

## II

(Actos cuya publicación no es una condición para su aplicabilidad)

## COMISIÓN

## RECOMENDACIÓN DE LA COMISIÓN

de 6 de agosto de 2003

relativa a las Orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados para el ruido industrial, procedente de aeronaves, del tráfico rodado y ferroviario, y los datos de emisiones correspondientes

[notificada con el número C(2003) 2807]

(Texto pertinente a efectos del EEE)

(2003/613/CE)

LA COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Europea,

Vista la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental <sup>(1)</sup> y, en particular, el punto 2.2 de su anexo II,

Considerando lo siguiente:

- (1) De conformidad con el anexo II de la Directiva 2002/49/CE, se recomienda la adopción de métodos de cálculo provisionales para la determinación de los indicadores comunes  $L_{den}$  y  $L_{night}$  para los ruidos industriales, de aeronaves, de tráfico rodado y ferroviario a los Estados miembros que no cuenten con métodos de cálculo nacionales o deseen cambiarlos.
- (2) Conforme al punto 2.2 del anexo II de la Directiva 2002/49/CE, los cuatro métodos de cálculo provisionales deberán ser adaptados a las definiciones de  $L_{den}$  y  $L_{night}$ . A este respecto, la Comisión está obligada a publicar unas Orientaciones sobre los métodos revisados y, sobre la base de datos existentes, proporcionar datos de emisión para el ruido del tráfico rodado, ferroviario y procedente de aeronaves.

- (3) Las medidas enunciadas en la presente Recomendación se ajustan al dictamen del Comité del artículo 18 de la Directiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo <sup>(2)</sup>.

RECOMIENDA:

1. Las Orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales para el ruido procedente de aeronaves, del tráfico rodado y ferroviario sobre la base de datos existentes y los correspondientes datos de emisión, conforme al punto 2.2 del anexo II de la Directiva 2002/49/CE, se especifican en el anexo de la presente Recomendación.
2. Los destinatarios de la presente Recomendación serán los Estados miembros.

Hecho en Bruselas, el 6 de agosto de 2003.

Por la Comisión  
Margot WALLSTRÖM  
Miembro de la Comisión

<sup>(1)</sup> DO L 189 de 18.7.2002, p. 12.

<sup>(2)</sup> DO L 162 de 3.7.2000, p. 1.

## ANEXO

**Orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados para el ruido industrial, procedente de aeronaves, del tráfico rodado y ferroviario, y los datos de emisiones correspondientes**

## 1. INTRODUCCIÓN

De conformidad con el artículo 6 y el anexo II de la Directiva 2002/49/CE, se recomienda la adopción de métodos de cálculo provisionales para la determinación de los indicadores comunes  $L_{den}$  y  $L_{night}$  para el ruido del tráfico rodado, ferroviario, procedente de aeronaves e industrial a los Estados miembros que no cuenten con métodos de cálculo nacionales o deseen cambiarlos. Dichos métodos son los siguientes:

- RUIDO DEL TRÁFICO RODADO: el método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)», contemplado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este método se denominará «XPS 31-133» en las presentes Orientaciones,
- RUIDO FERROVIARIO: el método de cálculo nacional de los Países Bajos, publicado en «Reken — en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaai '96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 de noviembre de 1996». Este método se denominará «RMR» en las presentes Orientaciones,
- RUIDO DE AERONAVES EN TORNO A AEROPUERTOS: ECAC.CEAC Doc. 29 «Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports», 1997. Este método se denominará «Documento CEAC 29'» en las presentes Orientaciones,
- RUIDO INDUSTRIAL: ISO 9613-2: «Acoustics — Attenuation of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation». Este método se denominará «ISO 9613» en las presentes Orientaciones.

Los citados métodos deberán ser adaptados a las definiciones de  $L_{den}$  y  $L_{night}$ .

Las presentes Orientaciones hacen referencia a los métodos de cálculo provisionales revisados y proporcionan datos de emisiones correspondientes a los ruidos procedentes de aeronaves, tráfico rodado y tráfico ferroviario a partir de datos existentes. Conviene señalar que tales datos se proporcionan sobre la base de una revisión de los datos existentes disponibles para su utilización con los métodos de cálculo provisionales recomendados para los ruidos procedentes del transporte. Aunque los datos de emisión facilitados en estas Orientaciones no pueden cubrir todas las situaciones concretas que se pueden producir en Europa, en especial por lo que respecta al tráfico rodado y ferroviario, se brindan medios para obtener datos suplementarios realizando las oportunas mediciones. Por último, la utilización de los datos facilitados en las presentes Orientaciones no es obligatoria, y los Estados miembros que deseen utilizar los métodos de cálculo provisionales son libres de usar otros, según su criterio, a condición de que sean adecuados para su uso con los métodos considerados.

## 2. ADAPTACIÓN DE LOS MÉTODOS DE CÁLCULO PROVISIONALES

2.1. Adaptaciones generales relativas a los indicadores de ruido  $L_{den}$  y  $L_{night}$ 

## 2.1.1. Consideraciones generales

Los artículos 3 y 5 y el anexo I de la Directiva 2002/49/CE definen los indicadores de ruido  $L_{day}$  (indicador de ruido diurno),  $L_{evening}$  (indicador de ruido vespertino),  $L_{night}$  (indicador de ruido nocturno) y el indicador compuesto  $L_{den}$  (día-tarde-noche). Con arreglo al artículo 5 de la Directiva 2002/49/CE, deberán utilizarse los indicadores  $L_{den}$  y  $L_{night}$  para el cálculo de los mapas estratégicos de ruido.

$L_{den}$  se deriva de  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$  y  $L_{night}$  mediante la fórmula siguiente:

$$L_{den} = 10 \cdot \lg \frac{1}{24} \left( 12 \cdot 10^{L_{day}/10} + 4 \cdot 10^{(L_{evening}+5)/10} + 8 \cdot 10^{(L_{night}+10)/10} \right)$$

La Directiva 2002/49/CE prescribe que  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$  y  $L_{night}$  sean niveles de ruido a largo plazo conforme a ISO 1996-2:1987. Estos indicadores se determinan para todos los períodos diurnos, vespertinos y nocturnos de un año.

ISO 1996-2:1987 define el nivel medio a largo plazo como un nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A, que se calcula teniendo en cuenta las variaciones tanto de la actividad de la fuente como de las condiciones meteorológicas que influyen en la propagación. ISO 1996-2 permite utilizar factores de corrección meteorológica, y en ISO 1996-1 se hace referencia a las correcciones meteorológicas, aunque no se ofrece ningún método para determinarlas o aplicarlas.

Por último, el anexo I de la Directiva 2002/49/CE permite a los Estados miembros acortar el período vespertino en una o dos horas. Los períodos diurno y/o nocturno deberán prolongarse en consecuencia. La ecuación básica para el cálculo de  $L_{den}$  debe adaptarse para reflejar estos cambios en uno o más de los períodos de evaluación. Esto conduce a una forma más general de la ecuación:

$$L_{den} = 10 \cdot \lg \frac{1}{24} \left( t_d \cdot 10^{L_{day}/10} + t_e \cdot 10^{(L_{evening}+5)/10} + t_n \cdot 10^{(L_{night}+10)/10} \right)$$

donde

- $t_e$  es la duración del período vespertino abreviado, siendo  $2 \leq t_e \leq 4$ ,
- $t_d$  es la duración resultante del período diurno,
- $t_n$  es la duración resultante del período nocturno,
- $t_d + t_e + t_n = 24$  horas.

