



Consejo de la  
Unión Europea

Bruselas, 18 de julio de 2014  
(OR. en)

11932/14  
ADD 1

TRANS 367

#### NOTA DE TRANSMISIÓN

---

De:	Comisión Europea
Fecha de recepción:	9 de julio de 2014
A:	Secretaría General del Consejo
N.º doc. Ción.:	D031387/02 Anexo 1
Asunto:	ANEXO del REGLAMENTO DE LA COMISIÓN sobre las especificaciones técnicas de interoperabilidad del subsistema de energía del sistema ferroviario de la Unión

---

Adjunto se remite a las Delegaciones el documento – D031387/02 Anexo 1.

---

Adj.: D031387/02 Anexo 1



Bruselas, XXX  
[...] (2014) XXX draft

ANNEX 1

**ANEXO**

**del**

**REGLAMENTO DE LA COMISIÓN**

**sobre las especificaciones técnicas de interoperabilidad del subsistema de energía del sistema ferroviario de la Unión**

## ANEXO

del

### REGLAMENTO DE LA COMISIÓN

sobre las especificaciones técnicas de interoperabilidad del subsistema de energía del sistema ferroviario de la Unión

## ÍNDICE

1.	Introducción .....	5
1.1.	Ámbito técnico .....	5
1.2.	Ámbito geográfico .....	5
1.3.	Contenido de la presente ETI .....	5
2.	Definición del subsistema de energía.....	6
2.1.	Definición.....	6
2.1.1.	Alimentación eléctrica .....	6
2.1.2.	Geometría de la línea aérea de contacto y calidad de la captación de corriente .....	6
2.2.	Interfaces con otros subsistemas .....	7
2.2.1.	Introducción .....	7
2.2.2.	Interfaces de la presente ETI con la ETI de seguridad en los túneles.....	7
3.	Requisitos esenciales.....	7
4.	Caracterización del subsistema .....	9
4.1.	Introducción .....	9
4.2.	Especificaciones funcionales y técnicas del subsistema .....	10
4.2.1.	Disposiciones generales .....	10
4.2.2.	Parámetros básicos que caracterizan el subsistema de energía.....	10
4.2.3.	Tensión y frecuencia .....	10
4.2.4.	Parámetros relacionados con los rendimientos del sistema de alimentación.....	11
4.2.5.	Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo .....	11
4.2.6.	Frenado de recuperación .....	11
4.2.7.	Medidas de coordinación de la protección eléctrica .....	11
4.2.8.	Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de c.a. ....	11

4.2.9.	Geometría de la línea aérea de contacto.....	12
4.2.10.	Gálibo del pantógrafo.....	13
4.2.11.	Fuerza de contacto media.....	13
4.2.12.	Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente .....	14
4.2.13.	Diseño de la separación de pantógrafos para la línea aérea de contacto.....	14
4.2.14.	Material del hilo de contacto.....	15
4.2.15.	Secciones de separación de fases .....	15
4.2.16.	Secciones de separación de sistemas.....	16
4.2.17.	Sistema de captación de datos de energía situado en tierra .....	17
4.2.18.	Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos .....	17
4.3.	Especificaciones funcionales y técnicas de las interfaces.....	17
4.3.1.	Requisitos generales.....	17
4.3.2.	Interfaz con el subsistema de material rodante. ....	17
4.3.3.	Interfaz con el subsistema de infraestructura .....	19
4.3.4.	Interfaz con los subsistemas de control-mando y señalización.....	19
4.3.5.	Interfaz con el subsistema de explotación y gestión del tráfico.....	20
4.4.	Normas de explotación.....	20
4.5.	Normas de mantenimiento .....	20
4.6.	Competencias profesionales.....	21
4.7.	Condiciones de seguridad y salud .....	21
5.	Componentes de interoperabilidad.....	21
5.1.	Lista de componentes .....	21
5.2.	Prestaciones y especificaciones de los componentes.....	21
5.2.1.	Línea aérea de contacto .....	21
6.	Evaluación de la conformidad de los componentes de interoperabilidad y verificación CE de los subsistemas .....	22
6.1.	Componentes de interoperabilidad.....	22
6.1.1.	Procedimientos de evaluación de la conformidad.....	22
6.1.2.	Aplicación de los módulos .....	22
6.1.3.	Soluciones innovadoras de los componentes de interoperabilidad .....	23
6.1.4.	Procedimiento particular de evaluación del componente de interoperabilidad: línea aérea de contacto .....	23

6.1.5.	Declaración CE de conformidad del componente de interoperabilidad de la línea aérea de contacto .....	25
6.2.	Subsistema de energía .....	25
6.2.1.	Disposiciones generales .....	25
6.2.2.	Aplicación de los módulos .....	26
6.2.3.	Soluciones innovadoras.....	26
6.2.4.	Procedimientos particulares de evaluación del subsistema de energía .....	26
6.3.	Subsistema con componentes de interoperabilidad sin declaración CE .....	28
6.3.1.	Condiciones.....	28
6.3.2.	Documentación .....	28
6.3.3.	Mantenimiento de los subsistemas certificados de acuerdo con 6.3.1 .....	28
7.	Aplicación de la ETI de energía.....	29
7.1.	Aplicación de la presente ETI a líneas ferroviarias .....	29
7.2.	Aplicación de la presente ETI a líneas ferroviarias nuevas, renovadas o acondicionadas .....	29
7.2.1.	Introducción .....	29
7.2.2.	Plan de ejecución de tensión y frecuencia.....	29
7.2.3.	Plan de ejecución de la geometría de la línea aérea de contacto.....	30
7.2.4.	Aplicación del sistema de captación de datos de energía situado en tierra.....	30
7.3.	Aplicación de la presente ETI a las líneas existentes.....	30
7.3.1.	Introducción .....	30
7.3.2.	Acondicionamiento/renovación de la línea aérea de contacto o la alimentación eléctrica .....	31
7.3.3.	Parámetros relacionados con el mantenimiento .....	31
7.3.4.	Subsistemas existentes que no están sujetos a un proyecto de renovación o acondicionamiento .....	31
7.4.	Casos específicos .....	32
7.4.1.	Consideraciones generales .....	32
7.4.2.	Lista de casos específicos.....	32
	Apéndice A – Evaluación de conformidad de los componentes de interoperabilidad.....	36
	Apéndice B – Verificación CE del subsistema de energía.....	37
	Apéndice C - Tensión útil media.....	39

Apéndice D - Especificación del gálibo del pantógrafo.....	40
Apéndice E – Lista de normas citadas .....	48
Apéndice F – Lista de cuestiones pendientes.....	50
Apéndice G – Glosario.....	51

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Ámbito técnico**

- 1) La presente ETI se refiere al subsistema de energía y a parte del subsistema de mantenimiento del sistema ferroviario de la Unión de conformidad con el artículo 1 de la Directiva 2008/57/CE.
- 2) Este subsistema se define en el anexo II, sección 2.2, de la Directiva 2008/57/CE.
- 3) El ámbito técnico de la ETI se define ampliamente en el artículo 2 del presente Reglamento.

### **1.2. Ámbito geográfico**

El ámbito geográfico de la presente ETI se define en el artículo 2, apartado 4, del presente Reglamento.

### **1.3. Contenido de la presente ETI**

- 1) De conformidad con el artículo 5, apartado 3, de la Directiva 2008/57/CE, en esta ETI:
  - a) se indica su ámbito de aplicación (sección 2);
  - b) se establecen los requisitos esenciales del subsistema de energía (sección 3);
  - c) se establecen las especificaciones funcionales y técnicas que deben respetar el subsistema y sus interfaces respecto de otros subsistemas (sección 4);
  - d) se determinan los componentes de interoperabilidad y las interfaces que deben cubrir las especificaciones europeas, incluidas las normas europeas, que son necesarias para lograr la interoperabilidad del sistema ferroviario de la Unión (sección 5);
  - e) se establece, en cada caso considerado, qué procedimientos deben emplearse para evaluar la conformidad o la idoneidad para el uso de dichos componentes, por una parte, o la verificación CE de los subsistemas, por otra (sección 6);
  - f) se establece el plan de ejecución de la presente ETI (sección 7);
  - g) se indica, para el personal afectado, las competencias profesionales y las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo para la explotación y el mantenimiento del subsistema, así como para la puesta en práctica de la ETI (sección 4).

- 2) De acuerdo con el artículo 5, apartado 5, de la Directiva 2008/57/CE, en la sección 7 se indican disposiciones para casos específicos.
- 3) Los requisitos de la presente ETI son válidos para los sistemas de todos los anchos de vía dentro del ámbito de la presente ETI, a excepción de un apartado que se refiera a sistemas de anchos de vía específicos o a anchos de vía nominales específicos.

## **2. DEFINICIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA**

### **2.1. Definición**

- 1) Esta ETI comprende todas las instalaciones fijas precisas para lograr la interoperabilidad necesaria con el fin de suministrar energía de tracción a un tren.
- 2) El subsistema de energía se compone de:
  - a) subestaciones: conectadas por su lado primario a la red de alta tensión y que transforman la alta tensión en una tensión y/o la convierten en un sistema de alimentación eléctrica adecuado para los trenes; las subestaciones se conectan por su lado secundario al sistema de la línea aérea de contacto del ferrocarril;
  - b) puntos de seccionamiento: equipos eléctricos situados en puntos intermedios entre subestaciones para alimentar y poner en paralelo las líneas aéreas de contacto y para proporcionar protección, aislamiento y alimentación auxiliar;
  - c) secciones de separación: equipos precisos para permitir la transición entre distintos sistemas eléctricos o entre fases distintas del mismo sistema eléctrico;
  - d) sistema de la línea de contacto: sistema que distribuye la energía eléctrica a los trenes que circulan por la línea y se la transmite por medio de dispositivos de captación de corriente; la línea aérea de contacto está equipada asimismo con disyuntores accionados manualmente o a distancia, que son precisos para poder aislar secciones o grupos del sistema de línea aérea de contacto en función de las necesidades de explotación; los feeders de alimentación forman también parte del sistema de la línea aérea de contacto;
  - e) circuito de retorno: todos los conductores a lo largo del recorrido previsto para la corriente de tracción de retorno. Por consiguiente, en lo que se refiere a este aspecto, el circuito de retorno forma parte del subsistema de energía y tiene una interfaz con el subsistema de infraestructura.
- 3) De conformidad con el anexo II, sección 2.2, de la Directiva 2008/57/CE, la parte de tierra del sistema de medición del consumo de la electricidad, denominado en la presente ETI sistema de captación de datos de energía situado en tierra, se establece en el apartado 4.2.17 de la presente ETI.

### *2.1.1. Alimentación eléctrica*

- 1) El objetivo del sistema de alimentación eléctrica es suministrar electricidad a todos los trenes con el fin de cumplir el horario previsto.
- 2) Los parámetros fundamentales del sistema de alimentación eléctrica se definen en el apartado 4.2.

### *2.1.2. Geometría de la línea aérea de contacto y calidad de la captación de corriente*

- 1) El objetivo es garantizar la transferencia fiable y continua de la electricidad desde el sistema de suministro eléctrico al material rodante. La interacción entre la línea aérea de contacto y el pantógrafo es un aspecto importante de la interoperabilidad.
- 2) Los parámetros fundamentales que se refieren a la geometría de la línea aérea de contacto y la calidad de la captación de corriente se establecen en el apartado 4.2.

## **2.2. Interfaces con otros subsistemas**

### *2.2.1. Introducción*

- 1) El subsistema de energía interactúa con otros subsistemas del sistema ferroviario para conseguir el rendimiento previsto. A continuación se enumeran estos subsistemas:
  - a) material rodante;
  - b) infraestructura;
  - c) control-mando y señalización en tierra;
  - d) control-mando y señalización a bordo;
  - e) explotación y gestión del tráfico.
- 2) El apartado 4.3 de la presente ETI establece la especificación técnica y funcional de las interfaces.

### *2.2.2. Interfaces de la presente ETI con la ETI de seguridad en los túneles*

En la ETI de seguridad en los túneles se establecen los requisitos relativos al subsistema de energía para la seguridad en los túneles.

## **3. REQUISITOS ESENCIALES**

El cuadro siguiente recoge los parámetros básicos de la presente ETI y su correspondencia con los requisitos esenciales, tal y como se establecen y se enumeran en el anexo III de la Directiva 2008/57/CE.

