

## ANEXO III

### CRITERIOS DE VALORACIÓN Y PROTOCOLOS DE MEDIDA

#### 1. Valoración de los niveles sonoros de los emisores acústicos

De acuerdo con lo establecido en el Anexo IV del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, a efectos de la inspección de actividades e instalaciones la valoración de los índices acústicos se efectuará únicamente mediante mediciones.

La valoración de los niveles sonoros que establece esta Ordenanza en sus artículos 15 y 16 se adecuarán a las siguientes normas:

- 1.1. La medición se llevará a cabo, tanto para los ruidos emitidos como para los transmitidos, en el lugar en que su valor sea más alto y, si fuera preciso, en el momento y situación en que las molestias sean más acusadas, siempre aplicando lo indicado en el punto 1.5 del presente Anexo. En el caso de que la fuente no sea un emisor de régimen estacionario, se realizarán las mediciones en la fase de mayor generación de ruido. En el caso de medidas en el espacio interior será necesario realizar como mínimo tres posiciones para poder determinar el lugar de mayor afección.
- 1.2. Los titulares o usuarios de aparatos generadores de ruidos, tanto al aire libre como en establecimientos o locales, facilitarán a los inspectores municipales el acceso a sus instalaciones o focos de emisión de ruidos y dispondrán su funcionamiento a las distintas velocidades, cargas o marchas que les indiquen dichos inspectores. Dichos titulares podrán estar presentes durante el proceso operativo, cuando a juicio del agente de la autoridad resultara procedente por no suponer interferencia en el resultado de la inspección y deberán estar presentes cuando el agente de la autoridad actuante les requiera para ello, por ser necesaria su colaboración.
- 1.3. Las mediciones se realizarán conforme al siguiente protocolo de medidas:
  - Se practicarán series de tres mediciones del Nivel Sonoro Continuo Equivalente ( $L_{Aeq5s}$ ), con un intervalo mínimo de 3 minutos entre cada medida.
  - La serie se considerará válida, cuando la diferencia entre los valores extremos obtenidos en ella, sea menor o igual que 4 dBA. Si la diferencia fuese mayor, se deberá proceder a la obtención de una nueva serie de tres mediciones. En el caso de producirse repetidas series no válidas, se procederá a investigar si la dispersión en las medidas tiene como origen oscilaciones en el régimen de funcionamiento del foco emisor. En caso afirmativo se procederá a su evaluación mediante la realización de 3 medidas de forma que en todas ellas se produzca la mayor generación de ruido.
  - En el caso de apreciarse, durante la realización de una medida la presencia de sonidos claramente ajenos al foco en evaluación se procederá a descartar dicha medida, dejando de formar parte de la serie.
  - Se tomará como resultado de la medición el valor más alto del índice  $L_{Aeq5s}$  de los tres medidos.
  - Para la determinación de los niveles de fondo, se procederá de igual manera.
- 1.4. La deducción del nivel sonoro de fondo se realiza aplicando la siguiente fórmula:

$$L_r = 10 \cdot \lg (10^{L_1/10} - 10^{L_2/10})$$

Siendo:

$L_r$ , el valor resultante corregido con fondo.

$L_1$ , el valor de la medición con el foco activo

$L_2$ , el valor de la medición del ruido de fondo con el foco sonoro evaluado inactivo

Para la comprobación de la existencia de componentes impulsivos, tonos emergentes y/o de baja frecuencia y su valoración, se procederá de la siguiente manera:

- Se medirán, de forma simultánea, los niveles de presión sonora,  $L_{Aeq5s}$ ,  $L_{Aeq\ 5S}$  y el  $L_{Ceq5s}$ , consignando los resultados en el cuadro detalle de mediciones. Esta operación se repetirá tanto para las tres mediciones que han de hacerse, como mínimo, para caracterizar el nivel sonoro producido por el foco analizado como para el nivel sonoro de fondo.
- Se consignarán en acta todos los resultados  $L_{Aeq5s}$ ,  $L_{Aeq\ 5S}$ ,  $L_{Ceq5s}$ , correspondientes a la medición más alta, tanto para la medida del foco, como para la del fondo. (Para seleccionar cual de las tres mediciones se considera más alta, se atenderá al valor de  $L_{Aeq5s}$ ). Se practicará la corrección de los datos de medida del foco con los respectivos valores del fondo.

