

CONSIDERACIONES BÁSICAS PARA LA ELABORACIÓN DE UN PROYECTO DE NORMA PARA LA MEDICIÓN DE RUIDO, CASO D.F.

Santiago Jesús Pérez Ruiz; Antonio Pérez López
Laboratorio de Acústica y Vibraciones (LAV)
Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET)
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., Del. Coyoacán, C.P. 04510.
Tel 56228602 ext 1196, jesper@aleph.cinstrum.unam.mx, Fax. 56228675
Tel: 56228602 ext 1193, apl@aleph.cinstrum.unam.mx

Resumen: En este trabajo se describen, con base a criterios científicos y legales aplicados en otros países, los pasos que se deben considerar para la elaboración de un proyecto de norma para la medición de ruido urbano, con la que se pretende sancionar la emisión de ruido producido por fuentes fijas. Parte de éste trabajo se realizó para atender a la convocatoria para analizar y discutir el proyecto de norma para medición de ruido (PROY-NADF-005-AMBT-2002), emitida por el Gobierno del Distrito Federal el 7 de enero de 2003, la cual se basa en la norma mexicana NOM-081-ECOL-1994.

1. INTRODUCCIÓN

Los alcances de una norma en una política de control de ruido son muy limitados si no se instrumentan otras acciones que la complementen y le den soporte. En el presente trabajo se discuten varios aspectos relacionados con el proyecto de norma del gobierno del Distrito Federal PROY-NADF-005-AMBT-2002 (que a la fecha se encuentra detenida) y ,que a nuestro juicio, son relevantes en la elaboración de la misma.

El punto de partida es una revisión crítica del proyecto de norma y de la norma federal NOM-081-ECOL-1994 (NOM-081-SEMARNAT-1994).

2. ASPECTOS GENERALES.

2.1 Adecuación a normas internacionales.

Es estrictamente necesario conocer, además del proyecto de norma [1], los documentos, que contienen las pautas generales del Programa de Control de Ruido Ambiental (PCRA), sus fundamentos, estrategias, planes de acción, líneas de investigación, así como los datos que fundamentan los límites máximos de los niveles de ruido que se proponen.

Al omitirse esta información, se da la impresión de que todo el (PCRA) previsto, se reduce a redactar una norma, sin establecer el marco político de la gestión de gobierno indispensable para garantizar su aplicación y vigencia. Esta estrategia se ubica a contracorriente con las, muy estudiadas, directrices

y recomendaciones de los organismos internacionales de lucha contra el ruido [2].

Sin embargo, la principal preocupación no es en el sentido de sujetarse o no a la normatividad internacional, sino en que se aborde un problema complejo, como es el de contaminación acústica (ruido ambiental), ignorando la información científica acumulada y consignada en documentos, pautas, recomendaciones y normas de dichos organismos.

De continuar en este camino lo único que se ganará -al reducir un PCRA a la elaboración de una sola norma- es que se tendrá un instrumento muy difícil de hacerse cumplir, sin ocasionar, a la comunidad, trastornos mayores que el que se pretende evitar, lo cual conducirá a una situación de impunidad colectiva jurídicamente deplorable [3]. Incluso un tema tan trascendental como si el PCRA es asunto de política nacional (federal) o local (municipal, del DF) se puede beneficiar con un estudio cuidadoso de las experiencias de otros países consignadas en la literatura especializada [4].

2.2. Políticas generales aplicables.

Es importante definir las políticas de control necesarias para sustentar una norma y establecer los principios generales en los que se fundamentarán las acciones de regulación (ver, por ejemplo, los tres principios en los que se fundamenta la administración de la regulación del ruido urbano: principio de precaución, principio de responsabilidad del propietario de la fuente de ruido y principio de prevención [5, 6]).

Se menciona lo anterior porque aunque existe la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del DF (PAOT-DF), ésta no podrá ejercer las acciones de control correctamente si no cuenta con elementos técnicos de juicio confiables para velar por el cumplimiento, tanto de la norma, como de la ley ambiental correspondiente.