### 2.1.2. Altura del receptor

Para la elaboración de los mapas estratégicos de ruido, la Directiva 2002/49/CE dispone la colocación del punto de recepción (o «punto de evaluación») a una altura de  $4 \pm 0,2$  m sobre el nivel del suelo. Puesto que  $L_{den}$  es un indicador compuesto que se calcula a partir de  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$  y  $L_{night}$ , dicha altura es también obligatoria para estos indicadores.

### 2.1.3. Corrección meteorológica

El anexo I de la Directiva 2002/49/CE define las características del período «año» con respecto a la emisión sonora («un año corresponde al año considerado para la emisión de sonido») y a las condiciones meteorológicas («y a un año medio por lo que se refiere a las circunstancias meteorológicas»). Con respecto a esto último, la Directiva no da más información sobre qué debe entenderse por año medio.

En los círculos meteorológicos es habitual inferir las condiciones meteorológicas medias de un lugar a partir de un análisis estadístico de 10 años de datos meteorológicos pormenorizados medidos en ese lugar o sus cercanías. La necesidad de mediciones y análisis a largo plazo dificulta la obtención de datos suficientes para todos lugares para los que deben elaborarse mapas de ruido. En consecuencia, para los casos en que no se dispone de datos suficientes, se sugiere la utilización de una forma simplificada de datos meteorológicos proporcional a la ocurrencia de variaciones en las condiciones de propagación. Siguiendo el ejemplo de los supuestos simplificados que contiene XPS 31-133, tales datos deben seleccionarse con arreglo a los principios de precaución y de prevención que se aplican en la normativa medioambiental de la Unión Europea, los cuales protegen a los ciudadanos de efectos potencialmente dañinos o peligrosos. A la luz de lo expuesto, se recomienda un planteamiento conservador (favorable a la propagación) cuando se seleccionen los citados datos meteorológicos simplificados. Así pues, se recomienda el planteamiento que se muestra en el cuadro 1 en la elaboración de las correcciones meteorológicas para el cálculo de los indicadores de ruido en la Unión Europea:

CUADRO 1

Tabla de decisión para la corrección meteorológica

Condición	Acción
Lugar: datos meteorológicos medidos <i>in situ</i> u obtenidos de un número suficientemente amplio de lugares próximos con métodos meteorológicos que garanticen su representatividad para el lugar considerado	Obtención de datos meteorológicos medios a partir de un análisis de datos meteorológicos pormenorizados
Período: período suficientemente largo para permitir un análisis estadístico que describa el año medio con precisión y continuidad, garantizando que los datos muestreados son representativos de todos los períodos diurnos, vespertinos y nocturnos del año	
No se dispone de datos meteorológicos del sitio considerado, o los datos disponibles no cumplan los requisitos que se han establecido	Adopción de hipótesis simplificadas sobre datos meteorológicos generales

## 2.2. Adaptación del método «XPS 31-133» de medición del ruido del tráfico rodado

### 2.2.1. Descripción del método de cálculo

El método de cálculo provisional recomendado para el ruido procedente del tráfico rodado es el método nacional francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)», mencionado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Este método describe un procedimiento detallado para calcular los niveles sonoros causados por el tráfico en las inmediaciones de una vía, teniendo en cuenta los efectos meteorológicos sobre la propagación.

### 2.2.2. Corrección meteorológica y cálculo de niveles a largo plazo

El nivel a largo plazo  $L_{\text{longterm}}$  se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$L_{\text{longterm}} = 10 \cdot \lg[p \cdot 10^{L_F/10} + (1 - p) \cdot 10^{L_H/10}]$$

donde:

- $L_F$  es el nivel sonoro calculado en condiciones favorables a la propagación del sonido,
- $L_H$  es el nivel sonoro calculado en condiciones homogéneas de propagación del sonido,
- $p$  es la ocurrencia a largo plazo de condiciones meteorológicas favorables a la propagación del sonido determinadas según 2.1.3.

### 2.2.3. Cuadro resumen de las adaptaciones necesarias

Tema	Resultado de la comparación/actuación
Indicador de ruido	Las definiciones de los indicadores básicos son idénticas: el nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A, determinado a lo largo del año teniendo en cuenta las variaciones de emisión y transmisión. Sin embargo, deben introducirse los indicadores de ruido comunes, incluidos los tres períodos de evaluación diurno, vespertino y nocturno, con arreglo a la Directiva 2002/49/CE
Fuente	Datos de emisión de la fuente proporcionados en la «Guide du Bruit», adaptados para introducir correcciones en función del pavimento (véase el punto 3.1)
Propagación	
— influencia de las condiciones meteorológicas	Definición del porcentaje de ocurrencia de condiciones favorables, según el punto 2.1.3
— absorción atmosférica	Los datos deben seleccionarse a nivel nacional para establecer una tabla que contenga el coeficiente de atenuación del aire en relación con las temperaturas y humedades relativas típicas de las diversas regiones europeas interesadas, sobre la base de ISO 9613-1

## 2.3. Ruido ferroviario

### 2.3.1. Descripción del método de cálculo

El método de cálculo provisional recomendado para el ruido ferroviario es el método nacional de cálculo de los Países Bajos, publicado en «Reken — en Meetvoorschrift Railverkeerslawaai '96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 November 1996», que proporciona dos sistemas de cálculo distintos, SRM I (método simplificado) y SRM II (método detallado). Se deben cumplir las condiciones de aplicación de uno u otro de estos sistemas, según se expone en el documento neerlandés, a fin de determinar cuál habrá de utilizarse para la elaboración de mapas estratégicos de ruido conforme a la Directiva 2002/49/CE.

## 2.3.2. Cuadro resumen de las adaptaciones necesarias

Tema	Resultado de la comparación/actuación
Indicador de ruido	RMR calcula los niveles de ruido equivalentes, pero no los niveles de ruido equivalentes a largo plazo conforme a ISO 1996-2:1987 Para calcular los indicadores a largo plazo con RMR, es necesario disponer de los datos medios de trenes para el año pertinente, e introducir los tres períodos de evaluación diurno, vespertino y nocturno, con arreglo a la Directiva 2002/49/CE
Propagación	
— influencia de las condiciones meteorológicas	Los niveles medios a largo plazo se calculan teniendo en cuenta el factor de corrección meteorológica CM (siendo $C_0 = a 3,5 \text{ dB}$ )
— absorción atmosférica	La tabla 5.1 de RMR proporciona los coeficientes de atenuación del aire en relación con temperaturas y humedades relativas. En algunas situaciones particulares de ciertos Estados miembros, puede ser necesario adaptar esos coeficientes. Ello ha de realizarse según lo prescrito en ISO 9613-1

## 2.4. Ruido de aeronaves

## 2.4.1. Descripción del método de cálculo

El método de cálculo provisional recomendado para el ruido procedente de aeronaves es el Documento 29 de la ECAC/CEAC, «Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports», de 1997. Entre los distintos métodos de modelización de trayectorias de vuelo, el punto 2 del anexo II de la Directiva 2002/49/CE dispone que se utilizará la técnica de segmentación mencionada en la sección 7.5 del Documento 29 de la CEAC. Sin embargo, dicho documento no especifica los procedimientos necesarios para tales cálculos de segmentación. Las presentes orientaciones proporcionan dichos procedimientos (véase el punto 2.4.2).