#### 1.4.1. Componentes impulsivos ( $K_i$ )

Si la diferencia  $L_{Aeq\ 5S} - L_{Aeq5s}$ , debidamente corregida por ruido de fondo, fuera superior a 10 dB e inferior a 15 dB, se penalizará con + 3 dBA, y si la diferencia es superior a 15 dB, se aplicará una penalización de + 6 dBA.

#### 1.4.2. Componentes de baja frecuencia ( $K_f$ )

Si la diferencia  $L_{Ceq5s} - L_{Aeq5s}$ , debidamente corregida por ruido de fondo, fuera superior a 10 dB e inferior a 15 dB, se penalizará con + 3 dBA, y si la diferencia es superior a 15 dB, se aplicará una penalización de + 6 dBA.

#### 1.4.3. Componentes tonales emergentes ( $K_t$ )

El sonómetro utilizado a este efecto deberá permitir realizar el análisis espectral del sonido en tercios de octava. Ese análisis se efectuará sin filtro de ponderación.

Cuando se perciba la existencia de componentes tonales emergentes en el sonido a medir, se tomará nota del valor  $L_t$ , nivel de presión sonora en la banda  $f$  que contiene el tono emergente. Se calculará a continuación el valor  $L_s$  que es la media aritmética de las bandas de tercio de octava inmediatamente por encima y por debajo de la banda  $f$  y se hallará el valor:

$$L_t = L_f - L_s$$

La existencia de componentes tonales emergentes, y en su caso la penalización aplicable se valorará según el siguiente cuadro:

Banda de frecuencia de 1/3 de octava	$L_f$ en dB	Penalización por componente tonal en dBA
De 20 a 125 Hz	Si $L_t < 8$	0
	Si $8 \leq L_t \leq 12$	3
	Si $L_t > 12$	6
De 160 a 400 Hz	Si $L_t < 5$	0
	Si $5 \leq L_t \leq 8$	3
	Si $L_t > 8$	6
De 500 a 10000 Hz	Si $L_t < 3$	0
	Si $3 \leq L_t \leq 5$	3
	Si $L_t > 5$	6

Si existiese más de una componente tonal emergente la penalización aplicable será la más alta entre las correspondientes a cada una de ellas.

La penalización obtenida por los tres conceptos analizados es acumulable, con la limitación de que la penalización total aplicable ha de ser como máximo de 9 dBA, según condición impuesta en el Anexo IV, apartado 3.3 del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

- 1.5. El valor del nivel sonoro resultante  $L_{KAeq5s}$ , será:  $L_{KAeq5s} = L_{Aeq5s} + K_i + K_f + K_t$ , y se redondeará incrementándolo en 0,5 dBA y tomando la parte entera como valor resultante.
- 1.6. Las mediciones en interiores se realizarán siempre con las ventanas y puertas cerradas y la instrumentación se situará, al menos, a una distancia de:
- 1,20 m del suelo, techos y paredes.
  - 1,50 m de cualquier puerta o ventana.
  - De no ser posible el cumplimiento de las distancias, se medirá en el centro del recinto.

Para las mediciones en exteriores de ruido transmitido por el funcionamiento de actividades o instalaciones determinadas la instrumentación se situará al menos a una distancia de:

- 1,50 m del suelo.
- 1,50 m de la fachada frente al elemento separador más débil, cuando se trata de medir los niveles sonoros transmitidos al ambiente exterior, por el funcionamiento de actividades que se desarrollan dentro de un local cerrado.
- 1,50 m del límite de actividad, si se trata de actividades o instalaciones que funcionan al aire libre.

En ambos casos, el sonómetro se colocará, lo más alejado del observador que sea compatible con la correcta lectura del indicador. Las medidas que lo requieran por sus características especiales, podrán realizarse con el sonómetro instalado sobre un trípode o elemento de fijación especial.

- 1.7. En toda medición, se deberán guardar las siguientes precauciones:

- Las condiciones de humedad deberán ser compatibles con las especificaciones del fabricante del equipo de medida.
- En ningún caso serán válidas las mediciones realizadas en el exterior con lluvia, teniéndose en cuenta para las mediciones en el interior, la influencia de la misma a la hora de determinar su validez, en función de la diferencia entre los niveles a medir y el ruido de fondo, incluido en éste, el generado por la lluvia.
- Será preceptivo que antes y después de cada serie de mediciones, se realice una comprobación acústica de la cadena de medición, mediante calibrador de nivel, que garantice su buen funcionamiento. Dicho buen funcionamiento estará garantizado cuando al aplicar el calibrador la medición reflejada por el sonómetro no difiera del patrón en  $\pm 0,3$  dB. El inspector actuante hará constar en el acta el resultado positivo de la comprobación.
- Esta comprobación nunca podrá suponer que el operador modifique de alguna manera los ajustes legales establecidos en la Orden ITC/2845/2007.
- Cuando se mida en el exterior será preciso el uso de una pantalla antiviento. Con velocidades superiores a 5 m/s se desistirá de la medición.