Actualmente no hay indicios claros si se creará el indispensable Comité Científico que asesore a la PAOT-DF, en aspectos científicos y técnicos sobre ruido. Este aspecto es fundamental para las instituciones y organizaciones interesadas en participar en este proyecto, porque es importante saber cuáles son las líneas de investigación que están previstas, para que dicha participación pueda ser mas activa.

Por la experiencia acumulada en otros países, sobre ruido ambiental [7], se sabe que la actividad de investigación es un componente fundamental en la lucha contra el ruido. Además, el problema del ruido ambiental, en la ciudad de México, es serio y complejo y, esto se agrava debido a que no hay información básica indispensable; es decir, no existen, entre otros:

- Estudios de salud de la población afectada.
- Programas de monitoreo y medición de niveles.
- Bases de datos de zonas de riesgo con contaminación por ruido.
- Estudios sobre características de aislamiento sonoro en las viviendas.
- Estudios sobre el impacto ambiental de ruido aéreo, de tránsito vehicular, etc.

Sin duda, en algunos de estos puntos, diversos grupos de especialistas en Acústica, Vibraciones y Audiología, en el país, de instituciones como: UNAM, CENAM, IPN, CNR (INCH), podrían hacer contribuciones significativas; una vez que se establezca un marco de administración de control de ruido bien estructurado.

Una vez establecido el comité científico asesor (digamos el Comité de Investigación en Ruido Urbano, CIRU), este organismo tendría la responsabilidad, tanto de colaborar estrechamente con la PAOT-DF, como la de diseñar las obligadas campañas de concientización, divulgación y educación sobre el ruido y sus efectos perjudiciales. Así como también elaborar el diseño curricular y evaluación de los especialistas (peritos) en ruido ambiental que habrán de ser necesarios.

Otra responsabilidad del CIRU sería diseñar las estrategias más pertinentes para realizar todos los estudios necesarios mencionados anteriormente (mapas de ruido, estudios de salud auditiva, etc.).

Además, como bien se sabe, la instrumentación para la medición del ruido es costosa, por lo que en países como el nuestro es indispensable conocer y desarrollar instrumentos, equipos y procedimiento de medición que, sin sacrificar calidad, reduzcan costos, para fomentar su empleo. Este tipo de iniciativas y trabajos bien podrían constituir la labor del CIRU.

3. FUNDAMENTOS.

Tanto el proyecto de norma PROY-NADF-005-AMBT-2002 [1], como la norma que le sirve de ejemplo NOM-081-ECOL-1994 [9], coinciden en el “considerando” que las fundamenta; aunque en la norma NOM-081-ECOL-1994 sí se hace explícito que el daño que produce el ruido “depende de la magnitud y el número, por unidad de tiempo, de los desplazamientos temporales del umbral de audición” [9].

La interpretación de este “considerando”, es que la norma se fundamenta en el concepto de pérdida auditiva laboral inducida por ruido (occupational noise-induced hearing impairment); concepto que la Organización Internacional de Normalización (ISO) ha especificado y definido en un esfuerzo de normalización continuo [10].

3.1. Exposición al ruido.

En primera instancia, parece tener fundamento una norma ambiental en un criterio pensado para la regulación laboral. Sin embargo, el problema es que no existen -en el mundo, ni mucho menos en México- estudios epidemiológicos, a gran escala de la población en general, que sustenten plenamente esta idea. No se debe olvidar que la pérdida auditiva laboral inducida por ruido, es resultado de estudios estadísticos realizados en ambientes industriales que no se pueden extrapolar fácilmente a otro tipo de ambientes. Además, este concepto estima el efecto acumulado de años de exposición al ruido (con jornadas de 8 horas diarias, con 40 horas por semana, con 52 semanas por año), a partir de observaciones de su efecto en la salud sobre grupos de personas adultas “promedio” y no están bien representados los llamados grupos vulnerables.

3.2. Grupos vulnerables.

Dentro de los grupos vulnerables se encuentran personas con habilidades disminuidas, personas con problemas médicos o con determinadas enfermedades, gente que se enfrenta con tareas cognitivas complejas, como las personas que aprenden a leer, personas ciegas, gente con cierto tipo de sordera, fetos, bebés [11], niños y ancianos [6]. Toda esta gente es menos capaz de lidiar con el impacto de la exposición al ruido y está en una situación de mayor riesgo de sufrir consecuencias nocivas.