Conviene señalar que en 2001 la Conferencia europea de aviación civil (CEAC) emprendió la revisión de su Documento 29 para incorporar las tecnologías más avanzadas a la modelización de las curvas de ruido en torno a los aeropuertos. Aunque la Directiva 2002/49/CE, publicada en julio de 2002, hace referencia expresa a la versión de 1997 del Documento 29 de la CEAC, deberá tenerse en cuenta la versión revisada una vez sea aprobada por la Conferencia, a fin de incorporarla al anexo II de la Directiva 2002/49/CE como método recomendado de cálculo del ruido aeronáutico, si se considera oportuno y necesario hacerlo. La introducción de este nuevo método deberá ir precedida de una evaluación sobre su utilidad para el cartografiado estratégico del ruido, según prescribe la Directiva 2002/49/CE.

## 2.4.2. Técnica de segmentación

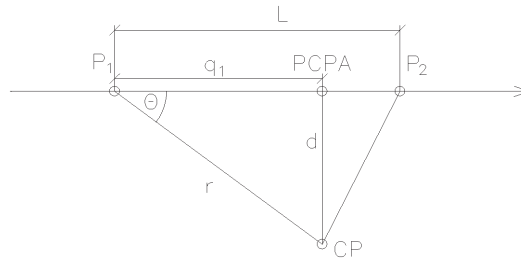
Conforme a la Directiva 2002/49/CE, el nivel de exposición sonora generado por una aeronave en el curso de sus operaciones debe calcularse utilizando una técnica de segmentación. Ahora bien, aunque el Documento 29 de la CEAC menciona dicha técnica, no ofrece los medios para realizar los cálculos. Las presentes Orientaciones recomiendan el uso del método de segmentación descrito en el «Technical Manual of the Integrated Noise Model (INM)», versión 6.0, publicado en enero de 2002. Dicho método se describe brevemente a continuación.

La trayectoria de vuelo (tanto en sus tramos rectos como circulares) se divide en segmentos, todos ellos rectos (a potencia y velocidad constantes). La longitud mínima de un segmento es de 3 m. Para cada subarco se calculan tres puntos x-y. Esos tres puntos definen dos segmentos lineales; el primer punto se encuentra al principio del subarco, el tercero al final, y el segundo en el centro del subarco.

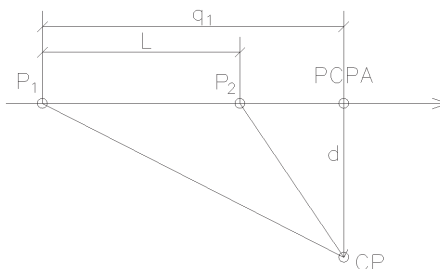
Para cada uno de los segmentos de la trayectoria de vuelo o (en caso necesario) del segmento de la trayectoria de vuelo ampliado, se determina el punto de aproximación perpendicular más próximo (PCPA) al observador y la distancia oblicua de dicho PCPA al observador (véase la figura 1).

**Figura 1.** Determinación del punto de aproximación perpendicular más cercano (PCPA) en la trayectoria de vuelo y de la distancia oblicua  $d$  para un segmento  $P_1P_2$ , cuando el punto de cálculo CP se encuentra sobre el segmento a), delante del segmento b) o detrás del segmento c).

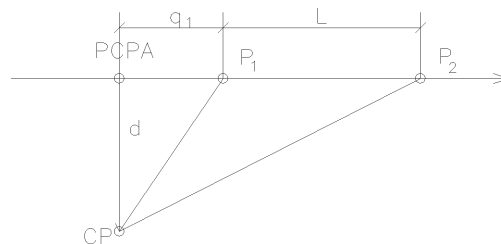
a)



b)



c)



La distancia oblicua  $d$  al PCPA define qué datos deben tomarse de las curvas Ruido-Potencia-Distancia (NPD); asimismo define el ángulo de elevación. La distancia en el plano horizontal del punto de cálculo CP situado en el suelo a la proyección vertical del PCPA define la distancia lateral para el cálculo de la atenuación lateral (si procede).

- En caso de variación de la altura en el segmento, se determinará la altura siguiente: si el punto de cálculo CP se encuentra sobre el segmento, se utilizará la altura en el PCPA (interpolación lineal); si el CP se encuentra detrás o delante del segmento, se utilizará la altura en el extremo del segmento más próximo al CP.
- En caso de variación de la velocidad en el segmento, se determinará la velocidad siguiente: si el punto de cálculo CP se encuentra sobre el segmento, se utilizará la velocidad en el PCPA (interpolación lineal); si el CP se encuentra detrás o delante del segmento, se utilizará la velocidad en el extremo del segmento más próximo al CP.
- En caso de variación de la potencia en el segmento, o del nivel sonoro de acuerdo con la potencia ( $\Delta_s$ ), se determinará el nivel sonoro siguiente: si el punto de cálculo CP se encuentra sobre el segmento, se utilizará el nivel sonoro en el PCPA (interpolación lineal); si el CP se encuentra detrás o delante del segmento, se utilizará el nivel sonoro en el extremo del segmento más próximo al CP.

La proporción de energía sonora de un segmento o «fracción sonora» se calcula con el método utilizado en INM 6.0.

Si se utilizan los datos por defecto mencionados en el punto 3.3.2 (basados en  $L_{A,max}$ , la «distancia a escala» mencionada en el Manual Técnico INM 6.0 deberá calcularse del modo siguiente:

$$s_L = \frac{2}{\pi} \cdot v \cdot \tau$$

donde:

- $v$  es la velocidad efectiva en m/s,
- $\tau$  es la duración del paso del avión en segundos.

La «distancia a escala» se introduce para garantizar que la exposición total obtenida a partir de la «fracción de ruido» calculada es coherente con los datos NPD.

El nivel sonoro del paso completo de un avión se calcula sumando los niveles de los acontecimientos sonoros de los segmentos individuales sobre una base energética.