Punto ETI	Título del punto ETI	Seguridad	Fiabilidad y disponibilidad	Salud	Protección medioambiental	Compatibilidad técnica	Accesibilidad
4.2.3.	Tensión y frecuencia	-	-	-	-	1.5. 2.2.3.	-
4.2.4.	Parámetros relacionados con los rendimientos del sistema de alimentación	-	-	-	-	1.5. 2.2.3.	-
4.2.5	Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo	-	-	-	-	1.5. 2.2.3.	-
4.2.6	Frenado de recuperación	-	-	-	1.4.1 1.4.3	1.5. 2.2.3.	-
4.2.7	Medidas de coordinación de la protección eléctrica	2.2.1.	-	-	-	1.5.	-
4.2.8.	Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de c.a.	-	-	-	1.4.1 1.4.3	1.5.	-
4.2.9.	Geometría de la línea aérea de contacto	-	-	-	-	1.5. 2.2.3.	-
4.2.10.	Gálibo del pantógrafo	-	-	-	-	1.5. 2.2.3.	-
4.2.11.	Fuerza de contacto media	-	-	-	-	1.5. 2.2.3.	-
4.2.12.	Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente	-	-	-	1.4.1 2.2.2	1.5. 2.2.3.	-
4.2.13.	Diseño de la separación de pantógrafos para la línea aérea de contacto	-	-	-	-	1.5. 2.2.3.	-

Punto ETI	Título del punto ETI	Seguridad	Fiabilidad y disponibilidad	Salud	Protección medioambiental	Compatibilidad técnica	Accesibilidad
4.2.14.	Material del hilo de contacto	-	-	1.3.1 . 1.3.2 .	1.4.1	1.5. 2.2.3.	-
4.2.15.	Secciones de separación de fases	2.2.1.	-	-	1.4.1 1.4.3	1.5. 2.2.3.	-
4.2.16.	Secciones de separación de sistemas	2.2.1.	-	-	1.4.1 1.4.3	1.5. 2.2.3.	-
4.2.17.	Sistema de captación de datos de energía situado en tierra	-	-	-	-	1.5.	-
4.2.18.	Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos	1.1.1. 1.1.3. 2.2.1.	-	-	1.4.1 1.4.3 2.2.2	1.5.	-
4.4.	Normas de explotación	2.2.1.	-	-	-	1.5.	-
4.5.	Normas de mantenimiento	1.1.1. 2.2.1.	1.2.	-	-	1.5. 2.2.3.	-
4.6.	Competencias profesionales	2.2.1.	-	-	-	-	-
4.7.	Condiciones de seguridad y salud	1.1.1. 1.1.3. 2.2.1.	-	-	1.4.1 1.4.3 2.2.2	-	-

#### 4. CARACTERIZACIÓN DEL SUBSISTEMA

##### 4.1. Introducción

- 1) Todo el sistema ferroviario, al que se aplica la Directiva 2008/57/CE y del cual forma parte el subsistema de energía, es un sistema integrado cuya coherencia debe verificarse. Hay que comprobar dicha compatibilidad, en particular, en lo que se refiere a las especificaciones del subsistema de energía, sus interfaces con el sistema en el que está integrado y las normas de explotación y mantenimiento. Las especificaciones funcionales y técnicas del subsistema y sus interfaces, descritas en los apartados 4.2 y 4.3, no imponen el empleo de soluciones técnicas o tecnologías específicas, excepto cuando sea estrictamente necesario para la interoperabilidad de la red ferroviaria.

- 2) Las soluciones innovadoras en relación con la interoperabilidad, aquellas que no cumplen los requisitos especificados en la presente ETI y que no se pueden evaluar como se indica en la presente ETI, requieren nuevas especificaciones o nuevos métodos de evaluación. A fin de permitir la innovación tecnológica, se desarrollarán estas especificaciones y métodos de evaluación mediante el proceso para soluciones innovadoras descrito en los apartados 6.1.3 y 6.2.3.
- 3) Teniendo en cuenta todos los requisitos esenciales aplicables, el subsistema de energía se caracteriza mediante las especificaciones indicadas en los apartados 4.2 a 4.7.
- 4) Los procedimientos para la verificación CE del subsistema de energía vienen indicados en el apartado 6.2.4 y en el apéndice B, cuadro B.1, de la presente ETI.
- 5) Para casos específicos, véase el apartado 7.4.
- 6) Cuando se haga referencia a normas EN en la presente ETI, no se aplicará ninguna de las variaciones denominadas en ellas «desviaciones nacionales» o «condiciones nacionales especiales» y no formarán parte de la presente ETI.

## **4.2. Especificaciones funcionales y técnicas del subsistema**

### *4.2.1. Disposiciones generales*

El rendimiento que deberá alcanzar el subsistema de energía está determinado, al menos, por el rendimiento aplicable del sistema ferroviario, en lo que se refiere a:

- a) la velocidad máxima de línea;
- b) los tipos de tren;
- c) los requisitos del servicio ferroviario;
- d) la energía que demandan los trenes a través de los pantógrafos.

### *4.2.2. Parámetros básicos que caracterizan el subsistema de energía*

Los parámetros básicos que caracterizan el subsistema de energía son los siguientes:

#### **4.2.2.1. Alimentación eléctrica:**

- a) Tensión y frecuencia (4.2.3);
- b) Parámetros relacionados con los rendimientos del sistema de alimentación eléctrica (4.2.4);
- c) Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo (4.2.5);
- d) Frenado de recuperación (4.2.6);
- e) Medidas de coordinación de la protección eléctrica (4.2.7);

- f) Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de c.a. (4.2.8).

#### 4.2.2.2. Geometría de la línea aérea de contacto y calidad de la captación de corriente:

- a) Geometría de la línea aérea de contacto (4.2.9);
- b) Gálibo del pantógrafo (4.2.10);
- c) Fuerza de contacto media (4.2.11);
- d) Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente (4.2.12);
- e) Diseño de la separación de pantógrafos para la línea aérea de contacto (4.2.13);
- f) Material del hilo de contacto (4.2.14);
- g) Secciones de separación de fases (4.2.15);
- h) Secciones de separación de sistemas (4.2.16).

#### 4.2.2.3. Sistema de captación de datos de energía situado en tierra (4.2.17)

#### 4.2.2.4. Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos (4.2.18)

#### 4.2.3. *Tensión y frecuencia*

- 1) La tensión y la frecuencia del subsistema de energía serán las de uno de los cuatro sistemas especificados de conformidad con la sección 7:
  - a) CA 25 kV, 50 Hz;
  - b) CA 15 kV, 16,7 Hz;
  - c) CC 3 kV;
  - d) CC 1,5 kV.
- 1) Los valores y los límites de la tensión y la frecuencia cumplirán lo dispuesto en la norma EN 50163:2004, apartado 4, para el sistema seleccionado.

#### 4.2.4. *Parámetros relacionados con los rendimientos del sistema de alimentación*

Deberán tenerse en cuenta los parámetros siguientes:

- a) la corriente máxima del tren (4.2.4.1);
- b) el factor de potencia de los trenes y la tensión útil media (4.2.4.2).

##### 4.2.4.1. Corriente máxima del tren

El diseño del subsistema de energía asegurará la capacidad de la alimentación para conseguir los rendimientos especificados y para permitir la explotación de los trenes con una potencia inferior a 2 MW sin limitación de la corriente o la potencia.

#### 4.2.4.2. Tensión útil media

La tensión útil media calculada «en el pantógrafo» cumplirá lo previsto en la norma EN 50388:2012, apartado 8 (excepto el apartado 8.3 que se sustituye por el apartado C.1 del apéndice C). La simulación tendrá en cuenta los valores del factor de potencia real de los trenes. El apartado C.2 del apéndice C ofrece información adicional al apartado 8.2 de la EN 50388:2012.

#### 4.2.5. Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo

- 1) La línea aérea de contacto de los sistemas de c.c. se diseñará para que soporte 300 A (para un sistema de alimentación de 1,5 kV) y 200 A (para un sistema de alimentación de 3 kV) por pantógrafo con el tren en reposo.
- 2) La capacidad de transporte de corriente en reposo se alcanzará para el valor de prueba de la fuerza de contacto estática indicada en el cuadro 4 del apartado 7.2 de la EN 50367:2012.
- 3) Se diseñará la línea aérea de contacto teniendo en cuenta los límites de temperatura, de acuerdo con la norma EN 50119:2009, apartado 5.1.2.

#### 4.2.6. Frenado de recuperación

- 1) Se diseñarán los sistemas de alimentación eléctrica en c.a. para que permitan el empleo de frenos de recuperación capaces de intercambiar energía sin interrupciones con otros trenes o por cualquier otro medio.
- 2) Los sistemas de alimentación eléctrica en c.c. se diseñarán para permitir el empleo de frenos de recuperación, al menos, por intercambio de energía con otros trenes.

#### 4.2.7. Medidas de coordinación de la protección eléctrica

El diseño de la coordinación de la protección eléctrica del subsistema de energía se ajustará a los requisitos especificados en la norma EN 50388:2012, apartado 11.

#### 4.2.8. Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de c.a.

- 1) La interacción del sistema de alimentación eléctrica de tracción y material rodante puede provocar inestabilidades eléctricas en el sistema.
- 2) Con el fin de alcanzar la compatibilidad del sistema eléctrico, las sobretensiones armónicas se limitarán por debajo de valores críticos de conformidad con la EN 50388:2012, apartado 10.4.

#### 4.2.9. Geometría de la línea aérea de contacto

- 1) Se diseñará la línea aérea de contacto para pantógrafos con la geometría del arco indicada en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2, teniendo en cuenta las normas establecidas en el apartado 7.2.3 de la presente ETI.

- 2) La altura del hilo de contacto y su desviación lateral bajo la acción de viento transversal determinarán la interoperabilidad de la red ferroviaria.

#### 4.2.9.1. Altura del hilo de contacto

- 1) En el cuadro 4.2.9.1 se exponen las características admisibles de la altura del hilo de contacto.

**Cuadro 4.2.9.1 – Altura del hilo de contacto**

Descripción	$v \geq 250$ [km/h]	$v < 250$ [km/h]
Altura nominal del hilo de contacto [mm]	Entre 5 080 y 5 300	Entre 5 000 y 5 750
Altura mínima de diseño del hilo de contacto [mm]	5 080	De conformidad con la EN 50119:2009, apartado 5.10.5, en función del ancho elegido
Altura máxima de diseño del hilo de contacto [mm]	5 300	6 200 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Teniendo en cuenta las tolerancias y la elevación de conformidad con la EN 50119:2009, figura 1, la altura máxima del hilo de contacto no será superior a 6 500 mm.

- 2) Para la relación entre las alturas del hilo de contacto y las de trabajo del pantógrafo, véase la norma EN 50119:2009, figura 1.
- 3) En los pasos a nivel, la altura del hilo de contacto vendrá determinada por las normas nacionales o, en ausencia de estas, por la norma EN 50122-1:2011, apartados 5.2.4 y 5.2.5.
- 4) Para el sistema de ancho de vía 1 520 y 1 524 mm los valores para la altura del hilo de contacto son los siguientes:
  - a) Altura nominal del hilo de contacto: entre 6 000 mm y 6300 mm;
  - b) Altura mínima de diseño del hilo de contacto: 5 550 mm;
  - c) Altura máxima de diseño del hilo de contacto: 6 800 mm.

#### 4.2.9.2. Desviación lateral máxima

- 1) La desviación lateral máxima del hilo de contacto en relación con el eje de la vía por efecto de un viento transversal será conforme al cuadro 4.2.9.2.

**Cuadro 4.2.9.2 – Desviación lateral máxima en función de la longitud del pantógrafo**

Longitud del pantógrafo [mm]	Desviación lateral máxima [mm]
1 600	400 <sup>1</sup>
1 950	550 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Los valores deberán ajustarse teniendo en cuenta el movimiento del pantógrafo y las tolerancias de la vía, de acuerdo con el apéndice D.1.4.

- 2) En el caso de vía multicarril, se cumplirá el requisito de la desviación lateral para cada par de carriles (diseñado para utilizarse como una vía separada) que se vaya a evaluar de acuerdo con la presente ETI.
- 3) Sistema de ancho de vía 1 520 mm:

Para los Estados miembros que apliquen el perfil del pantógrafo de conformidad con la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2.3, la desviación lateral máxima del hilo de contacto en relación con el eje del pantógrafo por efecto de un viento transversal será de 500 mm.

#### 4.2.10. *Gálibo del pantógrafo*

- 1) Ningún componente del subsistema de energía entrará dentro del gálibo cinemático mecánico del pantógrafo (véase el apéndice D, figura D.2) salvo el hilo de contacto y el brazo de atirantado.
- 2) El gálibo mecánico cinemático del pantógrafo se determina en las líneas interoperables empleando el método que se muestra en el apéndice D.1.2 y los perfiles de pantógrafo definidos en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartados 4.2.8.2.9.2.1 y 4.2.8.2.9.2.2.
- 3) Este gálibo se calculará utilizando un método cinemático, con los valores:
  - a) para el desplazamiento del pantógrafo  $e_{pu}$  de 0,110 m a la altura mínima de verificación  $h'_u = 5,0$  m y
  - b) para el desplazamiento del pantógrafo  $e_{po}$  de 0,170 m a la altura máxima de verificación  $h'_o = 6,5$  m,

de conformidad con el apartado D.1.2.1.4 del apéndice D y otros valores de acuerdo con el apartado D.1.3 del apéndice D.

- 4) Sistema de ancho de vía 1 520 mm:

Para los Estados miembros que apliquen el perfil del pantógrafo de conformidad con la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2.3, el gálibo estático disponible para el pantógrafo se define en el apartado D.2 del apéndice D.

#### 4.2.11. *Fuerza de contacto media*

- 1) La fuerza de contacto media  $F_m$  es el valor medio estadístico de la fuerza de contacto.  $F_m$  está formado por las componentes estática, dinámica y aerodinámica de la fuerza de contacto del pantógrafo.
- 2) Los valores de  $F_m$  para cada sistema de alimentación se definen en la EN 50367:2012, cuadro 6.

- 3) Se diseñarán las líneas aéreas de contacto para que puedan soportar el límite superior de diseño de  $F_m$  indicado en el cuadro 6 de la EN 50367:2012.
- 4) Las curvas se aplican a velocidades de hasta 320 [km/h]. Para velocidades superiores a 320 [km/h] se aplicarán los procedimientos establecidos en el apartado 6.1.3.

#### 4.2.12. Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente

- 1) En función del método de evaluación, la línea aérea de contacto deberá alcanzar los valores de rendimiento dinámico y la elevación del hilo de contacto (a la velocidad de diseño) establecidos en el cuadro 4.2.12.