Por lo tanto, el tema de los grupos vulnerables dentro de la población en general debe considerarse cuando se diseñan esquemas de regulación y control del ruido comunitario, como el que se pretende. Estas consideraciones deben tomarse en cuenta a través de sus efectos (interferencia en la comunicación, interrumpir la recreación, impedir el descanso, molestia, estrés, daño, etc), en medios ambientes específicos (incubadoras, hospitales, hogar, escuela, lugar de trabajo, instituciones públicas, etc.) y estilos de vida específicos (acudir a festivales de música o discotecas, oír música a niveles muy altos con audífonos, conducir motocicleta, etc) [5].

3.3. Efectos de la exposición al ruido.

La Organización Mundial para la Salud (OMS), en sus pautas para el manejo del ruido ambiental, recomienda diseñar el programa de disminución y control de ruido ambiental tomando en consideración no solo la pérdida auditiva sino otros efectos tales como [6]:

- Interferencia con la comunicación oral
- Perturbación del sueño
- Efectos fisiológicos y cardiovasculares
- Efectos en la salud mental
- Efectos del ruido en el desempeño
- Efectos del ruido en el comportamiento residencial y molestia
- Efectos de fuentes de ruido combinadas

Ninguno de estos efectos están considerados ni de forma general ni de forma particular en el proyecto de norma [1] que se está analizando. De seguir así, el resultado de este proyecto será una norma que no está diseñada para atender quejas o resolver problemas de molestias provocadas por niveles altos de ruido. Solo pretende establecer una regulación para evitar daños auditivos a largo plazo, muy parecido a lo que se

busca en las normas industriales al determinar el riesgo de daño auditivo por exposición de ruido, pero sin la evidencia comprobada de que los sujetos están expuestos a los niveles que se consideran en este proyecto de norma [1].

4. LOS VALORES LÍMITES.

El proyecto de norma [1] especifica límites diferentes a la norma ambiental federal [9], sin embargo, al detenerse en su examen se pone de manifiesto que fueron establecidos muy arbitrariamente y, lo que es peor, con mucho desconocimiento. Para empezar en la Tabla 1, del proyecto de norma [1], donde se especifican los valores límites, sólo se indica que son valores en dB con ponderación A, pero no se menciona el intervalo de medición, es decir, pese a que en el procedimiento de medición establece que es necesario determinar el nivel equivalente *Neq*, éste acaba por no utilizarse (!). Se podría interpretar que el *Neq* se tendría que calcular en cualquiera de los dos horarios especificados, con 12 horas cada uno, pero en la norma no se establece claramente esta intención. Es poca la información que se consigna en la norma y su justificación como para saber qué estrategia se adoptó para determinar los niveles máximos permisibles y; por lo tanto, se antojan arbitrarios, sobre todo porque en el proyecto de norma [1] se dan valores en dBA sin aclarar si son pico, promedio, equivalentes, etc. Asimismo, por la falta de esta especificación, resulta imposible compararlos con los límites adoptados en otros países. Por lo tanto, se considera que es necesario reexaminar la decisión de no sujetarse a la normatividad internacional (seguir las recomendaciones de la OMS, adoptar las normas ISO, etc.), pues ignorar esta información (documentos guía, normas, artículos de investigación, bases de datos, etc.), obliga a generar información propia que elevará el costo, de cualquier medida de control, a niveles prohibitivos.

4.1. Horarios de exposición.

En cuanto a los horarios que se proponen, en el proyecto de norma [1], diurno de 6:00 a 18:00 y nocturno de 18:01 a 5:59, tampoco se encuentra justificación documentada que fundamente esta propuesta. Se podría deducir que se intenta determinar un *Neq* de 12 hrs. Pero aún así, sería mucho mejor tomar en cuenta los descriptores que recomienda la OMS [6], quien recomienda el *Neq* de 24 hrs. y el *Ldn*. Aunque para determinar el *Ldn* habría que cambiar los horarios propuestos (horario

diurno de 7:00 a 22:00 y nocturno de 22:01 a 6:59, pero penalizando con 10 dB [7]). También se podría argumentar que los horarios se idearon para ajustarse al ritmo de actividades del Distrito Federal (DF), pero esto no se confirma sólo con mediciones aisladas, es necesario obtener resultados mediante estudios de ruido urbano exploratorio, como el realizado por el Laboratorio de Acústica y Vibraciones del CCADET-UNAM [8], que indica que el horario en el DF parece ser: diurno, 5:00 a 21:00 y nocturno de 21:01 a 4:59.