#### 2.4.3. Cálculo de los niveles totales de ruido

Antes de que se pueda determinar la exposición al ruido procedente del tráfico total en un punto de cálculo, se ha de calcular el nivel de exposición sonora (SEL) para cada operación de cada aeronave, del modo siguiente:

- si los cálculos se basan en datos NPD SEL para una velocidad de referencia (habitualmente, 160 nudos para las aeronaves a reacción, y 80 nudos para los aviones de hélice pequeños):

$$\text{SEL}(x,y) = \text{SEL}(\xi,d)_{v,\text{ref}} - \Lambda(\beta,l) + \Delta_L + \Delta_V + \Delta_F$$

- si los cálculos se basan en datos NPD  $L_{A,\text{max}}$  (como los datos por defecto mencionados en el punto 3.3.2):

$$\text{SEL}(x,y) = L_A(\xi,d) - \Lambda(\beta,l) + \Delta_L + \Delta_A + \Delta_F$$

donde:

- $\text{SEL}(\xi,d)_{v,\text{ref}}$  es el nivel de exposición al ruido en un punto de coordenadas (x,y) provocado por un movimiento en ruta de llegada o salida de un avión con un empuje  $\xi$  a la distancia  $d$  más corta medida desde la curva ruido-potencia-distancia, para un empuje  $\xi$  y una distancia más corta  $d$ ,
- $L_A(\xi,d)$  es el nivel sonoro en un punto de coordenadas (x,y) producido por un movimiento en ruta de llegada o salida de un avión con un empuje  $\xi$  a la distancia  $d$  más corta medida desde la curva ruido-potencia-distancia para un empuje  $\xi$  y una distancia más corta  $d$ ,
- $(\beta,l)$  es la atenuación suplementaria del sonido durante la propagación lateral a la dirección del avión, para una distancia lateral horizontal  $l$  y un ángulo de elevación  $\beta$ ,
- $\Delta_L$  es la función de directividad para el ruido de rodadura en el despegue por detrás del punto de partida de rodaje,
- $\Delta_V$  es la corrección para tener en cuenta la velocidad efectiva en la trayectoria de vuelo donde  $\Delta_V = 10 \cdot \lg(v_{\text{ref}}/v)$ , siendo:
  - $v_{\text{ref}}$  la velocidad utilizada en los datos NPD;
  - $v$  la velocidad efectiva en la trayectoria de vuelo,
- $\Delta_A$  es la corrección de la duración en función de la velocidad  $v$  calculada según el punto 3.3.2,
- $\Delta_F$  es la corrección para la longitud finita del seguimiento de la trayectoria de vuelo.

El número de movimientos de cualquier grupo de aviones en cualquiera de las trayectorias de vuelo durante un año debe determinarse por separado para los períodos diurno, vespertino y nocturno.

De este modo, los indicadores de ruido  $L_{\text{den}}$  y  $L_{\text{night}}$  de la Directiva 2002/49/CE se calculan del modo siguiente:

$$L_{\text{den}} = 10 \cdot \lg \left( \frac{1}{86\,400} \sum_{i,j} (N_{d,i,j} + 3,16 \cdot N_{e,i,j} + 10 \cdot N_{n,i,j}) \cdot 10^{\text{SEL}_{i,j}/10} \right)$$

y

$$L_{\text{night}} = 10 \cdot \lg \left( \frac{1}{T_n} \sum_{i,j} N_{n,i,j} \cdot 10^{\text{SEL}_{i,j}/10} \right)$$

donde:

- $N_{d,i,j}$  es el número de movimientos del grupo de aviones  $j$  en el trayectoria de vuelo  $i$  durante el período diurno de un día medio,
- $N_{e,i,j}$  es el número de movimientos del grupo de aviones  $j$  en el trayectoria de vuelo  $i$  durante el período vespertino de un día medio,
- $N_{n,i,j}$  es el número de movimientos del grupo de aviones  $j$  en el trayectoria de vuelo  $i$  durante el período nocturno de un día medio,
- $T_n$  es la duración del período nocturno en segundos,
- $\text{SEL}_{i,j}$  es el nivel de exposición sonora del grupo de aviones  $j$  en la trayectoria de vuelo  $i$ .

El número de movimientos en un día medio se calcula como la media del número de movimientos durante un año, mediante la fórmula siguiente:

$$N_{i,j} = \frac{N_{\text{year},i,j}}{365}$$

donde los movimientos se cuentan por separado para los períodos diurno, vespertino y nocturno, y se distinguen con el índice d para el período diurno, e para el vespertino y n para el nocturno.

La fórmula para  $L_{\text{den}}$  añade +5 dB adicionales al período vespertino (un factor de 3,16), y +10 dB (un factor de 10) al período nocturno, como factores de corrección del número de movimientos en dichos períodos.

#### 2.4.4. Cuadro resumen de las adaptaciones necesarias

El siguiente cuadro presenta el contenido del Documento 29 de la CEAC, capítulo por capítulo, mostrando las semejanzas, diferencias y añadidos necesarios para cumplir las prescripciones de la Directiva 2002/49/CE.

Parte del texto original	Adaptaciones necesarias
1) Introducción	Adaptación a la técnica de segmentación e indicadores de ruido comunes, según lo dispuesto en el anexo II de la Directiva 2002/49/CE
2) Terminología y símbolos	Adaptación al uso de indicadores de ruido conforme a la Directiva 2002/49/CE La unidad de ruido debe ser el nivel sonoro total ponderado A La escala de ruido debe ser el nivel sonoro equivalente ponderado A Se debe sustituir «índice de ruido» por los indicadores de ruido de la Directiva 2002/49/CE
3) Cálculo de las curvas de nivel de ruido	Sustitución de «período de algunos meses» por «período de un año» para reflejar las disposiciones de la Directiva 2002/49/CE en relación con el «año medio» Corrección (la atenuación perpendicular $\Lambda(\beta,l)$ debe ser restada, no sumada) y adaptación de la fórmula (1) de la parte 3.3 del Documento 29 de la CEAC, conforme al punto 2.4.3 de las presentes Orientaciones
4) Presentación de los datos acústicos y de rendimiento de los aviones	En la sección 4.1.3 del Documento 29 de la CEAC, adaptación de los niveles de ruido de corte para garantizar la compatibilidad con los niveles de curva más bajos que deben calcularse conforme a la Directiva 2002/49/CE Véase el punto 3.3 de las presentes Orientaciones para más información sobre los datos de emisión de ruidos (incluida una recomendación por defecto que proporciona información sobre perfiles de vuelo, empuje de los motores y velocidades) para la elaboración de mapas estratégicos de ruido
5) Clasificación aeronaves por tipos	Adaptación de la clasificación de aeronaves en función de las flotas que utilizan actualmente los aeropuertos europeos. Véase el punto 3.3.2 de las presentes Orientaciones para los datos NPD por defecto basados en una clasificación actualizada de aeronaves. La sección 5.4 del Documento 29 de la CEAC permite completar los datos de emisiones cuando sea necesario
6) Cuadro de cálculo	En la elaboración de los mapas de ruido estratégicos, las autoridades competentes han de establecer la dimensión de los cuadros de medición en función de las situaciones concretas
7) Cálculo básico del ruido producido por cada movimiento de aeronave	En la sección 7.3 del Documento 29 de la CEAC, puede ser necesario adaptar la corrección de la duración y los efectos de este parámetro en función de si el tipo de datos NPD utilizados se basan en $L_{A,max}$ (véase el punto 2.4.3 de las presentes Orientaciones). En particular, si se utilizan los datos por defecto recomendados en estas Orientaciones, $\Delta V$ deberá reemplazarse por $\Delta A$ (véase el punto 3.3.2) En la parte 7.5 del Documento 29 de la CEAC, deberá utilizarse la técnica de segmentación (véase el punto 2.4.2 de las presentes Orientaciones) La sección 7.6 del Documento 29 de la CEAC es irrelevante cuando se utiliza la segmentación técnica



