



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
México • La Ciudad de la Esperanza

GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL

Órgano del Gobierno del Distrito Federal

DÉCIMA QUINTA ÉPOCA

22 DE AGOSTO DE 2005

No. 99

Í N D I C E

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE

- ◆ **NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-004-AMBT-2004 QUE ESTABLECE LAS CONDICIONES DE MEDICIÓN Y LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA VIBRACIONES MECÁNICAS, QUE DEBERÁN CUMPLIR LOS RESPONSABLES DE FUENTES EMISORAS EN EL DISTRITO FEDERAL**

9

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE

NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-004-AMBT-2004 QUE ESTABLECE LAS CONDICIONES DE MEDICIÓN Y LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA VIBRACIONES MECÁNICAS, QUE DEBERÁN CUMPLIR LOS RESPONSABLES DE FUENTES EMISORAS EN EL DISTRITO FEDERAL.

Claudia Sheinbaum Pardo, Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal con fundamento en lo dispuesto en los artículos 1º, 2º, 15 fracción IV, 16 fracción I, II y IV, 26 fracción I, III, IV y IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal; 6 fracción II, 9 fracción IV, VII, XLII y XLVI, 36 al 41 de la Ley Ambiental del Distrito Federal, ordena la publicación de la Norma Ambiental para el Distrito Federal: Que establece las condiciones de medición y los límites máximos permisibles para vibraciones mecánicas, que deberán cumplir los responsables de fuentes emisoras en el Distrito Federal; la publicación se ordena una vez publicadas en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, las respuestas a los comentarios ingresados durante la consulta pública del Proyecto de Norma PROY-NADF-004-AMBT-2004, publicado el 11 de febrero de 2005, en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, por lo anterior, he tenido a bien expedir la siguiente:

NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-004-AMBT-2004 QUE ESTABLECE LAS CONDICIONES DE MEDICIÓN Y LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA VIBRACIONES MECÁNICAS, QUE DEBERÁN CUMPLIR LOS RESPONSABLES DE FUENTES EMISORAS EN EL DISTRITO FEDERAL.

ÍNDICE

1. Introducción	7.2 Evaluación de vibraciones transitorias
2. Objeto	7.3 Tiempo de medición
3. Ámbito de validez	8. Límites máximos permisibles
4. Definiciones	9. Informe General de Vibraciones Mecánicas
5. Equipo de medición y accesorios	9.1 Descripción
6. Condiciones de medición	9.2 Plano de ubicación
6.1 Reconocimiento del sitio de medición	9.3 Equipo de medición
6.2 Punto de medición	9.4 Mediciones
6.3 Especificaciones para la medición	9.5 Evaluación
7. Evaluación de la vibración	10. Observancia de la norma
7.1 Evaluación básica de la vibración	11. Vigencia

1. Introducción

La mezcla de usos de suelo que en algunos sitios combinan actividades de servicios, comerciales e industrial con usos habitacionales ha impactado negativamente en la calidad de vida de los habitantes de la ciudad. Se generan en ocasiones molestias diversas entre la población, algunas ligadas a fenómenos aún no previstos plenamente en el cuerpo normativo ambiental vigente; como el caso de actividades que incluyen en su operación maquinaria y equipo generadores de vibraciones mecánicas. El número de quejas y denuncias en esta materia ha ido en aumento. A través de la presente norma, la Secretaría emite un instrumento cuyo objetivo fundamental es fortalecer el marco jurídico necesario para realizar las acciones de prevención, control y mitigación de vibraciones en el Distrito Federal y en segunda instancia que a través del cumplimiento de la misma se promueva mejoras a la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

2. Objeto

Establecer los límites máximos permisibles que deben cumplir los responsables de las fuentes emisoras de vibraciones mecánicas y su método de medición.

3. **Ámbito de validez**

La presente norma ambiental rige en el territorio del Distrito Federal y aplica a aquellas fuentes emisoras que por su giro o actividad incluyan en su operación maquinaria y equipo que generen vibraciones mecánicas en los sitios o inmuebles aledaños, que causen molestia o deterioren la calidad de vida de sus habitantes.

4. **Definiciones**

Además de las definiciones en los términos de la Ley Ambiental del Distrito Federal, se entenderá por:

4.1 **Aceleración raíz cuadrática media ponderada (m/s^2), símbolo a_w :** Es la magnitud de la vibración calculada a partir de la ponderación de las frecuencias W_m (definida en el anexo) contenidas en el intervalo de 1 Hz a 80 Hz.