**Cuadro 4.2.12 – Requisitos de comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente**

Requisito	$v \geq 250$ [km/h]	$250 > v > 160$ [km/h]	$v \leq 160$ [km/h]
Espacio para elevación del brazo de atirantado	$2 S_0$		
Fuerza de contacto media $F_m$	Véase 4.2.11		
Desviación estándar a la velocidad máxima $\sigma_{\max}$ [N]	$0,3 F_m$		
Porcentaje de cebado a la velocidad máxima de la línea, NQ [%] (duración mínima del arco 5 ms)	$\leq 0,2$	$\leq 0,1$ para sistemas de c.a. $\leq 0,2$ para sistemas de c.c.	$\leq 0,1$

- 2)  $S_0$  es la elevación calculada, simulada o medida del hilo de contacto en un brazo de atirantado, producida en las condiciones normales de funcionamiento con uno o varios pantógrafos con el límite superior de  $F_m$  a la velocidad máxima de la línea. Cuando la elevación del brazo de atirantado está físicamente limitada debido al diseño de la línea aérea de contacto, es admisible reducir el espacio necesario a  $1,5 S_0$  (véase la norma EN 50119:2009 apartado 5.10.2).
- 3) La fuerza máxima ( $F_{\max}$ ) está generalmente dentro de valor de  $F_m$  más tres desviaciones típicas  $\sigma_{\max}$ ; se pueden producir valores mayores en apartados determinados, y se indican en la norma EN 50119:2009, cuadro 4, apartado 5.2.5.2. Para componentes rígidos, como los aisladores de sección en los sistemas de la línea aérea de contacto, la fuerza de contacto puede aumentar hasta un máximo de 350 N.

#### 4.2.13. Diseño de la separación de pantógrafos para la línea aérea de contacto

La línea aérea de contacto se diseñará para un mínimo de dos pantógrafos que trabajen de forma adyacente, de forma que la separación mínima entre los ejes de las

cabezas de los pantógrafos adyacentes sea igual o inferior a los valores establecidos en una columna «A», «B», o «C» seleccionadas del cuadro 4.2.13:

**Cuadro 4.2.13 – Separación de pantógrafos para el diseño de la línea aérea de contacto**

Velocidad de diseño [km/h]	Distancia mínima para c.a. [m]			Distancia mínima para c.c. de 3 kV [m]			Distancia mínima para c.c. de 1,5 kV [m]		
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
$v \leq 250$	200			200			200	200	35
$160 < v < 250$	200	85	35	200	115	35	200	85	35
$120 < v \leq 160$	85	85	35	20	20	20	85	35	20
$80 < v \leq 120$	20	15	15	20	15	15	35	20	15
$v \leq 80$	8	8	8	8	8	8	20	8	8

#### 4.2.14. Material del hilo de contacto

- 1) La combinación del material del hilo de contacto y de la pletina de contacto tiene una fuerte influencia en el desgaste de las pletinas de contacto y del hilo de contacto.
- 2) En el apartado 4.2.8.2.9.4.2 de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros se definen los materiales admisibles para la pletina de contacto.
- 3) Los materiales admisibles para los hilos de contacto son el cobre y sus aleaciones. El hilo de contacto se ajustará a los requisitos de la norma EN 50149:2012, apartados 4.2 (exceptuando la referencia al anexo B de la norma), 4.3 y 4.6 a 4.8.

#### 4.2.15. Secciones de separación de fases

##### 4.2.15.1. Generalidades

- 1) El diseño de las secciones de separación de fases asegurará que los trenes se puedan mover de una sección a otra adyacente sin que se forme un arco eléctrico entre ambas fases. El consumo de energía del tren (tracción, sistemas auxiliares y corriente sin carga del transformador) se hará bajar a cero antes de entrar en la sección de separación de fases. Se dispondrán los medios (a excepción de la sección corta de separación) que permitan volver a arrancar un tren parado dentro de la sección de separación de fases.

- 2) La longitud total  $D$  de las secciones neutras se define en la EN 50367:2012, apartado 4. Para el cálculo de  $D$ , se tendrán en cuenta las distancias libres de conformidad con la EN 50119:2009, apartado 5.1.3 y una elevación de  $S_0$ .

#### 4.2.15.2. Líneas con velocidad $v \geq 250$ [km/h]

Se pueden adoptar dos tipos de diseños de secciones de separación de fase, o bien:

- a) un diseño de separación de fases en el que todos los pantógrafos de los trenes conformes con la ETI más largos se encuentren en la sección neutra. La longitud total de la sección neutra será de un mínimo de 402 m.

Véanse los requisitos detallados en la norma EN 50367:2012, anexo A.1.2, o

- b) una separación de fases más corta con tres solapes aislados tal como se muestra en la norma EN 50367:2012, anexo A.1.4. La longitud total de la sección neutra es inferior a 142 m incluyendo distancias libres y tolerancias.

#### 4.2.15.3. Líneas con velocidad $v < 250$ [km/h]

El diseño de las secciones de separación adoptará normalmente soluciones como las descritas en la norma EN 50367:2012, anexo A.1. Cuando se proponga una solución alternativa, se tendrá que demostrar que dicha alternativa es, al menos, tan fiable.

### 4.2.16. Secciones de separación de sistemas

#### 4.2.16.1. Generalidades

- 1) El diseño de las secciones de separación de sistemas asegurará que los trenes puedan pasar de un sistema de alimentación eléctrica a otro adyacente sin que se forme un arco eléctrico entre los dos sistemas. Hay dos métodos para atravesar las secciones de separación de sistemas:
  - a) con el pantógrafo levantado y tocando el hilo de contacto;
  - b) con el pantógrafo bajado y sin tocar el hilo de contacto.
- 2) Los Administradores de Infraestructura vecinos se pondrán de acuerdo, bien sobre a), bien sobre b), según las circunstancias.
- 3) La longitud total  $D$  de las secciones neutras se define en la EN 50367:2012, apartado 4. Para el cálculo de  $D$ , se tendrán en cuenta las distancias libres de conformidad con la EN 50119:2009, apartado 5.1.3 y una elevación de  $S_0$ .

#### 4.2.16.2. Pantógrafo levantado

- 1) El consumo de energía del tren (tracción, sistemas auxiliares y corriente sin carga del transformador) se hará bajar a cero antes de entrar en la sección de separación de sistemas.

- 2) Si se atraviesan las secciones de separación de sistemas con los pantógrafos levantados hasta el hilo de contacto, su diseño funcional se especifica de la forma siguiente:
  - a) la geometría de los distintos elementos de la línea aérea de contacto impedirá que los pantógrafos provoquen cortocircuitos o puenteen ambos sistemas de alimentación;
  - b) se tomarán medidas en el subsistema de energía para evitar que se puenteen ambos sistemas de alimentación adyacentes en el caso de que falle la apertura de los disyuntores del circuito de a bordo;
  - c) la variación de la altura del hilo de contacto a lo largo de toda la sección de separación debe cumplir los requisitos fijados en la norma EN 50119:2009, apartado 5.10.3.

#### 4.2.16.3. Pantógrafos bajados

- 1) Se seleccionará esta opción si no se pueden cumplir las condiciones de servicio con pantógrafos levantados.
- 2) Si se atraviesa una sección de separación de sistemas con los pantógrafos bajados, se diseñará de forma que se evite la conexión eléctrica de los dos sistemas de suministro eléctrico por un pantógrafo levantado de forma no intencionada.

#### 4.2.17. Sistema de captación de datos de energía situado en tierra

- 1) En el apartado 4.2.8.2.8 de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros se especifican los requisitos de los sistemas de a bordo de medición de energía para producir y transmitir los datos de facturación de energía a un sistema de captación de datos de energía situado en tierra.
- 2) El sistema de captación de datos de energía situado en tierra recibirá, almacenará y exportará dichos datos sin corromperlos.
- 3) La especificación relativa a los protocolos de interfaz entre los sistemas de medición de energía y los sistemas de captación de energía y el formato de los datos transferidos es una cuestión pendiente, que, en todo caso, se cerrará en un plazo de 2 años desde la entrada en vigor del presente Reglamento.

#### 4.2.18. Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos

La seguridad eléctrica del sistema de la línea aérea de contacto y la protección contra choques eléctricos se alcanzarán mediante el cumplimiento de la norma EN 50122-1:2011+A1:2011, apartados 5.2.1 (solo para zonas públicas), 5.3.1, 5.3.2, 6.1, 6.2 (excluidos los requisitos de las conexiones de los circuitos de la vía) y en relación con los límites de tensión de c.a. para la seguridad de las personas, de conformidad con los apartados 9.2.2.1 y 9.2.2.2 de la norma y en relación con los límites de tensión de c.c., de conformidad con los apartados 9.3.2.1 y 9.3.2.2. de la norma.

### 4.3. Especificaciones funcionales y técnicas de las interfaces

#### 4.3.1. Requisitos generales

Desde el punto de vista de la compatibilidad técnica, las interfaces se enumeran en el orden de los subsistemas de la forma siguiente: material rodante, infraestructura, control-mando y señalización, explotación y gestión del tráfico.

#### 4.3.2. Interfaz con el subsistema de material rodante.

Referencia en la ETI de energía		Referencia en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Tensión y frecuencia	4.2.3.	Funcionamiento dentro de los márgenes de tensión y frecuencia	4.2.8.2.2.
Parámetros relacionados con las prestaciones del sistema de alimentación: - corriente máxima del tren - factor de potencia de los trenes y tensión útil media	4.2.4.	Corriente máxima de la línea aérea de contacto Factor de potencia	4.2.8.2.4. 4.2.8.2.6.
Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo	4.2.5	Corriente máxima en reposo	4.2.8.2.5
Frenado de recuperación	4.2.6	Freno de recuperación con energía hacia la línea aérea de contacto	4.2.8.2.3
Medidas de coordinación de la protección eléctrica	4.2.7	Protección eléctrica del tren	4.2.8.2.10
Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de c.a.	4.2.8.	Perturbaciones de energía del sistema para sistemas de c.a.	4.2.8.2.7.

Referencia en la ETI de energía		Referencia en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Geometría de la línea aérea de contacto	4.2.9.	Rango de alturas de trabajo del pantógrafo	4.2.8.2.9.1.
		Geometría del arco del pantógrafo	4.2.8.2.9.2.
Gálibo del pantógrafo	4.2.10.	Geometría del arco del pantógrafo	4.2.8.2.9.2.
	Apéndice D	Gálibo	4.2.3.1.
Fuerza de contacto media	4.2.11.	Fuerza estática de contacto del pantógrafo	4.2.8.2.9.5.
		Fuerza de contacto y comportamiento dinámico del pantógrafo	4.2.8.2.9.6.
Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente	4.2.12.	Fuerza de contacto y comportamiento dinámico del pantógrafo	4.2.8.2.9.6.
Diseño de la separación de pantógrafos para la línea aérea de contacto	4.2.13.	Configuración de los pantógrafos	4.2.8.2.9.7.
Material del hilo de contacto	4.2.14.	Material del frotador	4.2.8.2.9.4.
Secciones de separación: fase sistema	4.2.15.	Circulación a través de una sección de separación de fases o de sistemas	4.2.8.2.9.8.
	4.2.16.		
Sistema de captación de datos de energía situado en tierra	4.2.17.	Sistema de a bordo de medición de energía	4.2.8.2.8.

#### 4.3.3. Interfaz con el subsistema de infraestructura

Referencia en la ETI de energía		Referencia en la ETI de infraestructura	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Gálibo del pantógrafo	4.2.10.	Gálibo estructural	4.2.3.1.

#### 4.3.4. Interfaz con los subsistemas de control-mando y señalización

- 1) La interfaz para el control de potencia es una interfaz entre el subsistema de energía y el de material rodante.
- 2) Sin embargo, la información se transmite a través de los subsistemas de control-mando y señalización, por consiguiente, la interfaz de transmisión se especifica en la ETI de control-mando y señalización y la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros.
- 3) La información pertinente para realizar la conmutación del disyuntor, el cambio de la corriente máxima del tren, el cambio del sistema de alimentación eléctrica y la gestión del pantógrafo se transmitirá a través del ERTMS cuando la línea esté equipada con ERTMS.
- 4) Las corrientes armónicas que afectan a los subsistemas de control-mando y señalización se establecen en la ETI de control-mando y señalización.

#### 4.3.5. Interfaz con el subsistema de explotación y gestión del tráfico

Referencia en la ETI de energía		Referencia en la ETI de explotación	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Corriente máxima del tren	4.2.4.1.	Composición del tren	4.2.2.5.
		Preparación del libro de itinerarios	4.2.1.2.2.1.
Secciones de separación:	4.2.15.	Composición del tren	4.2.2.5.
Fase		Preparación del libro de itinerarios	4.2.1.2.2.1.
Sistema	4.2.16.		

#### 4.4. Normas de explotación

- 1) Las normas de explotación se elaboran en el marco de los procedimientos descritos en el sistema de gestión de la seguridad del administrador de infraestructura. Estas normas deben tener en cuenta la documentación de explotación que forma parte del expediente técnico exigido por el artículo 18, apartado 3, y descrito en el anexo VI de la Directiva 2008/57/CE.

- 2) En determinadas situaciones de obras programadas con antelación, puede ser necesario derogar temporalmente las especificaciones del subsistema de energía y sus componentes de interoperabilidad definidas en las secciones 4 y 5 de la ETI.

#### **4.5. Normas de mantenimiento**

- 1) Las normas de mantenimiento se elaboran en el marco de los procedimientos descritos en el sistema de gestión de la seguridad del administrador de infraestructura.
- 2) El expediente de mantenimiento para los CI y elementos de los subsistemas se prepararán antes de poner un subsistema en servicio como parte del expediente técnico que acompaña a la declaración de verificación.
- 3) Se elaborará el plan de mantenimiento para el subsistema con el fin de garantizar que los requisitos establecidos en la presente ETI se mantengan durante toda su vigencia.

#### **4.6. Competencias profesionales**

Las competencias profesionales del personal requeridas para la explotación y el mantenimiento del subsistema de energía están contempladas en los procedimientos descritos en el sistema de gestión de la seguridad de los administradores de infraestructura; la presente ETI no las establece.