Parte del texto original	Adaptaciones necesarias
8) Ruido durante la rodadura en el despegue y el aterrizaje	En la sección 8.2 del Documento 29 de la CEAC, se debe aplicar la ecuación (16) para $90 < \Phi \leq 148,4^\circ$ (para evitar discontinuidad a $148,4^\circ$ ) y precisarse que $\Delta L = 0$ para $\Phi \leq 90^\circ$ Puede ser necesario adaptar la ecuación (18) del Documento 29 de la CEAC para la determinación del nivel de exposición sonora con el fin de tener en cuenta la corrección de la duración y los efectos de este parámetro si el tipo de datos NPD utilizados se basan en $L_{A'_{max}}$ (véase el punto 3.3.2 de las presentes Orientaciones)
9) Adición de los niveles sonoros	Introducción de los indicadores de ruido comunes conforme a la Directiva 2002/49/CE. Véase el punto 2.4.3 de las presentes Orientaciones
10) Modelado de la dispersión lateral y vertical de las trayectorias de vuelo	No es necesaria ninguna adaptación
11) Cálculo del nivel de exposición al ruido con corrección por la geometría de la trayectoria	Capítulo irrelevante cuando se utiliza una técnica de segmentación
12) Orientaciones generales para el cálculo de las curvas de nivel de ruido	Este capítulo de Orientaciones no precisa ser modificado, aunque debe interpretarse a la luz de las disposiciones de la Directiva 2002/49/CE, en particular en lo que respecta a los indicadores de ruido

## 2.5. Ruido industrial

### 2.5.1. Descripción del método de cálculo

El método de cálculo provisional recomendado para el ruido industrial es ISO 9613-2: «Acoustics — Attenuation of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation». Este método, denominado «ISO 9613-2» en las presentes Orientaciones, especifica un método de ingeniería para el cálculo de la atenuación del sonido durante su propagación al aire libre, a fin de predecir los niveles de ruido ambiental en torno a diversas fuentes, incluidas las de carácter industrial.

### 2.5.2. Cuadro resumen de las adaptaciones necesarias

Tema	Resultado de la comparación/actuación
Indicador de ruido	Las definiciones de los indicadores básicos son las mismas: nivel sonoro medio a largo plazo con ponderación A, determinado en un período de tiempo largo de varios meses o un año, teniendo en cuenta las variaciones tanto de la emisión como de la propagación. Introducción de períodos de evaluación diurnos, vespertinos y nocturnos, conforme a la Directiva 2002/49/CE
Propagación — absorción atmosférica	Los datos deben seleccionarse a nivel nacional para establecer una tabla que contenga el coeficiente de atenuación del aire en relación con las temperaturas y humedades relativas típicas de las diversas regiones europeas interesadas, sobre la base de ISO 9613-1

## 3. DATOS DE EMISIONES

### 3.1. Ruido del tráfico rodado — «Guide du bruit 1980»

#### 3.1.1. Procedimiento de medida

XPS 31-133 hace referencia a la «Guide du Bruit 1980» como modelo de emisiones por defecto para el cálculo del ruido procedente del tráfico rodado. Si un Estado miembro que adopte ese método de cálculo provisional desea actualizar los factores de emisión, se recomienda el procedimiento de medida que se describe seguidamente. Conviene señalar que en 2002 las autoridades francesas iniciaron un proyecto de revisión de los valores de emisión. Se deberán tener en cuenta estos nuevos valores y los métodos elaborados para obtenerlos, cuando sean publicados por las autoridades competentes, a fin de poder utilizarlos como datos para el cálculo de ruido procedente del tráfico rodado, si se considera conveniente y necesario.

El nivel de emisión de ruido de un vehículo se caracteriza por el nivel sonoro máximo de paso  $L_{Amax}$  en dB medido a una distancia de 7,5 metros del eje de la trayectoria del vehículo. Este nivel sonoro se determina por separado para los distintos tipos de vehículos, velocidades y flujos de tráfico. Aunque se tiene en cuenta la pendiente de la vía, no sucede lo mismo con el pavimento. Para preservar la compatibilidad con las condiciones de medida originales, se deben medir las características acústicas de los vehículos que circulen sobre los revestimientos siguientes: cemento hormigón, hormigón bituminoso de muy escaso espesor 0/14, hormigón bituminoso semigranulado 0/14, sello superficial 6/10, y sello superficial 10/14. A continuación, se introduce una corrección de pavimento según el sistema presentado en el punto 3.1.4.

Las medidas se pueden realizar sobre vehículos aislados o sobre circuitos específicos en condiciones controladas. La velocidad del vehículo debe medirse con un radar Doppler (que posee una precisión de aproximadamente 5 % a bajas velocidades). El flujo de tráfico se determinará, bien por observación subjetiva (acelerado, decelerado o fluido) o por medición. El micrófono se coloca a 1,2 m de altura sobre el suelo y a 7,5 m de distancia perpendicularmente al eje de desplazamiento del vehículo.

Para su uso con XPS 31-133 y conforme a las especificaciones de la «Guide du Bruit 1980», el nivel de potencia sonora  $L_w$  y la emisión sonora E se calculan a partir del nivel de presión sonora  $L_p$  y la velocidad del vehículo V mediante la fórmula siguiente:

$$L_w = L_p + 25,5 \text{ y } E = (L_w - 10 \log V - 50)$$

### 3.1.2. Emisión de ruidos y tráfico

#### 3.1.2.1. Emisión de ruidos

La emisión de ruidos se define del modo siguiente:

$$E = (L_w - 10 \log V - 50)$$

Donde V es la velocidad del vehículo.

Así pues, la emisión E es un nivel sonoro que puede describirse en términos de dB(A) como el nivel sonoro  $L_{eq}$  en la isófona de referencia debido a un solo vehículo por hora en condiciones de tráfico que son función de:

- el tipo de vehículo,
- la velocidad,
- el flujo de tráfico,
- el perfil longitudinal.

#### 3.1.2.2. Tipos de vehículo

Para la predicción de ruidos se utilizan dos clases de vehículos:

- vehículos ligeros (de menos de 3,5 toneladas de carga útil),
- vehículos pesados (de carga útil igual o superior a 3,5 toneladas).

#### 3.1.2.3. Velocidad

Por razones de simplicidad, el parámetro de la velocidad del vehículo se utiliza en este método para la totalidad de gamas de velocidad (entre 20 y 120 km/h). Sin embargo, en las bajas velocidades (inferiores a 60 o 70 km/h, dependiendo de la situación) se perfecciona el método teniendo en cuenta los flujos de tráfico, de la manera que se describe a continuación.

Para determinar el nivel del sonido largo plazo en  $L_{eq}$  basta conocer el promedio de velocidad de un parque de vehículos. Dicho promedio se puede definir del modo siguiente:

- la velocidad mediana V50, es decir, la velocidad que alcanza o excede el 50 % de todos los vehículos,
- la velocidad mediana V50 más la mitad de la desviación típica de las velocidades.

Todas las velocidades medias determinadas con cualquiera de estos métodos que resulten inferiores a 20 km/h se fijan en 20 km/h.