4.2 **Acelerómetro:** Es el transductor que convierte el movimiento mecánico en una señal eléctrica equivalente, misma que puede ser de tensión, carga o intensidad de corriente.

4.3 **Analizador de señal:** Es un instrumento que permite medir variables eléctricas separándolas en componentes de diferentes frecuencias y que incluye filtros ya sea digitales o analógicos para realizar la separación de la señal temporal en sus diferentes componentes, en el dominio de la frecuencia.

4.4 **Calibrador de acelerómetros:** Instrumento que genera una vibración y de amplitud y frecuencia conocidas. Se emplea para la verificación en campo de sistemas de medición de vibraciones.

4.5 **Condiciones normales:** Situación de operación estable, misma que se determina a través del comportamiento de variables tales como el ritmo de operación y producción, número de máquinas y equipos en operación ordinaria, programa de mantenimiento, demanda de productos o subproductos que en su caso representen una jornada laboral de trabajo o un día ordinario de actividades.

4.6 **Fuente emisora:** Aquellas fuentes fijas que se ubiquen en el Distrito Federal en los términos de la Ley Ambiental del Distrito Federal, así como los bienes inmuebles que por la maquinaria, equipos o instalaciones que se encuentren en ellos, o por las actividades que en ellos se realicen, emitan de forma continua o discontinua vibraciones mecánicas, con excepción de las obras de construcción, instalación, modificación, ampliación, reparación y demolición, así como las obras públicas.

4.7 **Informe General de Vibraciones Mecánicas:** Informe técnico de medición de vibraciones mecánicas que contiene la identificación de la fuente emisora, las condiciones de medición, las lecturas realizadas y la evaluación de la vibración, para fines de esta norma se entenderá por **Informe General**.

4.8 **Punto de Medición:** Sitio específico para cuantificar las emisiones de vibraciones mecánicas que emite la fuente emisora al ambiente.

4.9 **Secretaría:** La Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal.

4.10 **Vibración:** Variación, con respecto al tiempo, de la amplitud de una onda (desplazamiento, velocidad y aceleración) que describe el movimiento o posición de un sistema mecánico, cuando la amplitud es alternativamente mayor y menor a algún valor promedio o referencia.

4.11 **Valor de la Dosis de Vibración ($m/s^{1.75}$):** parámetro empleado para cuantificar un tipo de exposición humana a la emisión de vibraciones mecánicas en función del tiempo. (VDV)

5. Equipo de medición y accesorios

5.1 Los equipos y accesorios mínimos para la medición de vibraciones mecánicas serán:

- a) Analizador de señal;
- b) Acelerómetro o transductor de vibración;
- c) Cables y accesorios de montaje y acoplamiento en diversas superficies;
- d) Cronómetro integrado al instrumento o bien un reloj;
- e) Medidor de longitud;
- f) Calibrador de aceleración.

5.2 El analizador de señal, para fines de la presente norma, debe contener filtros para frecuencias en el intervalo de 1 Hz a 80 Hz, como mínimo y el acelerómetro deberá tener una sensibilidad de por lo menos 50 mV/(m/s²).

5.3 El analizador de señal, el acelerómetro y su calibrador deberán calibrarse periódicamente, según lo establezca la legislación aplicable y contar con trazabilidad demostrable a los patrones nacionales correspondientes.

5.4 La calibración del acelerómetro y el analizador de señal deberá realizarse en el intervalo de 1 Hz a 80 Hz y debe incluir al menos la frecuencia que proporcione el calibrador empleado.

5.5 En el manejo del equipo se deberá cuidar que:

- a) El montaje y acoplamiento del equipo se realice conforme a las instrucciones del fabricante;
- b) El analizador de señal se apoye en una superficie firme y que su ubicación no interfiera con el punto de medición;
- c) Antes de iniciar la medición se deberá comprobar que exista contacto mecánico entre la superficie del punto de medición y la base del acelerómetro;
- d) Se verifique que el acoplamiento de cables y accesorios no introduzca desviaciones a la medición.

5.6 Previo a cada medición y al final de la misma se deberá realizar una verificación de campo al analizador de señal y su acelerómetro, empleando para ello el calibrador de vibración, cuando la lectura posterior a la medición varíe más del 5% respecto a la lectura anterior a la medición, la medición deberá ser repetida.

6. Condiciones de medición

6.1 Reconocimiento del sitio de medición

6.1.1 Se debe realizar un reconocimiento conforme a los requisitos establecidos en el Informe General solicitado en la presente norma, para establecer las condiciones de funcionamiento de la fuente emisora.