#### **4.7. Condiciones de seguridad y salud**

- 1) Las condiciones de seguridad y salud del personal que requieran la explotación, el mantenimiento del subsistema de energía y la aplicación de la ETI serán conformes a la legislación pertinente europea y nacional.
- 2) También están contempladas en los procedimientos descritos en el sistema de gestión de la seguridad del administrador de infraestructura.

### **5. COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD**

#### **5.1. Lista de componentes**

- 1) Los componentes de interoperabilidad se regulan por las disposiciones correspondientes de la Directiva 2008/57/CE y se enumeran a continuación en lo que se refiere al subsistema de energía.
- 2) Línea aérea de contacto:
  - a) El componente de interoperabilidad «línea aérea de contacto» consta de los componentes enumerados a continuación que deben instalarse en el subsistema de energía, y las normas de configuración y diseño correspondientes.
  - b) Los componentes de una línea aérea de contacto son un conjunto de cables suspendidos por encima de la línea de ferrocarril para el

suministro de electricidad a los trenes eléctricos, junto con los accesorios correspondientes, los aisladores en línea y otros accesorios, como feeders y conexiones. Se sitúa por encima del límite superior del gálibo del vehículo, al que suministra energía eléctrica a través de los pantógrafos.

- c) Los componentes de sustentación, como ménsulas, postes y cimentaciones, los conductores de retorno, feeders de autotransformadores, interruptores y otros aisladores, no forman parte del componente de interoperabilidad «línea aérea de contacto». Estos componentes se rigen por los requisitos del subsistema en lo que se refiere a la interoperabilidad.
- 3) La evaluación de conformidad se regirá por las fases y características que se indican en el apartado 6.1.4 y por X en el cuadro A.1 del apéndice A de la presente ETI.

## **5.2. Prestaciones y especificaciones de los componentes**

### *5.2.1. Línea aérea de contacto*

#### 5.2.1.1. Geometría de la línea aérea de contacto

El diseño de la línea aérea de contacto se ajustará al apartado 4.2.9.

#### 5.2.1.2. Fuerza de contacto media

La línea aérea de contacto se diseñará empleando la fuerza de contacto media  $F_m$  indicada en el apartado 4.2.11.

#### 5.2.1.3. Comportamiento dinámico

Los requisitos de comportamiento dinámico de la línea aérea de contacto se establecen en el apartado 4.2.12.

#### 5.2.1.4. Espacio para elevación del brazo de atirantado

La línea aérea de contacto se diseñará de manera que deje el espacio necesario para la elevación, tal y como se establece en el apartado 4.2.12.

#### 5.2.1.5. Diseño de la separación de pantógrafos para la línea aérea de contacto

La línea aérea de contacto será diseñada para una separación de pantógrafos especificada en el apartado 4.2.13.

#### 5.2.1.6. Corriente en reposo

La línea aérea de contacto se diseñará para los sistemas de c.c. según los requisitos establecidos en el apartado 4.2.5.

#### 5.2.1.7. Material del hilo de contacto

El material del hilo de contacto cumplirá los requisitos establecidos en el apartado 4.2.14.

## 6. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE LOS COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD Y VERIFICACIÓN CE DE LOS SUBSISTEMAS

Los módulos para los procedimientos de evaluación de la conformidad, la idoneidad para el uso y la verificación CE se describen en la Decisión 2010/713/UE de la Comisión.

### 6.1. Componentes de interoperabilidad

#### 6.1.1. Procedimientos de evaluación de la conformidad

- 1) Los procedimientos de evaluación de conformidad de los componentes de interoperabilidad definidos en la sección 5 de la presente ETI se llevarán a cabo aplicando los módulos oportunos.
- 2) Los procedimientos de evaluación de los requisitos particulares aplicables a los componentes de interoperabilidad se establecen en el apartado 6.1.4

#### 6.1.2. Aplicación de los módulos

- 1) Para la evaluación de conformidad de los componentes de interoperabilidad se utilizan los módulos siguientes:
  - a) CA Control interno de la fabricación
  - b) CB Examen de tipo CE
  - c) CC Conformidad con el tipo basándose en el control interno de fabricación
  - d) CH Conformidad basándose en un sistema de gestión de calidad total
  - e) CH1 Conformidad basándose en un sistema de gestión de calidad total con examen del diseño

**Cuadro 6.1.2 – Módulos para la evaluación de conformidad aplicables a los componentes de interoperabilidad**

Procedimientos	Módulos
Comercializados en la UE con anterioridad a la entrada en vigor de la presente ETI	CA o CH
Comercializados en la UE con posterioridad a la entrada en vigor de la presente ETI	CB + CC o CH1

- 2) Los módulos para evaluación de la conformidad de los componentes de interoperabilidad se seleccionarán entre los que se muestran en el cuadro 6.1.2.
- 3) En el caso de productos comercializados en el mercado antes de la publicación de las ETI pertinentes, se considerará que el tipo está aprobado y por lo tanto no es preciso el examen de tipo CE (módulo CB), siempre que el fabricante demuestre que se han superado los ensayos y las verificaciones de los componentes de interoperabilidad para aplicaciones anteriores en condiciones comparables y que son conformes con los requisitos de la presente ETI. En tal caso, estas evaluaciones seguirán siendo válidas en la nueva aplicación. Si no fuera posible demostrar que la solución se ha probado de forma positiva anteriormente, se aplicará el procedimiento para componentes de interoperabilidad comercializados en la UE tras la publicación de esta ETI.

### 6.1.3. *Soluciones innovadoras de los componentes de interoperabilidad*

Si se propone una solución innovadora para un componente de interoperabilidad, será de aplicación el procedimiento descrito en el artículo 10 del presente Reglamento.

### 6.1.4. *Procedimiento particular de evaluación del componente de interoperabilidad: línea aérea de contacto*

#### 6.1.4.1. Evaluación del comportamiento dinámico y de la calidad de la captación de corriente

- 1) Metodología:
  - a) La evaluación del comportamiento dinámico y de la calidad de la captación de corriente afecta a la línea aérea de contacto (subsistema de energía) y al pantógrafo (subsistema de material rodante).
  - b) El cumplimiento de los requisitos de comportamiento dinámico se verificará mediante la evaluación de:
    - la elevación del hilo de contactoy, o bien:
    - la fuerza de contacto media  $F_m$  y la desviación típica  $\sigma_{max}$o bien
    - el porcentaje de arcos.
  - c) La entidad contratante declarará el método que debe emplearse para la verificación.
  - d) El diseño de la línea aérea de contacto se evaluará mediante una herramienta de simulación con arreglo a la norma EN 50318:2002 y por medición con arreglo a la norma EN 50317:2012.
  - e) Si un diseño de la línea aérea de contacto ha estado en funcionamiento durante un mínimo de 20 años, el requisito de simulación definido en el

apartado 2 será opcional. La medición definida en el apartado 3 se realizará para las configuraciones de pantógrafo más desfavorables en relación con los rendimientos de interacción de este diseño de la línea aérea de contacto concreto.

- f) La medición puede realizarse en una sección de prueba construida especialmente o en una línea donde la línea aérea de contacto esté en construcción.

2) Simulación:

- a) Se tendrán en cuenta elementos singulares (por ejemplo, túneles, escapes entre vías, secciones de separación de fases, etc.), en la realización de simulaciones y en el análisis de resultados.
- b) Las simulaciones se harán utilizando al menos dos tipos de pantógrafo que cumplan la ETI correspondiente para la velocidad<sup>1</sup> y el sistema de alimentación adecuados, hasta la velocidad de diseño del componente de interoperabilidad «línea aérea de contacto» propuesto.
- c) Se admite realizar la simulación empleando tipos de pantógrafos que se encuentren en proceso de homologación como componente de interoperabilidad, siempre que cumplan los otros requisitos de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros.
- d) La simulación se realizará para un único pantógrafo y para múltiples pantógrafos con separación conforme a los requisitos del apartado 4.2.13.
- e) Para ser aceptable, la calidad de la captación de corriente simulada será conforme con el apartado 4.2.12 por lo que se refiere a elevación, fuerza de contacto media y desviación típica de cada pantógrafo.

3) Medición:

- a) Si la simulación resulta aceptable, se realizará una prueba dinámica *in situ* con una sección representativa de la nueva línea aérea de contacto.
- b) Esta medición podrá realizarse antes de que se ponga en servicio o de estar en condiciones de funcionamiento completo.
- c) Para esa prueba, se instalará uno de los dos tipos de pantógrafos seleccionados para la simulación en un material rodante que permita la velocidad adecuada en la sección representativa.
- d) La prueba se realizará, al menos, para las configuraciones de pantógrafo más desfavorables en relación con el rendimiento de interacción derivado de las simulaciones. Si no resulta posible realizar la prueba utilizando la separación entre pantógrafos de 8 m, se permitirá, para pruebas a

---

<sup>1</sup> Es decir, la velocidad de los dos tipos de pantógrafo será al menos igual a la velocidad de diseño de la línea aérea de contacto simulada.

velocidades de hasta 80 km/h, incrementar la separación entre dos pantógrafos consecutivos a hasta 15 m.

- e) La fuerza de contacto media de cada pantógrafo cumplirá los requisitos establecidos en el apartado 4.2.11 hasta la velocidad de diseño considerada para la línea aérea de contacto sometida a prueba.
- f) Para ser aceptable, la calidad de la captación de corriente medida estará de acuerdo con el apartado 4.2.12 por lo que se refiere a la elevación y, o bien a la fuerza de contacto media y la desviación típica, o bien al porcentaje de arcos.
- g) Si se superan positivamente todas las evaluaciones anteriores, se considerará que el diseño de la línea aérea de contacto probado es satisfactorio y puede utilizarse en líneas con características de diseño compatibles.
- h) La evaluación del comportamiento dinámico y de la calidad de la captación de corriente para el componente de interoperabilidad pantógrafo está establecida en el apartado 6.1.3.7 de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros.

#### 6.1.4.2. Evaluación de la corriente en reposo

La evaluación de la conformidad se efectuará con arreglo a la norma EN 50367:2012, anexo A.3 para la fuerza estática definida en el apartado 4.2.5.

#### 6.1.5. *Declaración CE de conformidad del componente de interoperabilidad de la línea aérea de contacto*

De acuerdo con el anexo IV, sección 3, de la Directiva 2008/57/CE, la declaración CE de conformidad estará acompañada por la declaración que establezca las condiciones de utilización:

- a) velocidad de diseño máxima;
- b) tensión y frecuencia nominal;
- c) potencia nominal;
- d) perfil de pantógrafo aceptado.

## 6.2. **Subsistema de energía**

### 6.2.1. *Disposiciones generales*

- 1) A petición del solicitante, el organismo notificado llevará a cabo la verificación CE de acuerdo con el artículo 18 de la Directiva 2008/57/CE y con las disposiciones de los módulos pertinentes.
- 2) Si el solicitante demostrara que se han superado pruebas o verificaciones de un subsistema de energía para aplicaciones anteriores de un diseño en

circunstancias similares, el organismo notificado las tendrá en cuenta para la verificación CE.

- 3) Los procedimientos de evaluación de los requisitos particulares aplicables al subsistema se establecen en el apartado 6.2.4.
- 4) El solicitante redactará la declaración CE de verificación del subsistema de energía de acuerdo con el artículo 18, apartado 1, y el anexo V de la Directiva 2008/57/CE.

#### 6.2.2. *Aplicación de los módulos*

Para el procedimiento de verificación CE del subsistema de energía, el solicitante o su representante autorizado en la Comunidad podrá escoger entre:

- a) Módulo SG: verificación CE basada en la verificación de una unidad, o
- b) Módulo SH1: verificación CE basada en un sistema completo de gestión de la calidad con un examen del diseño.

##### 6.2.2.1. Aplicación del módulo SG

En el caso del módulo SG, el organismo notificado podrá tener en cuenta pruebas de exámenes, comprobaciones o pruebas que se hayan superado, efectuadas en condiciones comparables por otros organismos o por el solicitante (o en su nombre).

##### 6.2.2.2. Aplicación del módulo SH1

Solamente se podrá escoger el módulo SH1 cuando las actividades que contribuyan al subsistema propuesto que haya que verificar (diseño, fabricación, montaje, instalación) estén sujetas a un sistema de gestión de la calidad para el diseño, la fabricación, y el examen y ensayo del producto acabado, aprobadas y controladas por un organismo notificado.

#### 6.2.3. *Soluciones innovadoras*

Si se propone una solución innovadora para el subsistema de energía, será de aplicación el procedimiento descrito en el artículo 10 del presente Reglamento.

#### 6.2.4. *Procedimientos particulares de evaluación del subsistema de energía*

##### 6.2.4.1. Evaluación de la tensión útil media

- 1) La evaluación se acreditará con arreglo a la norma EN 50388:2012, apartado 15.4.
- 2) La evaluación se acreditará solo en caso de subsistemas recientemente construidos o renovados.

##### 6.2.4.2. Evaluación del frenado de recuperación

- 1) La evaluación de las instalaciones fijas de alimentación eléctrica de c.a. se acreditará de acuerdo con la norma EN 50388:2012, apartado 15.7.2.

- 2) La evaluación de la alimentación eléctrica de c.c. se acreditará mediante un análisis de diseño.

#### 6.2.4.3. Evaluación de las medidas de coordinación de la protección eléctrica

Para el diseño y la explotación de las subestaciones, la evaluación se acreditará con arreglo a la norma EN 50388:2012, apartado 15.6.

#### 6.2.4.4. Evaluación de armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de tracción de c.a.

- 1) Se realizará un estudio de compatibilidad de conformidad con la norma EN 50388:2012, apartado 10.3.
- 2) Este estudio se efectuará solo en el caso de que se introduzcan convertidores con semiconductores activos en el sistema de alimentación eléctrica.
- 3) El organismo notificado evaluará si se cumplen los criterios de la EN 50388:2012, apartado 10.4.