Si los datos disponibles no permiten un cálculo preciso de las velocidades medias, puede aplicarse la regla general siguiente: en cada segmento de la vía se consignará la velocidad máxima permitida en el mismo. Cada vez que cambia el límite de velocidad autorizado, deberá definirse un nuevo segmento de la vía. Se introduce también una corrección suplementaria para las bajas velocidades (inferiores a 60 o 70 km/h, dependiendo de la situación), debiendo entonces aplicarse correcciones para uno de los cuatro tipos de flujo de tráfico definidos a continuación. Por último, todas las velocidades inferiores a 20 km/h se fijan en 20 km/h.

#### 3.1.2.4. Tipos de flujos de tráfico

El tipo de flujo de tráfico, parámetro complementario al de la velocidad, tiene en cuenta la aceleración, desaceleración, carga del motor y flujo del tráfico en pulsos o continuo. Seguidamente se definen cuatro categorías:

Flujo continuo fluido: Los vehículos se desplazan a velocidad casi constante por el segmento de vía considerado. Se habla de «fluido» cuando el flujo es estable tanto en el espacio como en el tiempo durante períodos de al menos diez minutos. Se pueden producir variaciones en el curso de un día, pero éstas no han de ser bruscas ni rítmicas. Además, el flujo no es acelerado ni decelerado, sino que registra una velocidad constante. Este tipo de flujo corresponde al tráfico de autopistas, autovías y carreteras interurbanas, y al de las vías rápidas urbanas (excepto en las horas punta), y grandes vías de entornos urbanos.

Flujo continuo en pulsos: flujos con una proporción significativa de vehículos en transición (es decir, acelerando o decelerando), inestables en el tiempo (es decir, se producen variaciones bruscas del flujo en períodos de tiempo cortos) y el espacio (es decir, en cualquier momento se producen concentraciones irregulares de vehículos en el tramo de la vía considerado). Sin embargo, sigue siendo posible definir una velocidad media para este tipo de flujos, que es estable y repetitivo durante un período de tiempo suficientemente largo. Este tipo de flujo corresponde a las calles de los centros urbanos, vías importantes que se encuentran próximas a la saturación, vías de conexión o distribución con numerosas intersecciones, estacionamientos, pasos de peatones y accesos a zonas de vivienda.

Flujo acelerado en pulsos: Se trata de un flujo en pulsos y, por lo tanto, es turbulento. Sin embargo, una proporción significativa de los vehículos está acelerando, lo que implica que la noción de velocidad sólo tiene sentido en puntos discretos, pues no es estable durante el desplazamiento. Es el caso típico del tráfico que se observa en las vías rápidas después de una intersección, en los accesos a las autopistas, en los peajes, etc.

Flujo decelerado en pulsos: Es el flujo contrario al anterior, pues una proporción importante de vehículos está decelerando. Este tipo de tráfico se observa en general en las grandes intersecciones urbanas, en las salidas de autopistas y vías rápidas, en la aproximación a peajes, etc.

#### 3.1.2.5. Tres perfiles longitudinales

Se definen a continuación tres perfiles longitudinales que permiten tener en cuenta la diferencia de emisión sonora en función de la pendiente de la vía:

- una vía o tramo de vía horizontal cuya pendiente en el sentido del tráfico es inferior al 2 %,
- una vía ascendente cuya pendiente en el sentido del tráfico es mayor del 2 %,
- una vía descendente cuya pendiente en el sentido del tráfico es mayor del 2 %.

En el caso de las vías de un solo sentido, esta definición es directamente aplicable. En el caso de las vías por las que los vehículos circulan en ambos sentidos, hace falta calcular cada sentido de conducción por separado y después acumular los resultados para obtener estimaciones precisas.

### 3.1.3. Cuantificación de los valores de emisión de ruidos para distintos tipos de tráfico rodado

#### 3.1.3.1. Representación esquemática

La «Guide du bruit» proporciona nomogramas que dan el valor del nivel sonoro  $L_{eq}$  (1 hora) en dB(A), (conocido también como emisión sonora E, descrita en el punto 3.1.2.1). El nivel sonoro se da separadamente para un solo vehículo ligero (emisión sonora  $E_{lv}$ ) y para un vehículo pesado (emisión sonora « $E_{hp}$ » por hora. Para estos distintos tipos de vehículos, E es función de la velocidad (véase el punto 3.1.2.3), el flujo de tráfico (véase el punto 3.1.2.4) y el perfil longitudinal (véase el punto 3.1.2.5). Aunque el nivel sonoro mostrado en los nomogramas no prevé correcciones de pavimento, las presentes orientaciones incorporan un sistema de corrección de ese tipo (véase el punto 3.1.4).

El nivel de potencia acústica dependiente de la frecuencia  $L_{Awi}$ , en dB(A), de una fuente puntual compleja i en una determinada banda de octava j se calcula a partir de los niveles de emisión sonora individuales correspondientes a los vehículos ligeros y pesados indicados en el nomograma 2 de la «Guide du Bruit 1980» (denominado «nomograma 2» en las presentes Orientaciones) mediante la ecuación:

$$L_{Awi} = L_{Aw/m} + 10\lg(l_i) + R(j) + \Psi$$

donde:

- $L_{Aw/m}$  es el nivel total de potencia acústica por metro de vía en dB(A) atribuido a la línea de fuentes especificada, y se obtiene con la fórmula siguiente:

$$L_{Aw/m} = 10 \text{ Log} \left( 10^{(E_{lv} + 10 \log Q_{lv})/10} + 10^{(E_{hp} + 10 \log Q_{hp})/10} \right) + 20$$

donde:

- $E_{lv}$  es la emisión sonora de vehículos ligeros según se define en el nomograma 2;
- $E_{hp}$  es la emisión sonora de vehículos pesados según se define en el nomograma 2;

- $Q_{lv}$  es el volumen de tráfico ligero durante el intervalo de referencia;
- $Q_{hv}$  es el volumen de vehículos pesados durante el intervalo de referencia,
- $\Psi$  es la corrección realizada para tener en cuenta el nivel sonoro producido por el pavimento, definida en el punto 3.1.4,
- $l_i$  es la longitud del tramo de la línea de fuentes representada por una fuente de puntos componentes  $I$  en metros,
- $R(j)$  es el valor espectral, en dB(A), por banda de octava  $j$ , indicado en el cuadro 2.

CUADRO 2

**Espectro normalizado del ruido del tráfico por bandas de octava con ponderación A, calculado a partir del espectro en bandas de tercio de octava según EN 1793-3**

$j$	Banda de octava (en Hz)	Valores de $R(j)$ (en dB(A))
1	125	- 14,5
2	250	- 10,2
3	500	- 7,2
4	1000	- 3,9
5	2000	- 6,4
6	4000	- 11,4

### 3.1.4. Corrección de pavimento

#### 3.1.4.1. Introducción

Por encima de una determinada velocidad, el ruido total emitido por un vehículo está dominado por el contacto entre el neumático y la carretera. Dicho ruido depende de la velocidad a que circula el vehículo, el pavimento de la vía (en particular, las superficies porosas e insonorizantes) y el tipo de neumático. La «Guide du bruit 1980» proporciona un valor normalizado de emisión sonora para un tipo normalizado de pavimento. El método descrito a continuación es una propuesta para introducir correcciones de pavimento. Es compatible con las disposiciones de la norma EN ISO 11819-1.