## 2. Valoración de los niveles sonoros ambientales

La valoración mediante mediciones, que establece esta Ordenanza en su artículo 8, se adecuará a los siguientes criterios:

- 2.1. Las valoraciones se realizan mediante mediciones en continuo durante al menos 120 horas y preferentemente 168 horas correspondientes a una semana representativa de la actividad normal de la zona a evaluar.

- 2.2. Se determinará el número de puntos necesarios para la caracterización acústica de la zona en función de las dimensiones de la misma, y la variación espacial de los niveles sonoros.
- 2.3. Los micrófonos se situarán de forma preferente a 4 metros sobre el nivel del suelo, sobre trípode o elemento portante estable y separados al menos 1,20 metros de cualquier fachada, paramento u obstáculo que pueda introducir distorsiones por reflexiones en la medida. Para aquellas situaciones en las que la medida no se realice a la altura indicada de 4 metros, los resultados deberán ser corregidos de conformidad con dicha altura. Nunca se podrá situar ningún micrófono a una altura inferior de 1,5 metros del suelo.
- 2.4. Será preceptivo que antes y después de cada medición, se realice una verificación acústica de la cadena de medición mediante calibrador de nivel o pistófono, que garantice su buen funcionamiento.
- 2.5. Los micrófonos deberán estar dotados de los elementos de protección (pantallas antiviento, lluvia, pájaros, etc.) en función de las especificaciones técnicas del fabricante del equipo de medida.
- 2.6. Se determinarán los índices  $L_{Aeqd}$ ,  $L_{Aeqe}$  y  $L_{Aeqn}$  correspondientes al período de medición, los cuales caracterizarán acústicamente la zona.
- 2.7. La evaluación de los índices de ruido referentes a los niveles sonoros producidos por infraestructuras viarias ferroviarias y aeroportuarias, se realizará de acuerdo con el protocolo establecido en el Anexo IV apartado 3.4.2 del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- 2.8. Las medidas realizadas se aplicarán en la determinación de los índices  $L_d$ ,  $L_e$  y  $L_n$  los cuales servirán para la valoración del cumplimiento de los objetivos de calidad acústica establecidos.

Para la Valoración de los niveles sonoros ambientales a que hace mención esta Ordenanza, el Ayuntamiento de Madrid aplicará los criterios dados en las normas UNE-ISO 1996-1:2005 y UNE-ISO 1996-2: 2009, o disposición o norma posterior que las modifique.

### 3. Valoración de las vibraciones

Las medidas de vibraciones se realizarán conforme a las siguientes normas: ISO 2631-1:1997 e ISO 2631-2:2003.

- 3.1. El método empleado por los servicios municipales para la medición de las vibraciones a los fines de la evaluación del índice  $L_{aw}$  será el descrito en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, como medida con instrumentos que disponen de la ponderación frecuencial  $w_m$ . Este método se utilizará para evaluaciones de precisión con un instrumento equipado con la ponderación frecuencial  $w_m$  de conformidad con la definición dada en la norma ISO 2631-2:2003.
- 3.2. Se medirá el valor eficaz máximo obtenido con un detector de media exponencial de ponderación de tiempo de 1 s (slow) durante la medición. Este valor corresponderá al parámetro  $a_w$  (Maximum Transient Vibration Value MTVV), según se recoge en la norma ISO 2631-1:1997.
- 3.3. Los procedimientos de medición *in situ* utilizados para la evaluación del índice de vibración que establece esta Ordenanza se adecuarán a las prescripciones siguientes:

- Previamente a la realización de las mediciones es preciso identificar los posibles focos de vibración, las direcciones dominantes y sus características temporales.
- Las mediciones se realizarán sobre el suelo en el lugar y momento de mayor molestia y en la dirección dominante de la vibración si ésta existe y es claramente identificable. Si la dirección dominante no está definida se medirá en tres direcciones ortogonales simultáneamente, obteniendo el valor eficaz  $a_{w,i}(t)$  en cada una de ellas y el índice de evaluación como suma cuadrática, en el tiempo  $t$ , aplicando la expresión:

$$a_w(t) = \sqrt{a_{w,x}^2(t) + a_{w,y}^2(t) + a_{w,z}^2(t)}$$

- Para la medición de vibraciones generadas por actividades, se distinguirá entre vibraciones de tipo estacionario o transitorio.
  - a) **Tipo estacionario:** se deberá realizar la medición al menos en un minuto en el periodo de tiempo en el que se establezca el régimen de funcionamiento más desfavorable; si éste no es identificable se medirá al menos un minuto para los distintos regímenes de funcionamiento.
  - b) **Tipo transitorio:** se deberán tener en cuenta los posibles escenarios diferentes que puedan modificar la percepción de la vibración (foco, intensidad, posición, etc.).
- En la medición de vibraciones generadas por las infraestructuras igualmente se deberá distinguir entre las de carácter estacionario y transitorio. A tal efecto el tráfico rodado en vías de elevada circulación puede considerarse estacionario.
  - a) **Tipo estacionario:** se deberá realizar la medición al menos en cinco minutos dentro del periodo de tiempo de mayor intensidad (principalmente de vehículos pesados) de circulación. En caso de desconocerse datos del tráfico de la vía se realizarán mediciones durante un día completo evaluando el valor eficaz  $a_w$ .
  - b) **Tipo transitorio:** se deberán tener en cuenta los posibles escenarios diferentes que puedan modificar la percepción de la vibración (p.e: en el caso de los trenes se tendrá en cuenta los diferentes tipos de vehículos por cada vía y su velocidad si la diferencia es apreciable).
- De tratarse de episodios reiterativos, se realizará la medición al menos tres veces, dándose como resultado el valor más alto de los obtenidos; si se repite la medición con seis o más eventos se permite caracterizar la vibración por el valor medio más una desviación típica.
- En la medición de la vibración producida por un emisor acústico a efectos de comprobar el cumplimiento de lo estipulado en el artículo 17 se procederá a la corrección de la medida por la vibración de fondo (vibración con el emisor parado).
- Será preceptivo que antes y después de cada medición, se realice una verificación de la cadena de medición con un calibrador de vibraciones, que garantice su buen funcionamiento.
- La medición se realizará durante un período de tiempo significativo en función del tipo de fuente vibrante. De tratarse de episodios reiterativos, (paso de trenes, arranque de compresores, etc.), se deberá repetir la medición al menos tres veces, dándose como resultado de la medición, el valor más alto de los obtenidos.

#### 4. Medición del aislamiento al ruido aéreo

4.1. Para la medición del aislamiento de los cerramientos, se procederá conforme al siguiente protocolo de medida:

- Se situará en la sala emisora la fuente sonora, cuyo nivel de potencia deberá cumplir con lo establecido en el punto 6.2 y Anexo B.2 de la Norma UNE-EN-ISO-140/4 (1999) o cualquier otra que la sustituya.

- El nivel de potencia en la sala emisora, deberá ser el necesario para que los niveles de presión sonora en la sala receptora,  $L_2$ , estén, al menos, 10 dB por encima del nivel de fondo en cada banda de frecuencia. Si ello no fuera posible, se aplicarán las correcciones por ruido de fondo a  $L_2$  siguientes:
- Cuando la diferencia esté entre 6 y 10 dB, se aplicará la ecuación:

$$L_2 = 10 \cdot \lg \left( 10^{\frac{L_r}{10}} - 10^{\frac{L_f}{10}} \right) dB$$

Siendo:

$L_r$  = el nivel de presión sonora medido en la sala receptora con la fuente sonora en funcionamiento.

$L_f$  = el nivel de presión sonora del ruido de fondo, medido en la sala receptora.

- Cuando la diferencia sea inferior a 6 dB:  
Se aplicará una corrección de -1,3 dB al nivel  $L_2$  en la sala receptora.
- Cuando la diferencia es inferior a 3 dB:  
La medición no será válida.