6.1.2 Una vez realizado el reconocimiento, se debe elaborar un plano o croquis conforme a las especificaciones solicitadas en el Informe General.

6.2 Punto de medición

6.2.1 El punto de medición debe ubicarse observando por lo menos uno de los siguientes criterios:

- a) En los sitios o inmuebles donde existan denuncias o quejas de molestias ocasionadas por vibraciones mecánicas debe ubicarse un punto de medición en el lugar donde los habitantes señalen que perciben la mayor cantidad de vibraciones mecánicas;
- b) En los casos en que no exista denuncia o queja y el responsable de la fuente emisora necesite realizar mediciones de vibraciones mecánicas, se debe utilizar como punto de medición el sitio o inmueble donde sensorial o instrumentalmente, se detecte la mayor emisión de vibraciones mecánicas.

6.2.2 El Punto de Medición deberá identificarse claramente en el plano o croquis, solicitado en el Informe General.

6.3 Especificaciones para la medición

- 6.3.1 Para efectos de la presente norma, la medición de la emisión de vibraciones mecánicas en cada Punto de Medición deberá considerar los siguientes estados de operación:
- La fuente emisora deberá operar en condiciones normales;
 - La fuente emisora deberá estar sin operar.
- 6.3.2 La medición deberá realizarse en el intervalo de frecuencias de 1 Hz a 80 Hz y deberá registrarse en unidades de aceleración (m/s^2) en caso de emplear otras unidades, se deberá realizar la conversión a las unidades solicitadas.
- 6.3.3 Para cada Punto de Medición se deberá medir la vibración mecánica en los siguientes ejes ortogonales:
- Eje X, dirección horizontal, paralelo a la colindancia;
 - Eje Y, dirección horizontal, perpendicular a la colindancia;
 - Eje Z, dirección vertical.

7 Evaluación de la vibración

7.1 Evaluación básica de la vibración

- 7.1.1 Debe obtenerse la magnitud de la vibración (m/s^2) en el intervalo de 1 Hz a 80 Hz, en cada uno de los ejes ortogonales de los puntos de medición, para calcular la magnitud de la vibración deberá utilizarse la aceleración raíz cuadrática media ponderada conforme a la siguiente ecuación:

$$a_w = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{1/2}$$

donde:

$a_w(t)$ es la aceleración ponderada determinada en un tiempo de medición T y expresada en metros por segundo al cuadrado (m/s^2)

T es la duración de la medición, expresada en segundos.

7.2 Evaluación de vibraciones transitorias

- 7.2.1 En caso donde la evaluación pueda subestimar el fenómeno, especialmente aquellas que contienen impactos o vibraciones transitorias, será necesario evaluar la dosis de vibración a la cuarta potencia ($m/s^{1.75}$) conforme a la siguiente ecuación:

$$VDV = \left\{ \int_0^T [a_w(t)]^4 dt \right\}^{1/4}$$

donde:

$a_w(t)$ Es la aceleración instantánea ponderada en frecuencia;

T es la duración de la medición.

7.3 Tiempo de medición

- 7.3.1 El tiempo de medición empleado debe ser tal que asegure se incluyan los valores típicos de vibración que se pretenden evaluar, no pudiendo, en ningún caso ser inferior a 300 segundos en cada uno de los ejes de medición.

8 Límites máximos permisibles

Los límites máximos permisibles considerados en la presente norma se refieren a la percepción y al confort de las personas expuestas a vibraciones mecánicas en los sitios o inmuebles aledaños a la fuente emisora.

8.1 El límite máximo permisible de la magnitud de la vibración mecánica para cada uno de los ejes ortogonales considerados en esta norma serán los siguientes:

Límites máximos permisibles para aceleración raíz cuadrática media ponderada		
Eje Z, dirección vertical	Eje X, dirección horizontal, paralelo a la colindancia	Eje Y, dirección horizontal, perpendicular a la colindancia
0,015 m/s ²	0,015 m/s ²	0,015 m/s ²

8.2 El límite máximo permisible para el valor de dosis de vibración en el Punto de Medición será de 0,26 m/s^{1.75}

9 Informe General de Vibraciones Mecánicas

9.1 Descripción

El informe debe incluir la identificación de la fuente emisora y debe contener:

- Nombre, Denominación o Razón Social;
- Nombre del propietario, poseedor o representante legal, en su caso;
- Registro Federal de Contribuyentes;
- Domicilio;
- El giro o actividad;
- Uso de suelo;
- Horario de funcionamiento y turnos de operación, en su caso;
- Las características de operación normales y extraordinarias, en su caso;
- La relación y descripción de los equipos, maquinaria, procesos y actividades relacionados con la emisión de vibraciones mecánicas.