#### 3.1.4.2. Tipos de pavimento

- Asfalto liso (hormigón o mástique asfáltico): la superficie de carretera de referencia definida en EN ISO 11819-1. Se trata de una superficie densa y de textura regular, en hormigón asfáltico o mástique con un tamaño máximo del árido de 11-16 mm.
- Pavimento poroso: pavimento con al menos un 20 % de volumen vacío. La superficie ha de tener menos de cinco años de antigüedad (la restricción de edad se debe a la tendencia de las superficies porosas a perder poder absorbente con el tiempo, a medida que el vacío se llena. Si se realiza un mantenimiento especial puede levantarse esta restricción de edad. Sin embargo, una vez transcurridos los primeros cinco años, deben realizarse mediciones para determinar las propiedades acústicas del pavimento. El efecto insonorizante de este pavimento está en función de la velocidad del vehículo).
- Cemento hormigón y asfalto rugoso: incluye tanto el hormigón como el asfalto de textura áspera.
- Adoquinado de textura lisa: adoquinado con una distancia entre bloques inferior a 5 mm.
- Adoquinado de textura áspera: adoquinado con una distancia entre bloques igual o superior a 5 mm.
- Otros: Se trata de una categoría abierta en la que los Estados miembros pueden introducir correcciones para otras superficies. Para garantizar un uso y resultados armonizados, los datos deben obtenerse de acuerdo con la norma EN ISO 11819-1. Los datos obtenidos deberán ser introducidos en el cuadro 3 En todas las mediciones, las velocidades de paso deberán ser iguales a las velocidades de referencia de la norma. Se utiliza la ecuación Índice estadístico del paso («SPBI», Statistical Pass-By Index) para evaluar el efecto del porcentaje de vehículos pesados. Se utilizarán respectivamente el 10 %, 20 %, 30 % para calcular el SPBI para cada uno de los tres intervalos porcentuales definidos en el cuadro 3 (0-15 %, 16-25 % y > 25 %).

CUADRO 3

**Procedimiento normalizado de corrección del pavimento**

Velocidad	< 60 km/h)			61-80 (km/h)			81-110 (km/h)		
Porcentaje de vehículos pesados	0-15 %	16-25 %	> 25 %	0-15 %	16-25 %	> 25 %	0-15 %	16-25 %	> 25 %
Tipo de pavimento									

3.1.4.3. *Procedimiento de corrección recomendado*

CUADRO 4

**Procedimiento de corrección recomendado**

Clases de pavimento	Corrección del nivel de ruido $\Psi$		
Pavimento poroso	0-60 (km/h)	61-80 (km/h)	81-130 (km/h)
	- 1 dB	- 2 dB	- 3 dB
Asfalto liso (hormigón o mástique)	0 dB		
Cemento hormigón y asfalto rugoso	+ 2 dB		
Adoquinado de textura lisa	+ 3 dB		
Adoquinado de textura áspera	+ 6 dB		

3.2. *Ruido ferroviario*3.2.1. *Introducción*

El método RMR de cálculo del ruido ferroviario tiene su propio modelo de emisiones que se describe en detalle en el capítulo 2 del texto neerlandés original. Este modelo de emisiones puede utilizarse en todos los Estados miembros sin necesidad de modificarlo.

Con respecto a los datos de emisión, las presentes Orientaciones recomiendan en el punto 3.2.2 la base de datos de emisiones neerlandesa como base de datos por defecto. Sin embargo, los métodos de medida descritos en el punto 3.2.2.2 no permitirán a los Estados miembros elaborar nuevos datos de emisión para compensar la falta de información, en la base de datos por defecto, sobre material rodante no neerlandés que circula por ferrocarriles no neerlandeses.

3.2.2. *El modelo de emisiones sonoras*

Antes de proceder a calcular el «nivel de presión sonora continuo equivalente», todos los vehículos que utilicen un tramo determinado de línea ferroviaria y sigan las directrices de servicio adecuadas deberán ser asignados a una de las 10 categorías de vehículos ferroviarios indicadas en el punto 3.2.2.1 o, si procede, a categorías adicionales, tras realizarse las mediciones con arreglo al punto 3.2.2.2.

3.2.2.1. *Categorías de trenes existentes*

Las categorías existentes en la base de datos de emisiones neerlandesa se diferencian principalmente por su sistema de propulsión y de frenado, tal como se indica a continuación:

Categoría	Descripción de los trenes
1	Trenes de viajeros con frenos de zapata
2	Trenes de viajeros con frenos de disco y frenos de zapata
3	Trenes de viajeros con frenos de disco
4	Trenes de carga con frenos de zapata
5	Trenes diesel con frenos de zapata
6	Trenes diesel con frenos de disco

Categoría	Descripción de los trenes
7	Trenes subterráneos metropolitanos con frenos de disco y tranvías rápidos
8	Intercity y trenes lentos con frenos de disco
9	Trenes de alta velocidad con frenos de disco y frenos de zapata
10	Reservada provisionalmente para los trenes de alta velocidad de tipo ICE-3 (M) (HST East)

### 3.2.2.2. Método de medición

Las características de emisión sonora de un vehículo ferroviario o de una vía se pueden determinar realizando mediciones. Los procedimientos de medida se describen en:

- «Reken- en Meetvoorschrift "Railverkeerslawaaï 2002, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening" en Milieubeheer, 28 maart 2002».

Los tres procedimientos siguientes permiten determinar las características de las nuevas categorías de trenes y el material rodante de nacionalidad no neerlandesa que circula por vías no neerlandesas (procedimientos A y B), así como de las vías no neerlandesas.

- El procedimiento A es un método simplificado que permite determinar si un vehículo ferroviario puede ser incluido en una categoría existente indicada en el punto 3.2.2.1. Este método puede utilizarse también para vehículos nuevos (todavía no fabricados), en los cuales es imposible realizar mediciones de ruido. La atribución de categoría se realiza principalmente sobre la base de tipo de propulsión (diesel, eléctrica o hidráulica) y el sistema de frenado (discos o zapatas).
- El procedimiento B describe métodos de obtención de datos de emisiones de los vehículos ferroviarios que no encajan necesariamente en una categoría de trenes existente. Se introduce una denominada «categoría libre» en la que puede incluirse cualquier tipo de vehículo, siempre que sus emisiones sonoras se determinen de conformidad con este procedimiento. Los datos así obtenidos tienen en cuenta la distancia entre vehículos, la radiación sonora de la vía y las rugosidades de esta última y de las ruedas. Asimismo se tienen en cuenta las diferentes fuentes de ruido (ruido de tracción, de rodadura y aerodinámico) y sus alturas.
- El procedimiento C permite determinar las características acústicas de la construcción de las vías (travesías, lechos de basalto, etc.). El método de cálculo se basa en el hecho de que las características de la vía, en bandas de octava, son independientes del tipo de vehículo y de su velocidad. Para verificarlo, es necesario realizar medidas en un mismo lugar a dos velocidades adicionales (respectivamente, >20 %, y >30 %). Las diferencias en las características calculadas de la vía deben ser inferiores a 3 dB en cada una de las bandas de octava. En caso contrario, habrá que investigar qué factores pueden seguir estando en función de la velocidad.