4.2. Zonificación del ruido.

En cuanto a la clasificación por zonas según el uso del suelo, no se indica si las denominaciones están reguladas en otra instancia para darle mayor validez. Aun así, se tiene que revisar el concepto de zona rural, zona comercial, zona comercial mixta y zona mixta, que se prestan a mucha confusión debido a que en esta ciudad las zonas residencial o habitacional, comercial e industrial están prácticamente mezclada, lo que implicaría definir criterios muy claros y específicos para realizar las mediciones en cada caso. Además, es notable la ausencia de zonas de descanso (jardines y parques) y el concepto de zona residencial unifamiliar (casas y residencias) y zona residencial multifamiliar (departamentos y condominios).

5. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN.

5.1. Los puntos de medición.

La confusa redacción sobre la "ubicación de los puntos de medición" propicia errores y resulta difícil de interpretar; además, se adopta un procedimiento muy simplificado que no contempla todas las posibilidades que se pueden encontrar en una situación real, debido a que la trayectoria que puede tener la propagación del sonido por efecto de barreras refractoras y pantallas reflejantes es difícil, si no imposible, de establecer con un solo criterio para la realización de mediciones. Pero, el equívoco mayor radica en el planteamiento de tratar de determinar la reducción sonora (aislamiento sonoro), ¡qué importancia tiene el valor de la reducción sonora si el nivel, en el lugar de interés, es alto!

5.2. Reducción sonora.

La ecuación para la determinación de la reducción sonora, ecuación (9) del proyecto de norma [1], es una adaptación incorrecta de la ecuación utilizada en el método de cámara de transmisión, (dos recintos

reverberantes contiguos, con gran aislamiento sonoro, es decir, un recinto especializado muy alejado de las condiciones que se encuentran en el trabajo de campo [12]). Es posible que bajo ciertas condiciones (entre otras, cuando la fuente tenga una distribución uniforme en el campo incidente del muro a medir) se pueda utilizar la ecuación (9) pero modificando el término N_d por un N_{eq} a 2 metros de distancia [13]. Sin embargo, estas consideraciones son muy particulares y no se ajustan a la diversidad de condiciones que surgirán al aplicar la norma, por lo que, si se requiere verdaderamente determinar la reducción sonora, habrá que instrumentar otro método de medición más confiable aunque requiera de una instrumentación más costosa [14].

5.3. Regulación sobre reducción acústica en viviendas.

Es de suponer que existen muchas quejas de niveles altos de ruido que se pueden atribuir a una reducción sonora insuficiente. Pero en el proyecto de norma [1] no es claro que el objetivo sea elucidar, entre el emisor y la reducción sonora, quién es el responsable de dicho nivel alto. En este punto, parece más sensato elaborar otra regulación sobre la construcción de viviendas, donde se especifique la reducción sonora indispensable o mínima para lograr un ambiente interior confortable desde el punto de vista acústico. Desde esta perspectiva el problema se hace más difícil de resolver ya que implica responsabilizar únicamente al emisor, que en algunos casos podría ser incorrecto, o implementar soluciones que resultarían muy costosas, como, por ejemplo, construir barreras aislantes.

6. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DE MEDICIÓN.

Es quizá, en esta parte, donde se concentran los fallos más importantes que contiene el proyecto de norma [1]. Las mediciones continuas se consideran satisfactorias si duran a lo más 15 minutos, que en realidad son de 3 minutos en 5 puntos diferentes. Aunque se especifica que esta medición se realice en el "horario crítico", no se menciona absolutamente nada de cómo determinar este "horario crítico". Por la redacción, uno interpreta que este "horario crítico" es cuando la fuente emite un valor máximo y, según el proyecto de norma [1], el que realiza la medición debería saber cuándo sucede esto. Cuando no se sabe -como normalmente sucede en una situación real- no se indica un procedimiento de muestreo para

determinar la evolución temporal del nivel de la fuente; además, parece que esto último no es necesario. Pero entonces, ¿cómo saber si este máximo es el mayor en el transcurso de todo el día o de toda la noche o en la semana, etc.?