- 4.2. El micrófono en la sala emisora deberá situarse a más de 1 metro de la fuente sonora y más de 0,5 metros de cualquier elemento difusor.
- 4.3. Cuando las dimensiones de la sala emisora y receptora lo permitan se efectuarán al menos mediciones en tres posiciones del micrófono (en ningún caso menos de dos), espaciadas uniformemente. El nivel de presión sonora de cada uno de ellos, deberá promediarse mediante la expresión:

$$L = 10 \cdot \lg \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right) dB$$

- 4.4. El tiempo de medida en cada banda debe ser, al menos, de 6 segundos.
- 4.5. El nivel de presión sonora se medirá, al menos, en las bandas de tercio de octava de frecuencia desde 100 hasta 5000 Hz.
- 4.6. Se obtendrá la curva diferencia entre el nivel de presión sonora obtenido en sala emisora  $L_1$  y el nivel de presión sonora corregido  $L_2$  obtenido en la sala receptora, para cada banda de frecuencia.
- 4.7.

El  $D_{NTA}$ , diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, entre recintos interiores, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$D_{NT,A} = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Ar,i} - D_{NT,i})/10}$$

Siendo:

$D_{NT,i}$  la diferencia de niveles estandarizada en la banda de frecuencia  $i$  (dB)

$L_{Ar,i}$  valor del espectro normalizado del ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia  $i$ , en dBA

$i$  recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100Hz a 5kHz

El  $D_{nT}$ , diferencia de niveles estandarizada entre recintos interiores, se calculará siguiendo la expresión:

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg T/T_0$$

Siendo:

$L_1$ , el nivel medio de presión sonora en el recinto emisor, dB

$L_2$ , el nivel medio de presión sonora en el recinto receptor, dB

$T$ , tiempo de reverberación del recinto receptor, s

$T_0$ , tiempo de reverberación de referencia, su valor es  $T_0 = 0,5$  s

- 4.8. El valor  $D_{125}$  al que hace referencia el Artículo 26 de esta ordenanza será el obtenido mediante la medida realizada de aislamiento bruto corregido por ruido de fondo, correspondiente a las tres bandas de 1/3 de octava que forman la octava de 125 Hz.
- 4.9. En relación con la medida del tiempo de reverberación del local receptor a los efectos de la determinación del aislamiento  $D_{nTA}$ , se seguirá el procedimiento establecido en la Norma UNE-EN ISO 140.4 o cualquier otra que la sustituya.

## 5. Protocolo de medida para la evaluación del ruido de impacto

- 5.1. Se utilizará como fuente generadora, una máquina de impactos normalizada conforme al Anexo A de la norma UNE EN- ISO-140.7 (1999) o cualquier otra que la sustituya.
- 5.2. La máquina de impactos se situará en el local emisor en las condiciones establecidas en la Norma UNE-EN-ISO 140.7.(1999), o cualquier otra que la sustituya, en al menos dos posiciones diferentes.
- 5.3. Por cada una de las posiciones de la máquina de impactos en la sala emisora, se efectuarán mediciones del  $L_{Aeq10s}$ , en, al menos, dos posiciones diferentes de micrófono en la sala receptora.
- 5.4. Se procederá a medir en la sala receptora, colocando el micrófono en las siguientes posiciones: 0,7 metros entre posiciones de micrófono 0,5 metros entre cualquier posición de micrófono y los bordes de la sala 1,0 metro entre cualquier posición de micrófono y el suelo de la sala receptora.
- 5.5. Las distancias mencionadas se consideran valores mínimos.
- 5.6. Deberán tenerse en cuenta las posibles correcciones por ruido de fondo, conforme a la norma UNE-EN-ISO 140-7 (1999) o cualquier otra que la sustituya.
- 5.7. El resultado de la medición será el nivel sonoro máximo alcanzado durante las mediciones realizadas, corregidas por ruido de fondo.

## 6. Equipos de medida

- 6.1. La instrumentación acústica empleada por los Servicios Técnicos Municipales, o por contratistas o empresas, en trabajos para el Ayuntamiento, deberá cumplir con las siguientes normas:

Artículo 30 del R.D. 1367/2007 de 19 de octubre.

OM Fomento de 25 de septiembre de 2007, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de sonido audible y de los calibradores acústicos.

UNE-EN-ISO 140/7 (1999) ó cualquier otra norma que la sustituya, de aplicación a las fuentes de ruido de impacto.

UNE-EN-ISO 140/4 (1999) o cualquier otra norma que la sustituya, de aplicación a las fuentes de ruido utilizadas para la evaluación del aislamiento.