### 3.2.2.3. Modelo de emisiones

Si los cálculos se realizan siguiendo SRM I, los valores de emisión en db(A) se determinan del modo siguiente:

$$E = 10 \lg \left( \sum_{c=1}^y 10^{E_{nr,c}/10} + \sum_{c=1}^y 10^{E_{r,c}/10} \right)$$

donde:

- $E_{nr,c}$  es el factor de emisión por categoría de vehículos ferroviarios cuando el tren no está frenando,
- $E_{r,c}$  es el factor de emisión en fase de frenada,
- $c$  es la categoría a que pertenece el tren,
- $y$  es el número total de categorías presentes.

Los valores de emisión por categoría de vehículos ferroviarios se determinan mediante la fórmula siguiente:

$$E_{nr,c} = a_c + b_c \lg v_c + 10 \lg Q_c + C_{b,c}$$

$$E_{r,c} = a_{r,c} + b_{r,c} \lg v_c + 10 \lg Q_{r,c} + C_{b,c}$$

Donde los valores de emisión estándar  $a_c$ ,  $b_c$ ,  $a_{r,c}$  y  $b_{r,c}$  figuran en RMR.

Si se utiliza SRM II, se determinan valores de emisión por bandas de octava para cada categoría de tren y cada altura de fuente acústica (hasta cinco alturas). Una vez caracterizadas las emisiones de las distintas categorías de trenes, se calcula la del tramo de línea ferroviaria especificado, teniendo en cuenta el paso de las distintas categorías de trenes (y el hecho de que no en todas existen fuentes sonoras en todas las alturas), así como el paso de los trenes en diferentes condiciones (frenado o no). El factor de emisión en bandas de octava  $i$  se calcula del modo siguiente:

$$L_{E,i}^h = 10 \text{ Log} \left( \sum_{c=1}^n 10^{E_{nb,i,c}^h/10} + \sum_{c=1}^n 10^{E_{br,i,c}^h/10} \right)$$

Donde  $n$  es el número de categorías de trenes que utilizan la línea férrea considerada,  $E_{nb,i,c}^h$  y  $E_{br,i,c}^h$  son respectivamente los factores de emisión de las unidades de un tren que no están frenando y las que están frenando para cada categoría de trenes ( $c = 1$  a  $n$ ), en la banda de octava  $i$ , y a la altura de evaluación  $h$  ( $h = 0\text{ m}, 0,5\text{ m}, 2\text{ m}, 4\text{ m}$  y  $5\text{ m}$  — dependiendo de la categoría del trenes), que se calcula del modo siguiente:

$$E_{br,i,c}^h = a_{br,i,c}^h + b_{br,i,c}^h \log V_{br,c} + 10 \log Q_{br,c} + C_{bb,i,m,c}$$

$$E_{nb,i,c}^h = a_{i,c}^h + b_{i,c}^h \log V_c + 10 \log Q_c + C_{bb,i,m,c}$$

donde:

- $a_{i,c}^h$  y  $b_{i,c}^h$  y, por otra parte,  $a_{br,i,c}^h$  y  $b_{br,i,c}^h$ , son los factores de emisión para categoría de trenes  $c$  respectivamente en fase de no frenado y frenado, para una banda de octava  $i$  a una altura  $h$ ,
- $Q_c$  es la media de las unidades de la categoría de vehículos ferroviarios considerados que no están en fase de frenado,
- $Q_{br,c}$  es la media de las unidades de la categoría de vehículos ferroviarios considerados que están en fase de frenado,
- $V_c$  es la velocidad media al paso de los vehículos ferroviarios que no están frenando,
- $V_{br,c}$  es la velocidad media al paso de los vehículos ferroviarios que se encuentran en fase de frenado,
- $bb$  es el tipo de vía/condición de las vías férreas,
- $m$  es una estimación del número de discontinuidades de la vía,
- $C_{bb,i,m}$  es la corrección por discontinuidades de la vía y rugosidad de los raíles.

### 3.3. Ruido de aeronaves

#### 3.3.1. Introducción

Tras analizar las bases de datos disponibles, las presentes orientaciones contienen en el punto 3.3.2, una recomendación por defecto para calcular el ruido de las aeronaves en torno a los aeropuertos utilizando el Documento 29 de la CEAC, con las adaptaciones introducidas en el punto 2.4.

Como se ha subrayado en la introducción, el uso de los datos recomendados por defecto no es obligatorio, y los Estados miembros pueden utilizar otros si así lo consideran oportuno, a condición de que puedan utilizarse correctamente con el Documento 29 de la CEAC.

Por otra parte, se debe prestar atención a las iniciativas en curso relacionadas con el establecimiento de una base de datos internacionalmente acordada sobre los ruidos de las aeronaves civiles. En particular, en un futuro, Eurocontrol y la American Federal Aviation Authority podrían ofrecer conjuntamente una base de datos de este tipo.

#### 3.3.2. Recomendación por defecto

Para el cálculo del ruido aeronáutico, aparte del análisis de las bases de datos fácilmente accesibles, se ha descubierto que los siguientes documentos (véase más adelante) proporcionan información exhaustiva sobre datos ruido-potencia-distancia y datos de rendimiento para la mayor parte de los tipos de aeronaves civiles, incluida la nueva generación de aeronaves de bajo ruido.

- «ÖAL-Richtlinie 24-1 Lärmschutzzonen in der Umgebung von Flughäfen Planungs- und Berechnungsgrundlagen. Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung Wien 2001.»
- «Neue zivile Flugzeugklassen für die Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (Entwurf), Umweltbundesamt, Berlin 1999.»

Estos datos se basan en una clasificación de aeronaves y contienen niveles  $L_{A,max}$ . La siguiente fórmula permite calcular los valores SEL utilizando la duración del sobrevuelo como parámetro adicional.

SEL se calcula en dB a partir de  $L_{A,max}$  mediante

$$SEL = L_{A,max} + \Delta_A + \Delta_A = 10 \cdot \lg \frac{T}{T_0}$$

con  $T_0 = 1$  segundo y T en s se expresa así:

$$T = \frac{A \cdot d}{V + (d/B)}$$

donde

- A y B son constantes que difieren entre el despegue y la aproximación y entre distintas aeronaves de geometría de alas fija,
- d es la distancia oblicua en m (véase el punto 2.4.2),
- V es la velocidad en m/s.

Los niveles sonoros vienen dados para los empujes en el despegue y el aterrizaje. La reducción de empuje tras el despegue se tiene en cuenta mediante reducciones del nivel sonoro  $\Delta L_c$  a distintas altitudes y velocidades.

Para cada tipo de aeronave se dan perfiles de despegue por defecto con velocidad V y altitud H para una distancia  $\sigma$  desde la pista a partir del punto de inicio de la rodadura y para mayores distancias con  $dH/d\sigma$ .

Los datos de presión sonora y rendimiento están normalizados para una temperatura de 15 °C, una humedad del 70 % y una presión de 1013,25 hPa. Pueden utilizarse para temperaturas de hasta 30°C, a condición de que el producto de la humedad relativa y la temperatura sea superior a 500.

---