#### 6.2.4.5. Evaluación del comportamiento dinámico y la calidad de la captación de corriente (integración en un subsistema)

- 1) El objetivo principal de esta prueba es detectar errores de construcción y de diseño de la asignación, pero en principio, no la de evaluar el diseño básico.
- 2) Las mediciones de los parámetros de interacción se llevarán a cabo de conformidad con la EN 50317:2012.
- 3) Estas mediciones se llevarán a cabo con un componente de interoperabilidad «pantógrafo», que presente las características de fuerza de contacto media requeridas por el apartado 4.2.11 de la presente ETI para la velocidad de diseño de la línea teniendo en cuenta aspectos relacionados con la velocidad mínima y las vías de apartadero.
- 4) La línea aérea de contacto instalada deberá aceptarse si los resultados de la medición se ajustan a los requisitos del apartado 4.2.12.
- 5) Para velocidades operativas de hasta 120 km/h (sistemas de c.a.) y hasta 160 km/h (sistemas de c.c.), la medición del comportamiento dinámico no es obligatoria. En este caso se utilizarán métodos alternativos para la detección de errores de construcción, tales como la medición de la geometría de las líneas aéreas de contacto de conformidad con el apartado 4.2.9.
- 6) La evaluación del comportamiento dinámico y de la calidad de la captación de corriente para la integración del pantógrafo en el subsistema de material rodante se establece en el apartado 6.2.3.20 de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros.

#### 6.2.4.6. Evaluación de las disposiciones sobre protección contra choques eléctricos

- (1) Para cada instalación se demostrará que el diseño básico de las medidas de protección contra los choques eléctricos es conforme al apartado 4.2.18.
- (2) Además, se comprobará la existencia de normas y procedimientos que garanticen que la instalación está instalada tal y como ha sido diseñada.

#### 6.2.4.7. Evaluación del plan de mantenimiento

- 1) La evaluación se llevará a cabo verificando la existencia del plan de mantenimiento.
- 2) El organismo notificado no es responsable de evaluar la idoneidad de los requisitos detallados fijados en el plan.

### 6.3. Subsistema con componentes de interoperabilidad sin declaración CE

#### 6.3.1. Condiciones

- 1) Hasta el 31 de mayo, un organismo notificado podrá expedir un certificado CE de verificación de un subsistema, aunque algunos de los componentes de interoperabilidad incorporados a este no estén amparados por las declaraciones CE correspondientes de conformidad o de idoneidad para el uso, según lo dispuesto en la presente ETI, siempre que se cumplan los criterios siguientes:
  - a) el organismo notificado deberá haber comprobado la conformidad del subsistema con respecto a los requisitos de la sección 4 y en relación con los apartados 6.2 y 6.3 y la sección 7, a excepción del apartado 7.4 de la presente ETI. Además, no se aplica la conformidad de los componentes de interoperabilidad a la sección 5 y al apartado 6.1, y
  - b) los componentes de interoperabilidad no amparados por la correspondiente declaración CE de conformidad y/o de idoneidad para el uso deberán haberse empleado en un subsistema ya aprobado y puesto en servicio en, al menos un Estado miembro, antes de la entrada en vigor de la presente ETI.
- 2) No se prepararán declaraciones CE de conformidad y/o de idoneidad de uso para los componentes de interoperabilidad evaluados de esta manera.

#### 6.3.2. Documentación

- 1) El certificado CE de verificación del subsistema indicará claramente qué componentes de interoperabilidad han sido evaluados por el organismo notificado como parte de la verificación del subsistema.
- 2) La declaración CE de verificación del subsistema indicará con claridad:
  - a) los componentes de interoperabilidad que se han evaluado como parte del subsistema;

- b) la confirmación de que el subsistema incluye componentes de interoperabilidad idénticos a los que se ha verificado como parte del subsistema;
- c) las razones por las que el fabricante no presentó para esos componentes de interoperabilidad una declaración CE de conformidad y/o idoneidad de uso antes de la incorporación al subsistema, incluyendo la aplicación de normas nacionales notificadas de acuerdo con el artículo 17 de la Directiva 2008/57/CE.

### 6.3.3. *Mantenimiento de los subsistemas certificados de acuerdo con 6.3.1*

- 1) Durante el período transitorio y después de este, hasta que el subsistema se acondicione o renueve (teniendo en cuenta la decisión del Estado miembro para la aplicación de las ETI), se permite utilizar los componentes de interoperabilidad del mismo tipo sin una declaración CE de conformidad y/o idoneidad de uso, como sustituciones relacionadas con el mantenimiento (piezas de recambio) del subsistema, bajo la responsabilidad del organismo responsable del mantenimiento.
- 2) En cualquier caso, el organismo responsable del mantenimiento debe garantizar que los recambios de los componentes relacionados con el mantenimiento son idóneos para sus aplicaciones, se utilizan dentro de su campo de utilización, y permiten lograr la interoperabilidad dentro del sistema ferroviario, cumpliendo a la vez los requisitos esenciales. Esos componentes deben estar identificados y certificados de acuerdo con cualquier norma nacional o internacional, o cualquier procedimiento técnico que esté ampliamente admitido en el ámbito ferroviario.

## **7. APLICACIÓN DE LA ETI DE ENERGÍA**

Los Estados miembros desarrollarán un plan nacional para la aplicación de la presente ETI, teniendo en cuenta la coherencia de la totalidad del sistema ferroviario de la Unión Europea. Este plan incluirá todas las líneas nuevas, renovadas y acondicionadas, de conformidad con los detalles que se mencionan a continuación en los apartados 7.1 a 7.4.

### **7.1. Aplicación de la presente ETI a líneas ferroviarias**

Las secciones 4 a 6, así como cualquier disposición específica de los apartados 7.2 a 7.3 siguientes, se aplican plenamente a las líneas ubicadas en el ámbito geográfico de la presente ETI que hayan de ponerse en servicio como líneas interoperables después de la entrada en vigor de la presente ETI.

### **7.2. Aplicación de la presente ETI a líneas ferroviarias nuevas, renovadas o acondicionadas**

#### *7.2.1. Introducción*

- 1) A los fines de la presente sección, se entiende por «línea nueva» aquella que cree un itinerario donde no exista ninguno actualmente.

- 2) Las siguientes situaciones pueden considerarse acondicionamientos o renovaciones de las líneas existentes:
  - a) la modificación del trazado de parte de un itinerario existente;
  - b) la creación de un by-pass;
  - c) la adición de una vía o más en un itinerario existente, independientemente de la distancia entre las vías originales y las que se añaden.
- 3) De acuerdo con las condiciones establecidas en el artículo 20, apartado 1, de la Directiva 2008/57/CE, el plan de ejecución indicará la forma en que deban adaptarse las instalaciones fijas existentes definidas en el apartado 2.1 cuando esté justificado económicamente hacerlo.

#### 7.2.2. *Plan de ejecución de tensión y frecuencia*

- 1) La elección de un sistema de alimentación eléctrica es competencia del Estado miembro. La decisión debe adoptarse basándose en aspectos económicos y técnicos, teniendo en cuenta, al menos, los siguientes elementos:
  - a) el sistema de alimentación eléctrica existente en el Estado miembro;
  - b) las conexiones con las líneas ferroviarias de los países colindantes que ya dispongan de un sistema de alimentación eléctrica;
  - c) el factor de potencia.
- 2) Las líneas nuevas con velocidades superiores a 250 km/h serán alimentadas con uno de los sistemas de c.a. definidas en el apartado 4.2.3.

#### 7.2.3. *Plan de ejecución de la geometría de la línea aérea de contacto*

##### 7.2.3.1. *Ámbito del plan de ejecución*

El plan de ejecución de los Estados miembros tendrá en cuenta los siguientes elementos:

- a) la superación de las diferencias entre distintas geometrías de la línea aérea de contacto;
- b) cualquier conexión a las geometrías de la línea aérea de contacto existentes en zonas adyacentes;
- c) CI certificados existentes de la línea aérea de contacto.

##### 7.2.3.2. *Normas de aplicación para el sistema de ancho de vía de 1 435 mm*

Se diseñará la línea aérea de contacto teniendo en cuenta las siguientes normas:

- a) Las líneas nuevas con una velocidad superior a 250 km/h tendrán colocados ambos pantógrafos tal y como se especifica en la ETI de locomotoras y

material rodante de viajeros, apartados 4.2.8.2.9.2.1 (1 600 mm) y 4.2.8.2.9.2.2 (1 950 mm).

Si no es posible, se diseñará la línea aérea de contacto para su utilización con, al menos, un pantógrafo con la geometría del arco especificada en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2.1 (1 600 mm).

- b) Las líneas renovadas o acondicionadas con una velocidad igual o superior a 250 km/h tendrán colocado, al menos, un pantógrafo con la geometría del arco especificada en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2.1 (1 600 mm).
- c) Otros casos: se diseñará la línea aérea de contacto para su utilización con, al menos, uno de los pantógrafos con la geometría del arco especificada en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2.1 (1 600 mm) o 4.2.8.2.9.2.2 (1 950 mm).

#### 7.2.3.3. Sistemas de ancho de vía diferentes de 1 435 mm

Se diseñará la línea aérea de contacto para su utilización con, al menos, uno de los pantógrafos con la geometría de arco especificada en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2.

#### 7.2.4. *Aplicación del sistema de captación de datos de energía situado en tierra*

Dentro de un plazo de 2 años desde el cierre de la «cuestión pendiente» mencionada en el apartado 4.2.17, los Estados miembros garantizarán la aplicación de un sistema de captación de datos de energía situado en tierra capaz de intercambiar los datos de facturación energética compilados.

### 7.3. **Aplicación de la presente ETI a las líneas existentes**

#### 7.3.1. *Introducción*

En caso de que se aplique la presente ETI a las líneas existentes y sin perjuicio del apartado 7.4 (casos específicos), se tendrán en consideración los siguientes elementos:

- a) Cuando se aplique el artículo 20, apartado 2, de la Directiva 2008/57/CE, los Estados miembros decidirán qué requisitos de la ETI deben aplicarse teniendo en cuenta el plan de ejecución.
- b) Cuando no se aplique el artículo 20, apartado 2, de la Directiva 2008/57/CE, se recomienda la conformidad con la presente ETI. Cuando no sea posible conseguir la conformidad, la entidad contratante informará al Estado miembro de las razones para ello.
- c) Cuando un Estado miembro requiera una nueva autorización para la puesta en servicio, la entidad contratante definirá las medidas prácticas y las distintas fases del proyecto que sean necesarias para conseguir los niveles necesarios de rendimiento. Estas fases del proyecto podrán incluir

períodos transitorios para la puesta en servicio de equipos con niveles de rendimiento reducidos.

- d) Cualquier subsistema existente puede permitir la circulación de vehículos conformes a la ETI al tiempo que cumple los requisitos básicos de la Directiva 2008/57/CE. El procedimiento que ha de emplearse para demostrar el nivel de conformidad con los parámetros fundamentales de la ETI será conforme a con la Recomendación de la Comisión [Recomendación actualizada 2011/622].

### 7.3.2. *Acondicionamiento/renovación de la línea aérea de contacto o la alimentación eléctrica*

- 1) Se puede modificar gradualmente la totalidad o parte de la línea aérea de contacto y/o el sistema de alimentación eléctrica (elemento por elemento) a lo largo de un período de tiempo prolongado para alcanzar la conformidad con la presente ETI.
- 2) Sin embargo, la conformidad de todo el subsistema solamente se podrá declarar una vez que todos los elementos sean conformes con la ETI en una sección completa de la ruta.
- 3) El proceso de acondicionamiento/renovación deberá tener en consideración la necesidad de mantener la compatibilidad con el subsistema de energía existente y con otros subsistemas. Para un proyecto que incluya elementos que no sean conformes con la ETI, se acordarán con el Estado miembro los procedimientos de evaluación de la conformidad y verificación CE que se vayan a aplicar.

### 7.3.3. *Parámetros relacionados con el mantenimiento*

Durante el mantenimiento del subsistema de energía no se requieren verificaciones formales y autorizaciones para la puesta en servicio. Sin embargo, se podrán realizar sustituciones de mantenimiento, siempre que sea posible razonablemente, de acuerdo con los requisitos de la presente ETI, contribuyendo así al desarrollo de la interoperabilidad.

### 7.3.4. *Subsistemas existentes que no están sujetos a un proyecto de renovación o acondicionamiento*

El procedimiento que ha de emplearse para demostrar el nivel de conformidad de las líneas existentes con los parámetros fundamentales de la ETI será conforme a la Recomendación de la Comisión [Recomendación actualizada 2011/622].

## 7.4. **Casos específicos**

### 7.4.1. *Consideraciones generales*

- 1) Los casos específicos, tal y como se recogen en el apartado 7.4.2, describen disposiciones especiales que son necesarias y que se autorizan en redes concretas de cada Estado miembro.
- 2) Estos casos específicos se clasifican como:

- Casos «P»: casos «permanentes».
- Casos «T»: casos «temporales», cuando está previsto que se alcance el sistema previsto en el futuro.

#### 7.4.2. *Lista de casos específicos*

##### 7.4.2.1. Características particulares de la red estonia

###### 7.4.2.1.1 *Tensión y frecuencia (4.2.3)*

###### Caso P

La máxima tensión permitida de la línea aérea de contacto en Estonia es de 4 kV (3 kV en redes de c.c.).