9.2 Plano de ubicación

El informe debe incluir un plano o croquis que contenga al menos:

- La ubicación exacta;
- Los inmuebles colindantes y los sitios relacionados con la queja o denuncia, cuando exista;
- Calles y avenidas colindantes, en su caso;
- Ubicación e identificación clara de los equipos y maquinaria pertenecientes a la fuente emisora;
- La ubicación de los puntos de medición, debidamente identificados.

9.3 Equipo de medición

El informe debe incluir los siguientes datos del equipo:

- Marca, modelo y número de serie del analizador de señal;
- Marca, modelo y número de serie del acelerómetro;
- Marca, modelo y número de serie del calibrador de aceleración;
- Documento de calibración de los instrumentos en los términos del punto 5.3 de la presente norma.

9.4 Mediciones

El Informe debe incluir las mediciones realizadas con al menos la siguiente información de cada una de ellas:

- a) Fecha y hora;
- b) Nombre del responsable que la realizó;
- c) Nomenclatura de identificación del Punto de Medición;
- d) Eje al que corresponde;
- e) Tiempo de medición empleado;
- f) Observaciones, cuando sea necesario;
- g) Las mediciones realizadas, en medio electrónico e impreso.

9.5 Evaluación

El Informe incluirá la memoria de cálculo para obtener la evaluación de la magnitud de la vibración en cada uno de los ejes de los Puntos de Medición considerados de acuerdo a esta norma, así como la magnitud de la dosis de vibración a la cuarta potencia, cuando sea necesario evaluarla.

10 Observancia

La Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal será la responsable de vigilar, en los términos de la Ley Ambiental del Distrito Federal, la observancia de la presente Norma Ambiental.

11 Vigencia

La presente Norma Ambiental para el Distrito Federal entrará en vigor al día siguiente de su publicación en la Gaceta Oficial del Distrito Federal.

Dado en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintidós días del mes de julio del dos mil cinco.

LA SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE
(Firma)
CLAUDIA SHEINBAUM PARDO

Anexo A

Definición matemática de la ponderación en frecuencia W_m

Las frecuencias f_i ($i=1,2,3$) son los parámetros de la función de transferencia que determinan el total de las frecuencias de la ponderación W_m . La función de transferencia, $H(p)$, se expresa como el producto de tres factores [filtro-pasa altos $H_h(p)$, filtro pasa-bajos $H_b(p)$ y función de ponderación pura $H_i(p)$, como se indica a continuación, donde $w_i = 2\pi f$ y $p = j2\pi f$

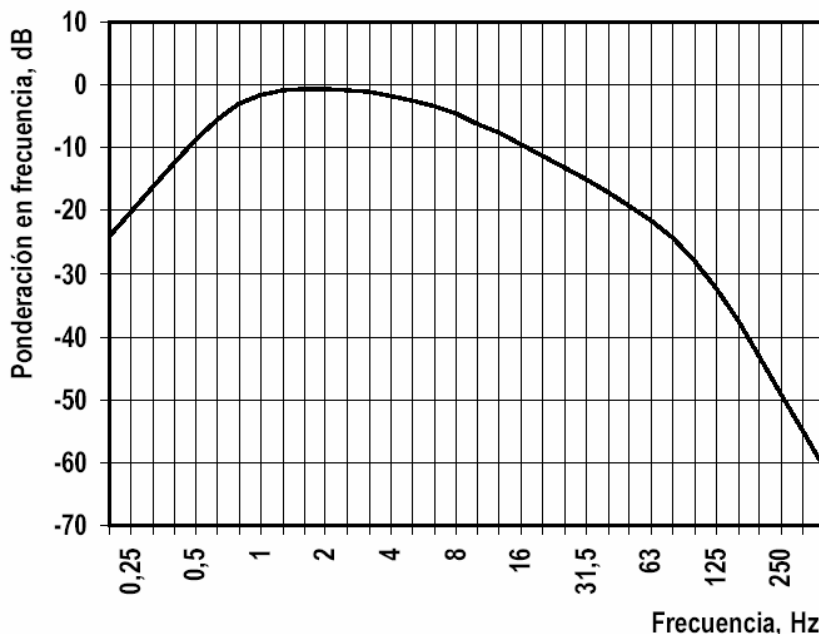
Limitador de banda (filtro con característica Butterwort de segundo orden; con frecuencia de corte f_1 y f_2)