Medir 3 minutos, sólo sería válido estadísticamente, si el ruido fuera estacionario, con muy pocas fluctuaciones temporales (menores a 10 dB) [15]. Nuevamente, se vuelve a considerar una muy reducida gama de posibilidades que limitan el alcance de la medición. De hecho, no sólo se ignora el carácter temporal de la fuente de ruido, sino otros factores (variables ambientales, de calibración, etc.) que afectan la incertidumbre de las mediciones realizadas [15]. La misma referencia [15] contiene una tabla en la que sugiere la duración de la o las mediciones según el tipo de ruido, la cual se muestra a continuación:

Intervalo Máximo Anticipado			
Naturaleza Temporal del Ruido	< 10 dB	10 – 30 dB	> 30 dB
Ruido Estacionario	2 min.	N / D	N / D
Ruido Continuo Fluctuante	5 min.	15 min.	30 min.
Ruido Continuo Impulsivo	5 min.	15 min.	30 min.
Ruido Intermitente (todos los tipos)	10 x 5 min	10 x 15 min.	10 x 30 min.

Tabla 1 Sugerencia sobre la duración de las mediciones.

Parecería que la intención de la medición es verificar un valor máximo y no caracterizar la emisión de la fuente (caracterización que conllevaría a determinar los valores máximos, promedio, de fondo, etc). Pero el proyecto de norma [1] no es congruente con esto, pues indica que hay que determinar el nivel equivalente (*Neq*). ¿Un *Neq* de tres minutos en cinco puntos? –o el promedio de ellos- ¿Qué información se podría obtener de estas mediciones?

Obviamente, se está muy lejos de obtener el estimado del *Neq* de 8 horas que se requiere para aplicar algún criterio de riesgo de daño auditivo. Tampoco, se tiene un valor confiable del nivel máximo (por muestreo temporal insuficiente). Tampoco se tiene la certeza de que el nivel registrado provenga de una sola fuente (por una

disposición instrumental errónea). Finalmente, tampoco se tiene idea del origen de las incertidumbres de la medición (por ignorar los principales factores que inciden en las mismas). El resultado es desalentador.

Un examen de las definiciones de mediciones continuas y semicontinuas [1] revelan una gran confusión. El proyecto de norma [1] establece que si las mediciones son continuas la desviación “estandar” debe calcularse mediante la expresión (2), a saber:

$$\sigma = \frac{N_{10} - N_{50}}{1.2817}$$

pero si se trata de mediciones semicontinuas, deben calcularse con la formula (6), a saber:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (N_i - N_{50})^2}{n - 1}}$$

Es decir, se confunden las características de la distribución estadística de los niveles medidos con su, supuesta, definición de mediciones semicontinuas y se emplea una relación, expresión (2), que sólo se ha comprobado en las distribuciones de niveles que se obtienen al medir ruido de tráfico de autos.

7. OTROS ELEMENTOS A CONSIDERAR.

En la elaboración de una norma es de suma importancia, tanto la claridad de su contenido, como la descripción precisa de sus definiciones, esto obliga a una redacción cuidadosa y exigente de la cual el documento del proyecto de norma carece totalmente. Esta carencia se acentúa en el capítulo de las definiciones, donde además se reúnen conceptos equivocados, mal definidos, innecesarios y disparatados (ejemplo: “Presión acústica. –Es el incremento de *presión atmosférica* debida a la presencia de una perturbación acústica”).