##### 7.4.2.2. Características particulares de la red francesa

###### 7.4.2.2.1 *Tensión y frecuencia (4.2.3)*

###### Caso T

Los valores y los límites de tensión y frecuencia en los terminales de las subestaciones y en los pantógrafos de las líneas electrificadas de 1,5 kV de c.c.:

- Nimes a Port Bou,
- Toulouse a Narbonne,

pueden ir más allá de los valores establecidos en la norma EN 50163:2004, apartado 4 ( $U_{\max 2}$  cercana a 2000 V).

###### 7.4.2.2.2 *Secciones de separación de fases – líneas con una velocidad $v \geq 250$ [km/h] (4.2.15.2)*

###### Caso P

En el caso de acondicionamiento o renovación de las líneas de alta velocidad LN 1, 2, 3 y 4, se permiten secciones de separación de fase de diseño especial.

##### 7.4.2.3. Características particulares de la red italiana

###### 7.4.2.3.1 *Secciones de separación de fases – líneas con una velocidad $v \geq 250$ [km/h] (4.2.15.2)*

###### Caso P

En el caso de acondicionamiento o renovación de la línea de alta velocidad de Roma - Nápoles, se permiten secciones de separación de fase con un diseño especial.

#### 7.4.2.4. Características particulares de la red letona

##### 7.4.2.4.1 *Tensión y frecuencia (4.2.3)*

Caso P

La máxima tensión permitida de la línea aérea de contacto en Letonia es de 4 kV (3 kV en redes de c.c.).

#### 7.4.2.5. Características particulares de la red lituana

##### 7.4.2.5.1 *Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente (4.2.12)*

Caso P

Para los diseños de líneas aéreas de contacto existentes, el espacio para elevación del brazo de atirantado se calcula de conformidad con las normas técnicas nacionales notificadas con este fin.

#### 7.4.2.6. Características particulares de la red polaca

##### 7.4.2.6.1 *Medidas de coordinación de la protección eléctrica (4.2.7)*

Caso P

Para la red de c.c. polaca de 3 kV, la nota c del cuadro 7 de la norma EN 50388: 2012 se sustituye por la nota: El disparo del disyuntor debe ser muy rápido para altas corrientes de cortocircuito. En lo posible, el disyuntor de la unidad de tracción debe dispararse a fin de evitar el disparo de la subestación.

#### 7.4.2.7. Características particulares de la red española

##### 7.4.2.7.1 *Altura del hilo de contacto (4.2.9.1)*

Caso P

En algunas secciones de las futuras líneas  $v \geq 250$  [km/h] la altura nominal de contacto permitida es de 5,60 m.

##### 7.4.2.7.2 *Secciones de separación de fases – líneas con una velocidad $v \geq 250$ [km/h] (4.2.15.2)*

Caso P

En el caso de acondicionamiento o renovación de las líneas de alta velocidad existentes, se mantendrá el diseño especial de las secciones de separación de fases.

#### 7.4.2.8. Características particulares de la red sueca

##### 7.4.2.8.1 *Evaluación de la tensión útil media (6.2.4.1)*

Caso P

Además de realizar la evaluación de la tensión útil media de conformidad con la EN 50388:2012, apartado 15.4, el rendimiento de la alimentación eléctrica también podrá ser evaluado mediante:

- Una comparación con una referencia cuando se haya utilizado la solución de la alimentación eléctrica para un plan ferroviario similar o más exigente. La referencia tendrá:
  - una distancia similar o superior a la barra electora controlada por la tensión (estación de conversión de frecuencia),
  - una impedancia similar o superior del sistema de la línea aérea de contacto.
- Una estimación aproximada de la  $U_{\text{útil media}}$  para casos simples da como resultado una mayor capacidad adicional para las futuras demandas de tráfico.

#### 7.4.2.9. Características particulares de la red del Reino Unido para Gran Bretaña

##### 7.4.2.9.1 *Tensión y frecuencia (4.2.3)*

###### Caso P

Está permitido continuar actualizando, renovando y ampliando las redes equipadas con el sistema de electrificación que funcione con corriente continua a 600/750 V y utilice carriles conductores al nivel del suelo en una configuración de tres y/o cuatro carriles de conformidad con las normas técnicas nacionales notificadas con este fin.

Caso específico para el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, que se aplica solo a la red principal de Gran Bretaña.

##### 7.4.2.10.2 *Altura del hilo de contacto (4.2.9.1)*

###### Caso P

Para el subsistema de energía nuevo, acondicionado o renovado de la infraestructura existente está permitido diseñar la altura del hilo de la línea aérea de contacto de conformidad con las normas técnicas nacionales notificadas para este fin.

Caso específico para el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, que se aplica solo a la red principal de Gran Bretaña.

##### 7.4.2.9.3 *Desviación lateral máxima (4.2.9.2) y gálibo del pantógrafo (4.2.10)*

###### Caso P

Para el subsistema de energía nuevo, acondicionado o renovado de la infraestructura existente está permitido calcular el ajuste a la desviación lateral

máxima, las alturas de verificación y el gálibo del pantógrafo de conformidad con las normas técnicas nacionales notificadas para este fin.

Caso específico para el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, que se aplica solo a la red principal de Gran Bretaña.

#### 7.4.2.9.4 *Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos (4.2.18)*

Caso P

Para el subsistema de energía nuevo, acondicionado o renovado o la construcción de los nuevos subsistemas de energía en la infraestructura existente, en lugar de la referencia a las normas EN 50122-1:2011+A1:2011 apartado 5.2.1, está permitido diseñar las disposiciones de protección contra choques eléctricos de conformidad con las normas técnicas nacionales notificadas para este fin.

Caso específico para el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, que se aplica solo a la red principal de Gran Bretaña.

#### 7.4.2.9.5 *Evaluación de la conformidad de la línea aérea de contacto como componente:*

Caso P

Las normas nacionales pueden definir el procedimiento para la conformidad a que se refieren los apartados 7.4.2.9.2 y 7.4.2.9.3 y certificados asociados.

El procedimiento puede incluir la evaluación de la conformidad de partes que están sujetas a un caso específico.

#### 7.4.2.10. Características particulares de la red del Eurotúnel

##### 7.4.2.10.1 *Altura del hilo de contacto (4.2.9.1)*

Caso P

Para la renovación o acondicionamiento del subsistema de energía existente está permitido diseñar la altura del hilo de la línea aérea de contacto de conformidad con las normas técnicas nacionales notificadas para este fin.

#### 7.4.2.11. Características particulares de la red en Luxemburgo

##### 7.4.2.11.1 *Tensión y frecuencia (4.2.3)*

Caso T

Los valores y los límites de la tensión y la frecuencia en los terminales de la subestación y en el pantógrafo de las siguientes líneas electrificadas de 25 kV de c.a. entre Bettembourg y Rodange (frontera) y la sección de línea entre Pétange y Leudelange pueden exceder los valores establecidos en EN 50163:2004, apartado 4 ( $U_{\max 1}$  cercano a 30 kV y  $U_{\max 2}$  cercano a 30,5 kV).

## Apéndice A – Evaluación de conformidad de los componentes de interoperabilidad

### A.1 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente apéndice se refiere a la evaluación de conformidad del componente de interoperabilidad (línea aérea de contacto) del subsistema de energía.

Para los componentes de interoperabilidad existentes, se seguirá el proceso descrito en el apartado 6.1.2.

### A.2 CARACTERÍSTICAS

En el cuadro A.1 se marcan con X las características del componente de interoperabilidad que se evaluarán aplicando los módulos CB o CH1. Se evaluará la fase de producción dentro del subsistema.

**Cuadro A.1 - Evaluación del componente de interoperabilidad: línea aérea de contacto**

Punto característico	Evaluación en la fase siguiente			Calidad del producto (fabricación en serie)
	Fase de diseño y desarrollo		Fase de producción	
	Revisión de diseño	Revisión del proceso de fabricación	Ensayo <sup>2</sup>	
Geometría de la línea aérea de contacto - 5.2.1.1	X	N/A	N/A	N/A
Fuerza de contacto media - 5.2.1.2 <sup>1</sup>	X	N/A	N/A	N/A
Comportamiento dinámico - 5.2.1.3	X	N/A	X	N/A
Espacio para elevación del brazo de atirantado - 5.2.1.4	X	N/A	X	N/A
Diseño de la separación de pantógrafos para la línea aérea de contacto - 5.2.1.5	X	N/A	N/A	N/A
Corriente en reposo - 5.2.1.6	X	N/A	X	N/A
Material del hilo de contacto - 5.2.1.7	X	N/A	N/A	N/A

N/A: no aplicable

<sup>1</sup> La medición de la fuerza de contacto se integra con el proceso de evaluación del comportamiento dinámico y de la calidad de la captación de corriente.

<sup>2</sup> Ensayo conforme a la definición de la sección 6.1.4. sobre el procedimiento particular de evaluación del componente de interoperabilidad: línea aérea de contacto.

## Apéndice B – Verificación CE del subsistema de energía

### B.1 Ámbito de aplicación

Este apéndice se refiere a la verificación CE del subsistema de energía.

### B.2 Características

En el cuadro B.1 se marcan con «X» las características del subsistema que se va a evaluar en las distintas fases del diseño, la instalación y la explotación.

Cuadro B.1 - Verificación CE del subsistema de energía

	Fase de evaluación			
	Fase de desarrollo del diseño	Fase de producción		
	Revisión de diseño	Fabricación, armado, montaje	Montaje antes de la puesta en servicio	Validación en condiciones de servicio reales
<b>Parámetros Fundamentales</b>				
Tensión y frecuencia - 4.2.3	X	N/A	N/A	N/A
Parámetros relacionados con los rendimientos del sistema de alimentación eléctrica - 4.2.4	X	N/A	N/A	N/A
Capacidad de transporte de corriente, sistemas de corriente continua, trenes en reposo - 4.2.5	X <sup>2</sup>	N/A	N/A	N/A
Frenado de recuperación - 4.2.6	X	N/A	N/A	N/A
Medidas de coordinación de la protección eléctrica - 4.2.7	X	N/A	X	N/A
Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de c.a.- 4.2.8	X	N/A	N/A	N/A
Geometría de la línea aérea de contacto - 4.2.9	X <sup>2</sup>	N/A	N/A <sup>4</sup>	N/A
Gálibo del pantógrafo - 4.2.10	X	N/A	N/A	N/A
Fuerza de contacto media - 4.2.11	X <sup>2</sup>	N/A	N/A	N/A
Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente - 4.2.12	X <sup>2</sup>	N/A	X <sup>3 4</sup>	N/A <sup>3</sup>

	Fase de evaluación			
	Fase de desarrollo del diseño	Fase de producción		
	Revisión de diseño	Fabricación, armado, montaje	Montaje antes de la puesta en servicio	Validación en condiciones de servicio reales
<b>Parámetros Fundamentales</b>				
Diseño de la separación de pantógrafos para la línea aérea de contacto - 4.2.13	X <sup>2</sup>	N/A	N/A	N/A
Material del hilo de contacto - 4.2.14	X <sup>2</sup>	N/A	N/A	N/A
Secciones de separación de fases – 4.2.15	X	N/A	N/A	N/A
Secciones de separación de sistemas – 4.2.16	X	N/A	N/A	N/A
Sistema de captación de datos de energía situado en tierra - 4.2.17	N/A	N/A	N/A	N/A
Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos 4.2.18.	X	X	X	N/A
Normas de mantenimiento – 4.5	N/A	N/A	X	N/A

N/A: no aplicable

<sup>2</sup> Solamente se llevará a cabo si no se ha evaluado la línea aérea de contacto como componente de interoperabilidad.

<sup>3</sup> La validación en condiciones de servicio reales se hará solamente cuando no sea posible en la fase «Montaje antes de la puesta en servicio».

<sup>4</sup> Deberá realizarse como método de evaluación alternativo en caso de que el comportamiento dinámico de la línea aérea de contacto integrada en el subsistema no esté medido (véase el apartado 6.2.4.5).

<sup>5</sup> Deberá realizarse en caso de que las comprobaciones no sean llevadas a cabo por otro organismo independiente.

## Apéndice C - Tensión útil media

### C.1 Valores de tensión media útil en el pantógrafo

Los valores mínimos de la tensión media útil en el pantógrafo en condiciones de funcionamiento normales serán las indicadas en el cuadro C.1.

Cuadro C.1 — Tensión media útil mínima en el pantógrafo

Sistema de alimentación eléctrica	V	
	Velocidad de la línea $v > 200$ [km/h]	Velocidad de la línea $v \leq 200$ [km/h]
	Zona y tren	Zona y tren
C.A. 25 kV50 Hz	22 500	22 000
C.A. 15 kV16,7 Hz	14 200	13 500
C.C. 3 kV	2 800	2 700
C.C. 1,5 kV	1 300	1 300

### C.2 Normas de simulación

Zona utilizada para simulación para calcular la  $U_{\text{útil media}}$

- Las simulaciones se realizarán en una zona que represente una parte significativa de una línea o una parte de la red, como las secciones de alimentación pertinentes en la red para el objeto que se va a diseñar y evaluar.

Periodo de tiempo utilizado para simulación para calcular la  $U_{\text{útil media}}$

- Para la simulación de  $U_{\text{útil media}}$  (tren) y  $U_{\text{útil media}}$  (zona) solo se tendrán en consideración los trenes que forman parte de la simulación durante un periodo pertinente, como el tiempo necesario para atravesar una sección de alimentación completa.

## Apéndice D - Especificación del gálibo del pantógrafo

### D.1 Especificación del gálibo del pantógrafo mecánico cinemático

#### D.1.1 Consideraciones generales

##### D.1.1.1 Espacio libre para líneas electrificadas

En el caso de líneas electrificadas mediante línea aérea de contacto, debe quedar libre un espacio adicional:

- para colocar los equipos de la línea aérea de contacto,
- para permitir el paso libre del pantógrafo.

El presente apéndice trata del paso libre del pantógrafo (gálibo del pantógrafo). La separación eléctrica la considera el Administrador de Infraestructura.