Pasa altos	Pasa bajos	Ponderación en frecuencia pura (para la aceleración como magnitud de entrada)
$H_h(p) = \frac{1}{1 + \frac{\sqrt{2}w_1}{p} + \left(\frac{w_1}{p}\right)^2}$ $ H_p(p) = \sqrt{\frac{f^4}{f^4 + f_1^4}}$ <p>donde $f_1 10^{-0.1} \text{Hz} = 0.7943 \dots \text{Hz}$</p>	$ H_1(p) = \sqrt{\frac{f_2^4}{f^4 + f_2^4}}$ $H_1(p) = \frac{1}{1 + \frac{\sqrt{2}p}{W_2} + \left(\frac{p}{W_2}\right)^2}$ <p>donde $f_2 = 100 \text{ Hz}$</p>	$H_1(p) = \frac{1}{1 + \frac{p}{w_3}}$ $ H_1(p) = \sqrt{\frac{f_3^2}{f^2 + f_3^2}}$ <p>donde $f_3 = 1/(0.028 \times 2\pi) \text{Hz} = 5.684 \dots \text{Hz}$</p>

La función de transferencia, $H(p)$, de la ponderación en frecuencia W_m limitada por banda está dada por el producto de el filtro pasa-altos $H_h(p)$, el filtro pasa-bajos $H_l(p)$ y la función de ponderación pura $H_t(p)$:

$$H(P) = H_R(P) \cdot H_L(P) \cdot H_T(P)$$

Nota: en la interpretación más común de esta ecuación (el dominio de la frecuencia) el módulo (la magnitud) y la fase se describen en forma de un número complejo en función de la frecuencia angular imaginaria $p = j2\pi f$. En ocasiones se usa el símbolo s en lugar de p y puede interpretarse como la variable de la transformada de Laplace y el módulo (la magnitud) $|H(p)|$ como se muestra a continuación:



En la tabla A.1 se proporcionan los valores en bandas de tercios de octava de la ponderación en frecuencias W_m , tomando la aceleración como magnitud de entrada y calculados a partir las frecuencias medias verdaderas, para la banda de frecuencias comprendida en el intervalo cerrado de 1 Hz a 80 Hz.

X	Frecuencia (Hz)		Wm Factor	Wm dB
	Nominal	Verdadera		
-7	0,2	0,1995	0,0629	-24,02
-6	0,25	0,2512	0,0994	-20,05
-5	0,315	0,3162	0,156	-16,12
-4	0,4	0,381	0,243	-12,29
-3	0,5	0,5012	0,368	-8,67
-2	0,63	0,6310	0,530	-5,51
-1	0,8	0,7943	0,700	-3,09
0	1	1,000	0,833	-1,59
1	1,25	1,259	0,907	-0,85
2	1,6	1,585	0,934	-0,59
3	2	1,995	0,932	-0,61
4	2,5	2,512	0,910	-0,82
5	3,15	3,162	0,872	-1,19
6	4	3,981	0,818	-1,74
7	5	5,012	0,750	-2,50
8	6,3	6,310	0,669	-3,49
9	8	7,943	0,582	-4,70
10	10	10,00	0,494	-6,12
11	12,5	12,59	0,411	-7,71
12	16	15,85	0,337	-9,44
13	20	19,95	0,274	-11,25
14	25	25,12	0,220	-13,14
15	31,5	31,62	0,176	-15,09
16	40	39,81	0,140	-17,10
17	50	50,12	0,109	-19,23
18	63	63,10	0,0834	-21,58
19	80	79,43	0,0604	-24,38
20	100	100,0	0,0401	-27,93
21	125	125,9	0,0241	-32,37
22	160	158,5	0,0133	-37,55
23	200	199,5	0,00694	-43,18
24	250	251,2	0,00354	-49,02
25	315	316,2	0,00179	-54,95
26	400	398,1	0,000899	-60,92

Nota x es el número de banda de frecuencia de acuerdo con la IEC 61260:1995

Valores de la ponderación en frecuencia W_m

Tomando la aceleración como magnitud de entrada

(en bandas de tercio de octava, calculadas a partir de las frecuencias medias verdaderas, para la banda de frecuencias comprendida en el intervalo cerrado de 1 Hz a 80 Hz)