la ETI de Infraestructura 23/06/2000	Texto correspondiente, artículos/§/anexos de la Directiva 96/48/CE	Notas/Comentarios
Capítulo 8 Límites de acción inmediata § 8.6 Alabeo	<p>Capítulo 4 Descripción del dominio de infraestructura</p> <ul style="list-style-type: none"> – § 4.2.10 Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados – Punto 4.2.10.3 Acción inmediata, límites de intervención y alerta – Punto 4.2.10.4 Límite de acción inmediata–4.2.10.4.1 Variación de ancho, defectos aislados y ancho nominal al valor pico 		
Capítulo 9 Límites de alerta e intervención	<p>Capítulo 4 Descripción del dominio de infraestructura</p> <ul style="list-style-type: none"> – § 4.5.1 Plan de mantenimiento 	<p>Capítulo IV – Subsistemas – Art. 18-3</p> <p>Anexo III – Requisitos esenciales – § 1.1 – Seguridad – Punto 1.1.1</p> <p>Anexo III – Requisitos esenciales – § 1.2 – Fiabilidad y disponibilidad –</p>	
Anexo A Importancia relativa de varios parámetros A.1 – Sistema vehículo-vía	<p>Capítulo 4 Descripción del dominio de infraestructura</p> <ul style="list-style-type: none"> – § 4.2.13 Resistencia de la vía 	<p>Anexo III – Requisitos esenciales – § 1.1 – Seguridad – Punto 1.1.2 y 1.1.3</p>	
Anexo B – Límites de intervención y alerta – B.2 Límites de alerta e intervención § B.2.1 – Ancho de vía § B.2.2 – Nivel longitudinal § B.2.4 – Alineación § B.2.5 – Alabeo	<p>Capítulo 4 Descripción del dominio de infraestructura</p> <ul style="list-style-type: none"> – § 4.2.10 Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados – Punto 4.2.10.3 Acción inmediata, límites de intervención y alerta 		

BIBLIOGRAFIA

- [1] EN 13231-1, *Railway applications — Track — Acceptance of works — Part 1: Works on ballasted track — Plain line.*
- [2] EN 13848-1, *Railway applications — Track — Track geometry quality — Part 1: Characterisation of track geometry.*
- [3] EN 14363:2005, *Railway applications — Testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles — Testing of running behaviour and stationary tests.*
- [4] Technical specification for interoperability relating to the infrastructure subsystem of the trans-European high-speed rail system.
- [5] ORE B 55, Prevention of derailment of goods wagons on distorted tracks: RP 8 (April 1983), Conditions for negotiating track twists – Recommended values for the track twist and cant – Calculation and measurement of the relevant vehicle parameters – Vehicle testing (final report).
- [6] 96/48 – ST13 Part 2 Version EN4 23-06-2006 - Draft technical Specification for Interoperability: Infrastructure Sub-system.

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Génova, 6
28004 MADRID-España

info@aenor.es
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201
Fax: 913 104 032

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A METRO DE MADRID, S.A.