##### D.1.1.2. Particularidades

El gálibo del pantógrafo difiere en ciertos aspectos del gálibo de implantación de obstáculos:

- El pantógrafo está (parcialmente) bajo tensión y, por esta razón, debe respetarse una separación eléctrica con él, dependiendo de la naturaleza del obstáculo (aislado o no).
- Debe tenerse en cuenta la presencia de trocadores aislados, cuando sea necesario. Por lo tanto, hay que definir un contorno de referencia doble que tenga en cuenta simultáneamente la interferencia mecánica y la eléctrica.
- En la situación de captación, el pantógrafo está en contacto permanente con el hilo de contacto y, por esta razón, su altura es variable. También lo es la altura del gálibo del pantógrafo.

##### D.1.1.3 Símbolos y abreviaturas

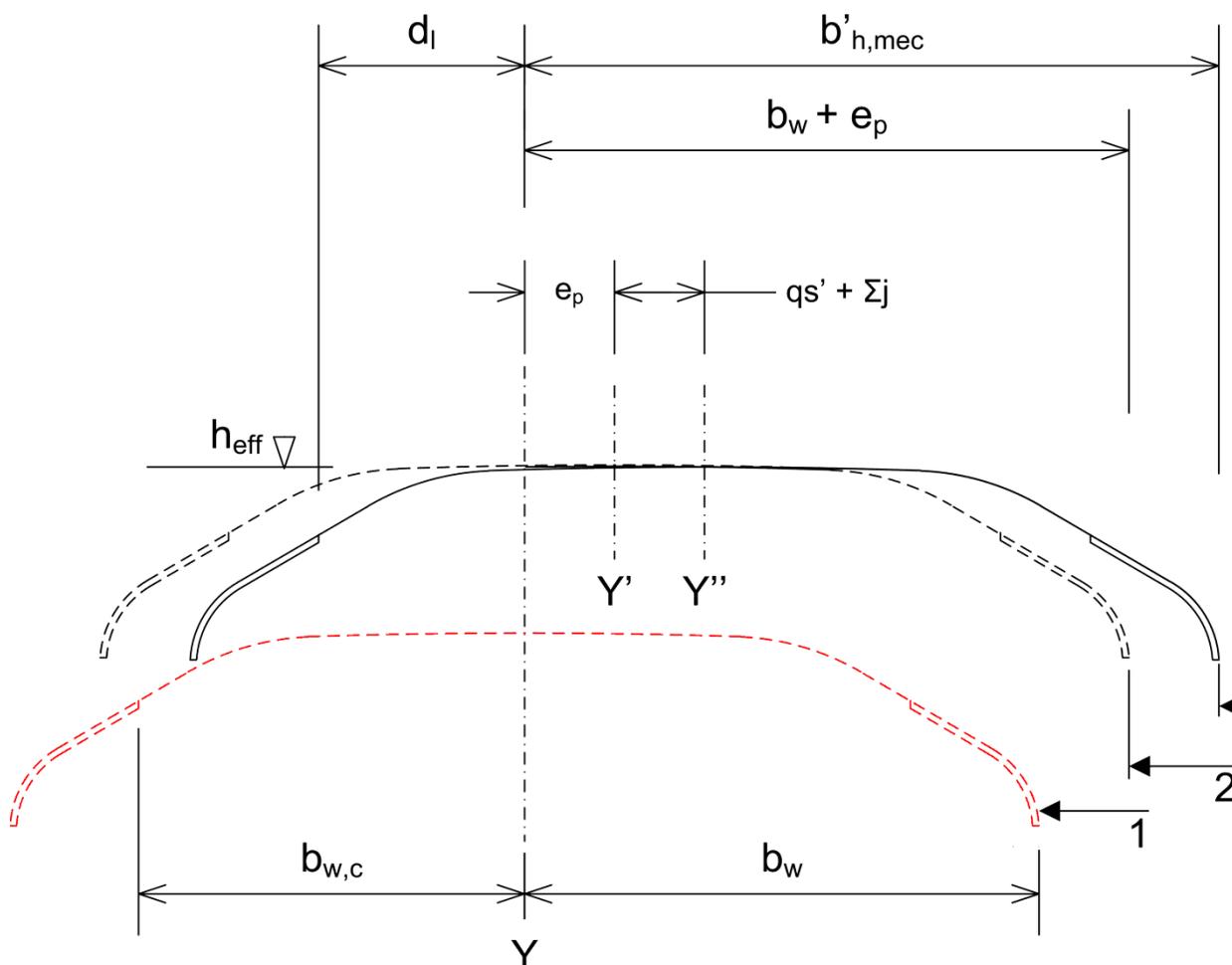
Símbolo	Denominación	Unidad
$b_w$	Semilongitud del arco del pantógrafo	m
$b_{w,c}$	Semilongitud de conducción del arco del pantógrafo (con trocadores aislados) o longitud de trabajo (con trocadores conductores)	m
$b'_{o,mec}$	Ancho del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo en el punto de verificación más alto	m
$b'_{u,mec}$	Ancho del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo en el punto de verificación más bajo	m
$b'_{h,mec}$	Ancho del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo en la altura de verificación intermedia, h	m
$d_l$	Desviación lateral del hilo de contacto	m
$D'_0$	Peralte de referencia considerado por el vehículo para la determinación del gálibo del pantógrafo	m

$e_p$	Desplazamiento del pantógrafo debido a las características del vehículo	m
$e_{po}$	Desplazamiento del pantógrafo en el punto de verificación más alto	m
$e_{pu}$	Desplazamiento del pantógrafo en el punto de verificación más bajo	m
$f_s$	Margen que tiene en cuenta la elevación del hilo de contacto	m
$f_{wa}$	Margen que tiene en cuenta el desgaste de la pletina de contacto del pantógrafo	m
$f_{ws}$	Elevación del arco del pantógrafo por encima del hilo de contacto debido a la flexibilidad del pantógrafo	m
$h$	Altura respecto al plano de rodadura	m
$h'_{co}$	Altura del centro de balanceo de referencia para la determinación del gálibo del pantógrafo	m
$h'$	Altura de referencia para el cálculo del gálibo del pantógrafo	m
$h'_o$	Altura máxima de verificación del gálibo del pantógrafo en posición de captación	m
$h'_u$	Altura mínima de verificación del gálibo del pantógrafo en posición de captación	m
$h_{eff}$	Altura efectiva del pantógrafo elevado	m
$h_{cc}$	Altura estática del hilo de contacto	m
$I'_o$	Insuficiencia de peralte de referencia considerada por el vehículo para la determinación del gálibo del pantógrafo	m
$L$	Distancia entre los centros de carril de una vía	m
$l$	Ancho de vía, distancia entre los bordes de rodadura de los carriles	m
$q$	Holgura lateral entre el eje y el bastidor del bogie o, para vehículos que no están equipados con bogies, entre el eje y la caja del vehículo	m
$qs'$	Desplazamiento cuasiestático	m
$R$	Radio de las curvas horizontales	m
$s'_o$	Coefficiente de flexibilidad adoptado por convenio entre el vehículo y la infraestructura para la determinación del gálibo del pantógrafo.	
$S'_{i/a}$	Saliente permitido para los pantógrafos hacia el interior/exterior de la curva	m
$w$	Holgura lateral entre bastidor del bogie y la caja	m
$\Sigma_j$	Suma de los márgenes de seguridad (horizontales) que cubren algunos aspectos aleatorios ( $j = 1, 2$ ó $3$ ) para la determinación del gálibo del pantógrafo	m

Subíndice a: se refiere al exterior de la curva

Subíndice i: se refiere al interior de la curva

### D.1.1.4 Principios básicos



Leyenda:

Y: Eje de la vía

Y': Eje del pantógrafo – para la obtención del perfil de referencia de paso

Y'': Eje del pantógrafo – para la obtención del gálibo del pantógrafo mecánico cinemático

1: Perfil del pantógrafo

2: Perfil de referencia de paso libre

3: Gálibo mecánico cinemático

**Figura D.1 — Gálibos mecánicos del pantógrafo**

Solamente se respeta el gálibo del pantógrafo si se cumplen simultáneamente los requisitos de los gálibos mecánico y eléctrico.

- El perfil de referencia de paso libre incluye la longitud del arco y el balanceo del pantógrafo  $e_p$ , aplicado al peralte o la insuficiencia de peralte de referencia.
- Los obstáculos en tensión o aislados deberán permanecer fuera del gálibo mecánico.

- Los obstáculos no aislados (puestos a tierra o con un potencial distinto del de la línea aérea de contacto) deberán permanecer fuera de los gálibos mecánico y eléctrico.

## D.1.2 Especificación del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo

### D.1.2.1 Especificación del ancho del gálibo mecánico

#### D.1.2.1.1 Ámbito de aplicación

El ancho del gálibo del pantógrafo viene determinado principalmente por la longitud y los desplazamientos del pantógrafo que se estudia. Más allá de aspectos concretos, en los desplazamientos transversales se consideran aspectos similares a los del gálibo de implantación de obstáculos.

Se considerará el gálibo del pantógrafo a las alturas siguientes:

- La altura más alta de verificación  $h'_o$
- La altura más baja de verificación  $h'_u$

Entre estas dos alturas, podrá admitirse que el ancho del gálibo varíe linealmente.

En la figura D.2 se muestran los diversos parámetros.

#### D.1.2.1.2 Metodología de cálculo

El ancho del gálibo del pantógrafo se determinará con la suma de los parámetros definidos a continuación. En el caso de que se usen en la línea diversos pantógrafos, se deberá considerar el ancho máximo.

Para el punto mínimo de verificación con  $h = h'_u$ :

$$b'_{u(i/a),mec} = \left( b_w + e_{pu} + S'_{i/a} + qs'_{i/a} + \Sigma_j \right)_{\max}$$

Para el punto máximo de verificación con  $h = h'_o$ :

$$b'_{o(i/a),mec} = \left( b_w + e_{po} + S'_{i/a} + qs'_{i/a} + \Sigma_j \right)_{\max}$$

NOTA i/a = interior/exterior de la curva.

Para alturas intermedias  $h$ , se determina el ancho mediante interpolación:

$$b'_{h,mec} = b'_{u,mec} + \frac{h - h'_u}{h'_o - h'_u} \cdot \left( b'_{o,mec} - b'_{u,mec} \right)$$

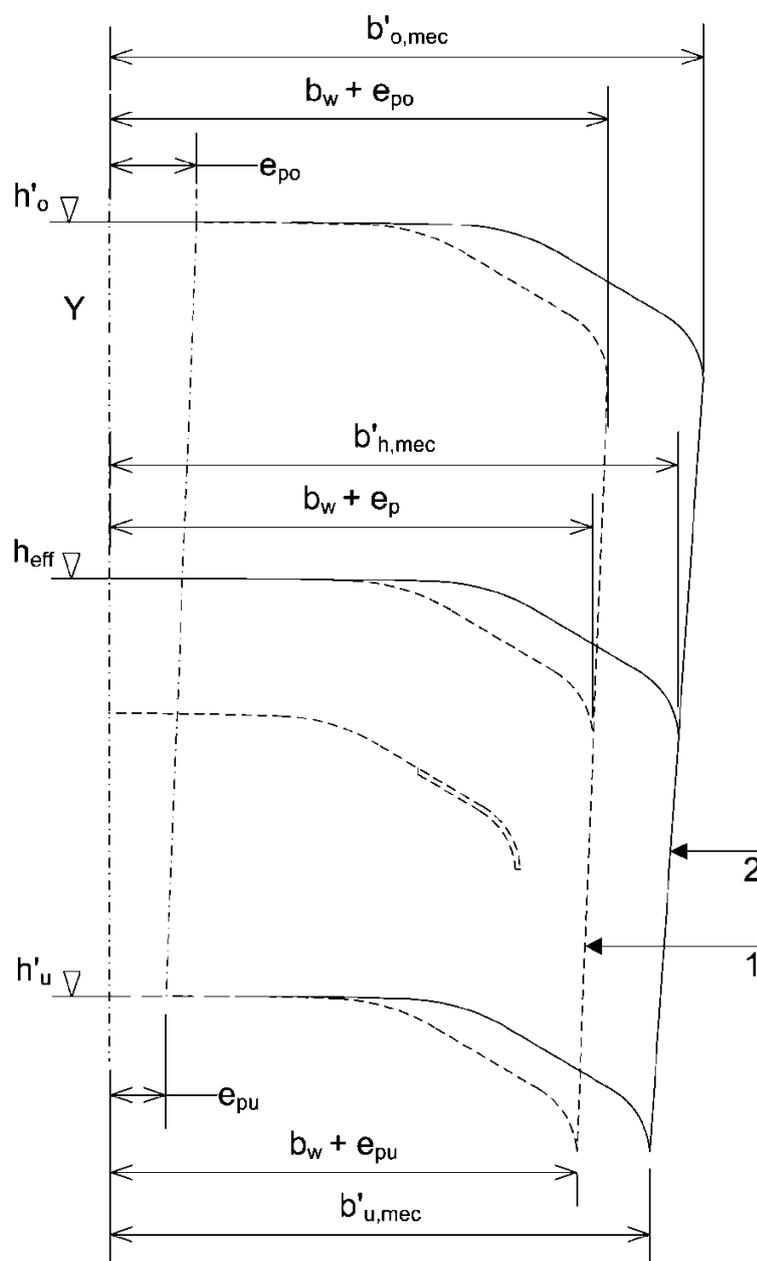
#### D.1.2.1.3 Semilongitud $b_w$ del arco del pantógrafo

La semilongitud  $b_w$  del arco del pantógrafo depende del tipo de pantógrafo utilizado. El perfil del pantógrafo que se considera se define en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2.