8. CONCLUSIONES.

Por todas estas razones, se considera que el proyecto de norma [1] es una propuesta: mal dirigida (desenfocada en su objetivo), pésimamente redactada, insuficiente, pobremente sustentada y errónea. En virtud de lo cual recomendamos no trabajar más en intentar corregirla o enmendarla y mejor encaminar estos esfuerzos a elaborar un proyecto enteramente distinto que considere los siguientes puntos:

1. Adecuación a normas y recomendaciones internacionales.
2. Definición de políticas generales aplicables.
3. Creación de un Comité de Investigación en Ruido Urbano, para fundamentar científicamente todas las acciones de control.
4. Definición clara sobre la estrategia de control para definir: métodos de medición, límites de nivel de ruido, horarios de medición, etc.
5. Tener en cuenta a los grupos vulnerables.
6. Jerarquizar penalizaciones de acuerdo a los efectos de la exposición al ruido.
7. Establecer una zonificación del ruido mas clara y acorde con características urbanas de la ciudad.
8. Establecer una regulación sobre reducción acústica en viviendas y otros tipos de regulación (comercialización, publicidad, etc)

9. NOTA FINAL.

Todas las consideraciones mencionadas, se establecieron considerando el documento del proyecto de norma, que se nos hizo llegar en la reunión del 3 de Febrero de 2003.

10. REFERENCIAS.

- [1] PROY-NADF-005 AMBT-2002, (Proyecto) Norma que Establece los Requisitos, Especificaciones, Método de Medición y los Límites Máximos Permisibles de Emisión de Ruido que Deberán Cumplir los Responsables de Fuentes Fijas en el Distrito Federal.
- [2] Dietrich H. Schwela "The New World Health Organization Guidelines for Community Noise" Noise Control Eng. J. vol 49(4), 193-198, 2001.
- [3] Miyara F. "Pautas para una Ordenanza sobre Ruido Urbano". 1er. Congreso Argentino sobre Calidad de Vida Urbana. Rosario Argentina, Nov. 1997. Puede hallarse en INTERNET en: <http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/~acustica/biblio/ordean1.htm>
- [4] Lang W. W. "Is Noise Policy a Global Issue, or is it a Local Issue" Noise Control Eng. J. vol 49(4), 155-158, 2001.
- [5] Berglund B., Lindavall T., Schwela H.D. "Community Noise" Archives of the Center for Sensory Research; Vol 2 (1), Stockoholm University and Karolinska Institute, 1995, Capítulo 5 Noise Management.
- [6] WHO, Internet Edition of the Guidelines for Community Noise. Berglund B., Lindavall T., Schwela H.D. World Health Organization, Geneva, www.who.int/peh (1999).
- [7] Beranek L.L Noise and Vibration Control. Revised Edition. Published by The Institute of Noise Control Engineering. Washington, D.C. 1988.
- [8] Ruíz-Boullosa R., Pérez-Ruiz, S. J. "An Exploratory Study of Community Noise Levels in Mexico City" Applied Acoustics, Vol. 22, No. 4, 271-280, 1987.
- [9] NOM-081-ECOL-1994. Norma Oficial Mexicana que Establece los Límites Máximos Permisibles de Emisión de Ruido de las Fuentes Fijas y su Método de Medición.
- [10] ISO 1999:1990 (E) "Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise induced hearing impairment". International Organization for Standardization, Geneva, Suiza, 1990.
- [11] AAP 1997 Noise: A hazard for the fetus and newborn. American Academy of Pediatrics. Committee on Environmental Health. Pediatrics 100: 724-27. Puede hallarse en INTERNET en: <http://www.aap.org/policy/re9728.html>
- [12] ISO 140 I, II, III "Measurements of Sound Insulation in Buildings and Building Elements" International Organization for Standardization, Geneva, Suiza, 1978.
- [13] ISO 140 V "Measurements of Sound Insulation in Buildings and Building Elements. Part V Field Measurements of Airborne Sound Insulation of Façade Elements and Facades" International Organization for Standardization, Geneva, Suiza, 1978.
- [14] Smirenov V.D. "A Quick Method of Estimating Sound Insulation" Applied Acoustics Vol 40, 79-87, 1993.
- [15] Ray E. F. "Measurement Uncertainty in Conducting Environmental Sound Level Measurements" Noise Control Eng. J. vol 48(1) ,8-15, 2000.

11. BIBLIOGRAFIA.

- T. J. Schultz. Community Noise Rating 2nd edition. Applied Science Publishers, 1982.
- G. Bugliarello, A. Alexandre, J. Barnes, C. Wastein The impact of Noise Pollution. A socio-technological Introduction. Pergamon Press In