#### D.1.2.1.4 Desplazamiento del pantógrafo ep

El desplazamiento depende principalmente de los aspectos siguientes:

- Juego  $q + w$  en las cajas de grasa y entre bogie y caja.
- La magnitud de la inclinación de la caja admitida por el vehículo (dependiendo de la flexibilidad específica  $s_0'$ , el peralte de referencia  $D'_0$  y la insuficiencia del peralte de referencia  $I'_0$ ).
- La tolerancia de reglaje de la suspensión.
- La flexibilidad transversal del dispositivo de montaje en el techo.
- La altura considerada  $h'$ .



Leyenda:

Y: Eje de la vía.

1: Perfil de referencia de paso libre

2: Gálibo mecánico cinemático del pantógrafo

**Figura D.2 — Especificación del ancho del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo a distintas alturas**

#### **D.1.2.1.6 Salientes**

El gálibo del pantógrafo tiene un saliente. En el caso del ancho de vía estándar, se aplica la fórmula siguiente:

$$S'_{i/a} = R + \frac{2,5}{2} \frac{\ell - 1,435}{2}$$

Para otros anchos de vía se aplican las normas nacionales.

#### **D.1.2.1.7 Efecto cuasiestático**

Puesto que el pantógrafo se instala en el techo, el efecto cuasiestático desempeña un papel importante en el cálculo del gálibo del pantógrafo. Se calcula este efecto a partir de la flexibilidad específica  $s_0'$ , el peralte de referencia  $D'_0$  y la insuficiencia de peralte de referencia  $I_0$ :

$$qs'_i = \frac{s_0'}{L} \left[ D - D'_0 \right]_{>0} (h - h'_{c0})$$

$$qs'_a = \frac{s_0'}{L} \left[ I - I'_0 \right]_{>0} (h - h'_{c0})$$

Nota: Los pantógrafos se instalan normalmente en el techo de una unidad de tracción, cuya flexibilidad de referencia  $s_0'$  suele ser menor que la considerada en la determinación del gálibo de implantación de obstáculos  $s_0$ .

#### **D.1.2.1.8. Tolerancias**

En función de la definición de gálibo, hay que considerar los aspectos siguientes:

- La asimetría de carga;
- El desplazamiento transversal de la vía entre dos acciones de mantenimiento consecutivas;
- La variación de peralte que se presenta entre dos acciones de mantenimiento consecutivas;
- Las oscilaciones producidas por irregularidades de la vía.

La suma de las tolerancias anteriores se designa por  $\Sigma_j$ .

### D.1.2.2 Especificación de la altura del gálibo mecánico

Se determinará la altura del gálibo basándose en la altura estática  $h_{cc}$ , del hilo de contacto en el punto que se considera. Se deben tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- La elevación  $f_s$  del hilo de contacto producida por la fuerza de contacto del pantógrafo. El valor de  $f_s$  depende del tipo de línea aérea de contacto y, en consecuencia, lo especificará el Administrador de Infraestructura de acuerdo con el apartado 4.2.12.
- La elevación del arco del pantógrafo debida al alabeo producido por el escalonamiento del punto de contacto y el desgaste de la llanta de rozamiento  $f_{ws} + f_{wa}$ . El valor admisible de  $f_{ws}$  se indica en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros y  $f_{wa}$  depende de los requisitos de mantenimiento.

La altura del gálibo cinemático viene dada por la fórmula siguiente:

$$h_{eff} = h_{cc} + f_s + f_{ws} + f_{wa}$$

### D.1.3 Parámetros de referencia

Los parámetros para el gálibo mecánico cinemático del pantógrafo y para la especificación de la desviación lateral máxima del hilo de contacto son los siguientes:

- $l$  – conforme al ancho de vía
- $s'_o = 0,225$
- $h'_{co} = 0,5$  m
- $I'_o = 0,066$  m y  $D'_o = 0,066$  m
- $h'_o = 6,500$  m y  $h'_u = 5,000$  m

### D.1.4 Cálculo de la desviación lateral máxima del hilo de contacto

La desviación lateral máxima del hilo de contacto se calculará teniendo en cuenta el movimiento total del pantógrafo respecto a la posición nominal de la vía y la longitud de conducción (o longitud de trabajo, para pantógrafos sin trocadores de material conductor) de la forma siguiente:

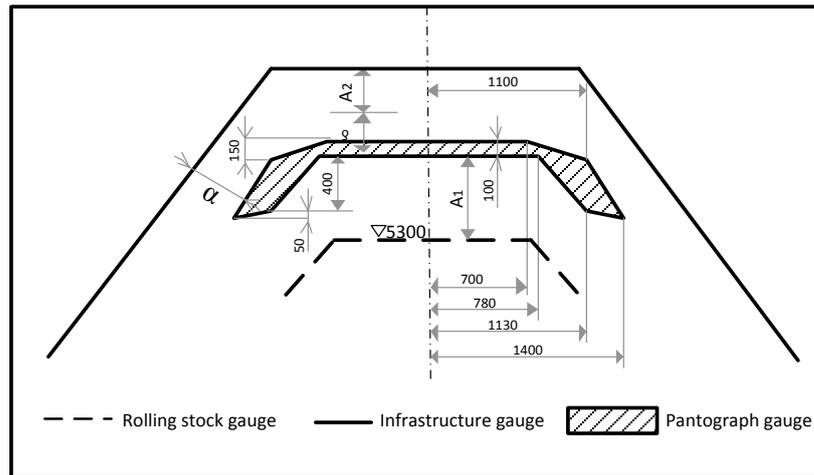
$$d_l = b_{w,c} + b_w - b'_{h,mec}$$

$b_{w,c}$  – definido en los apartados 4.2.8.2.9.1 y 4.2.8.2.9.2 de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros

## D.2 Especificación del gálibo estático del pantógrafo (sistema de ancho de vía 1520 mm)

De aplicación para los Estados miembros que aceptan el perfil de pantógrafo de conformidad con la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2.3.

El gálibo del pantógrafo será conforme a la figura D.3 y al cuadro D.1.



**Figura D.3 - Gálibo estático del pantógrafo para el sistema de ancho de vía de 1520 mm**

**Cuadro D.1 — Distancias entre las partes conductoras de la línea aérea de contacto y el pantógrafo y las partes puestas a tierra del material rodante y las instalaciones fijas para el sistema de ancho de vía de 1520 mm.**

Tensión del sistema de contacto con respecto a la tierra [kV]	Distancia vertical $A_1$ entre el material rodante y la posición más baja del hilo de contacto [mm]			Distancia vertical $A_2$ entre las partes conductoras de la línea aérea de contacto y las partes puestas a tierra [mm]		Distancia lateral $\alpha$ entre las partes conductoras del pantógrafo y las partes puestas a tierra [mm]		Espacio vertical $\delta$ para las partes conductoras de la línea aérea de contacto [mm]			
	Régimen normal		Mínimo permitido para vías corrientes y de estación principal no previstas para los	Régimen normal	Mínimo permitido	Régimen normal	Mínimo permitido	Sin catenaria		Con catenaria	
	Vías corrientes y de estación principal no	Otras vías de estación						Régimen normal	Mínimo permitido	Régimen normal	Mínimo permitido
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,5 – 4	450	950	250	200	150	200	150	150	100	300	250
6 – 12	450	950	300	250	200	220	180	150	100	300	250
25	450	950	375	350	300	250	200	150	100	300	250

## Apéndice E – Lista de normas citadas

*Cuadro E.1 Lista de normas citadas*

Nº de índice	Referencia	Nombre del documento	Versión	Parámetros básicos afectados
1	EN 50119	Aplicaciones ferroviarias – Instalaciones fijas – Líneas aéreas de contacto para tracción eléctrica	2009	<i>Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo (4.2.5), Geometría de la línea aérea de contacto (4.2.9), Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente (4.2.12), Secciones de separación de fases (4.2.15) y Secciones de separación de sistemas (4.2.16)</i>
2	EN 50122-1:2011+A1:2011	Aplicaciones ferroviarias – Instalaciones fijas – Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno – Parte 1: Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos	2011	<i>Geometría de la línea aérea de contacto (4.2.9) y Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos (4.2.18)</i>
3	EN 50149	Aplicaciones ferroviarias – Instalaciones fijas – Tracción eléctrica – Cable de contacto acanalado de cobre y de aleación de cobre	2012	<i>Material del hilo de contacto (4.2.14)</i>
4	EN 50163	Aplicaciones ferroviarias – Tensión de alimentación de los sistemas de tracción	2004	<i>Tensión y frecuencia (4.2.3)</i>
5	EN 50367	Aplicaciones ferroviarias – Sistemas de captación de corriente – Criterios técnicos para la interacción entre el pantógrafo y la línea aérea (para tener acceso libre)	2012	<i>Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo (4.2.5), Fuerza de contacto media (4.2.11), Secciones de separación de fases (4.2.15) y Secciones de separación de sistemas (4.2.16)</i>
6	EN 50388	Aplicaciones ferroviarias – Alimentación eléctrica y material rodante – Criterios técnicos para la coordinación entre sistemas de alimentación (subestación) y el material rodante para alcanzar la interoperabilidad	2012	<i>Parámetros relacionados con los rendimientos del sistema de alimentación eléctrica (4.2.4), Medidas de coordinación de la protección eléctrica (4.2.7), Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de corriente alterna (4.2.8)</i>
7	EN 50317	Aplicaciones ferroviarias – Sistemas de captación de corriente – Requisitos y	2012	<i>Evaluación del comportamiento dinámico y de la calidad de la captación de corriente (6.1.4.1 y</i>

		validaciones de las medidas de la interacción dinámica entre el pantógrafo y la línea aérea de contacto		6.2.4.5)
8	EN 50318	Aplicaciones ferroviarias – Sistemas de captación de corriente – Validación de la simulación de la interacción dinámica entre el pantógrafo y las líneas aéreas de contacto	2002	<i>Evaluación del comportamiento dinámico y de la calidad de la captación de corriente (6.1.4.1)</i>

## **Apéndice F – Lista de cuestiones pendientes**

- (1) Especificación relacionada con protocolos de interfaz entre el sistema de medición de la energía y el sistema de captación de datos (4.2.17).

## Apéndice G – Glosario

*Cuadro G.1 Glosario*

<b>Término definido</b>	<b>Abr.</b>	<b>Definición</b>
C.A.		Corriente alterna
C.C.		Corriente continua
Datos de facturación energética compilados	CEBD	Conjunto de datos compilados por el sistema de manejo de datos adecuados para la facturación energética
Sistema de la línea de contacto		Sistema que distribuye la energía eléctrica a los trenes que circulan por la línea y se la transmite por medio de dispositivos de captación de corriente
Fuerza de contacto		Fuerza vertical aplicada por el pantógrafo a la línea aérea de contacto
Elevación del hilo de contacto		Movimiento vertical hacia arriba del hilo de contacto debido a la fuerza del pantógrafo
Dispositivo de captación de corriente		Equipo instalado en el vehículo para captar la corriente de un hilo de contacto o de un carril conductor
Ancho		Conjunto de reglas que incluyen un contorno de referencia y las reglas de cálculo asociadas para permitir la definición de la dimensión externa del vehículo y del espacio que debe dejar libre la infraestructura para su paso.  Nota: Según el método de cálculo utilizado, el gálibo será estático, cinemático o dinámico
Desviación lateral		Inclinación lateral del hilo de contacto con un viento transversal máximo
Paso a nivel		Intersección de una carretera y una o más vías con la misma elevación
Velocidad de la línea		Velocidad máxima medida en kilómetros por hora para la que se ha diseñado una línea
Plan de mantenimiento		Serie de documentos que establecen los procedimientos de mantenimiento de la infraestructura adoptados por el Administrador de Infraestructura
Fuerza de contacto media		Valor medio estadístico de la fuerza de contacto
Tensión útil media del tren		Tensión que identifica al tren de referencia para el dimensionado y que permite cuantificar el efecto sobre su

<b>Término definido</b>	<b>Abr.</b>	<b>Definición</b>
		funcionamiento
Tensión útil media de zona		Tensión que proporciona una indicación de la calidad de la alimentación eléctrica en una zona geográfica durante el periodo de hora punta de tráfico
Altura mínima del hilo de contacto		Valor mínimo de la altura del hilo de contacto en el vano con el fin de evitar la producción de arco entre uno o más hilos de contacto y vehículos en cualquier condición
Aislador de sección neutra		Conjunto montado en un tramo continuo del hilo de contacto para aislar entre sí dos secciones eléctricas que permite una captación continua de la corriente eléctrica durante el paso del pantógrafo
Altura nominal del hilo de contacto		Valor nominal de la altura del hilo de contacto en un soporte en condiciones normales
Tensión nominal		Tensión para la que está diseñada una instalación o parte de la misma
Servicio normal		Servicio de tren dentro del horario planificado
Sistema de captación de datos de energía situado en tierra (servicio de compilación de datos)	DCS	Servicio de compilación de datos de facturación energética situado en tierra de un sistema de medición de la energía
Línea aérea de contacto	OCL	Línea de contacto colocada por encima (o a un lado) del extremo superior del gálibo del vehículo, que suministra energía eléctrica a los vehículos por medio de un equipo de captación de la corriente instalado en el techo
Contorno de referencia		Contorno asociado a cada gálibo que muestra la forma de una sección transversal y que se utiliza como base para establecer el cálculo, por un lado, del gálibo de implantación de obstáculos y, por otro, del gálibo del vehículo
Circuito de retorno		Todos los conductores a lo largo del recorrido previsto para la corriente de tracción de retorno
Fuerza de contacto estática		Fuerza vertical media ejercida hacia arriba por el arco del pantógrafo sobre la línea aérea de contacto, producida durante en el levantamiento del pantógrafo por su dispositivo de elevación, estando el vehículo parado