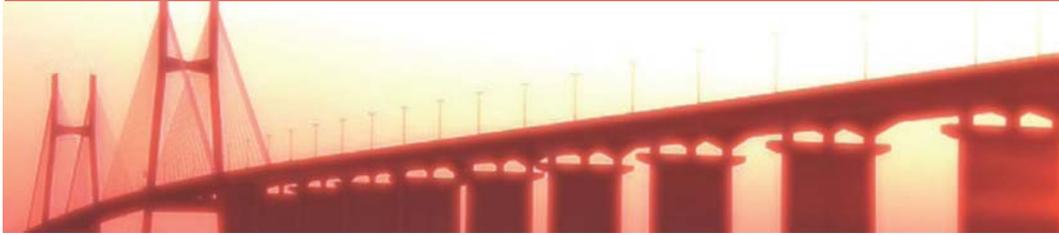


PRIMERAS JORNADAS REGIONALES DE ACÚSTICA AdAA 2009

19 y 20 de noviembre de 2009, Rosario, Argentina



AdAA2009-A033R

Aplicaciones de la Norma IRAM 4062 a ruidos molestos de muy bajo nivel

Federico Miyara ^(a)

(a) Laboratorio de Acústica y Electroacústica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario. Riobamba 245 bis, 2000 Rosario, Argentina. E-mail: fmiyara@fceia.unr.edu.ar

Abstract

Frequently there are complaints regarding some noise that does not violate the local noise ordinance in spite of being indeed disturbing. In this paper an approach is introduced that may help circumventing this problem. The IRAM 4062 Standard, which uses a differential criterion to decide whether a noise is disturbing, is combined with non-quantitative criteria such as the one contained in the Civil Code of the Republic of Argentine, which prohibits the emission of any noise that exceeds normal tolerance.

Resumen

Se describe la aplicación de la Norma IRAM 4062 sobre ruidos molestos al vecindario en combinación con criterios no cuantitativos como el del artículo N° 2618 del Código Civil de la República Argentina, referido a ruidos que superan la normal tolerancia, para el caso de ruidos de bajo nivel en un contexto de ruido ambiente de muy bajo nivel. De esta forma se aporta un método para objetivar un criterio aparentemente subjetivo mediante un criterio de decisión comparativo en lugar de absoluto, como el que se adopta en muchas ordenanzas municipales sobre ruido.

1 Introducción

Normalmente se asocian los casos de molestias por ruido a situaciones en las que los niveles sonoros son relativamente altos (Schultz, 1978; Berglund et al., 1995, 2000; Miedema et al., 1998). Sin embargo, muchas personas experimentan molestias ante ruidos de nivel tan bajo que no alcanzan a superar los límites estipulados en las ordenanzas destinadas al control de ruidos molestos. Existen evidencias experimentales de que determinados efectos del ruido no dependen esencialmente del nivel sino de otros aspectos cualitativos. Un ejemplo de ello lo constituye el caso del habla irrelevante, es decir, una comunicación verbal entre personas ajenas (Jones, 1990).

Otra situación muy común es la de un ruido de bajo nivel que se presenta en un contexto de ruido de fondo de muy bajo nivel. En la legislación de aplicación directa estos casos no suelen estar contemplados y sin embargo son susceptibles de causar molestias importantes.

Una posible solución es aprovechar la Norma IRAM 4062, que utiliza un criterio diferencial en lugar de absoluto para establecer el límite a partir del cual el ruido es considerado molesto. Aunque en algunas jurisdicciones la legislación local adopta explícitamente dicha norma como criterio para evaluar el ruido, en general ello no sucede. En tales casos esta norma puede utilizarse en conjunción con lo dispuesto en el artículo N° 2618 del Código Civil de la República Argentina, que prohíbe los ruidos que superan la *normal tolerancia*. Es cierto que el concepto de normal tolerancia es difícil de precisar (Weinstein, 1978, 1980; Job, 1999; Zimmer et al. 1999; Martinportugués, 2003), pero la Norma IRAM 4062 es un criterio que puede considerarse válido y es además objetivo, liberando a peritos y jueces del peligro de la subjetividad al informar y juzgar respectivamente.

2 Criterios para evaluación del ruido

El ruido puede evaluarse desde diversos puntos de vista: según el riesgo de sufrir daño auditivo (IRAM 4079; ISO 1999; Miyara, 1998, 2000), según la molestia que puede ocasionar (IRAM 4062, Ordenanza N° 46542), según la interferencia con las actividades (Jones, 1990), etc. En este trabajo interesan los criterios sobre molestia. Estos criterios pueden ser cuantitativos y cualitativos. Los criterios cuantitativos se basan en general en mediciones o en conteo de eventos (por ejemplo, la cantidad de picos en un determinado periodo de tiempo). Tienen la ventaja de ser objetivos y permiten una decisión basada en valores límite. Los criterios cualitativos se basan en valoraciones subjetivas tales como “molesto” o “innecesario” o que “excede la normal tolerancia”.

Los criterios cuantitativos establecen límites para la aceptabilidad de un determinado ruido. Estos límites en general dependen del tipo de fuente, del ámbito de percepción, del horario y de la circunstancia. En cuanto al tipo de fuente se tienen, por ejemplo, fuentes móviles (vehículos), o fuentes fijas (maquinarias, equipos e instalaciones industriales o comerciales). En lo que respecta al ámbito de percepción, se suelen distinguir, en orden creciente de permisividad, ámbitos hospitalarios, escolares, residenciales, comerciales e industriales. En lo relativo a horarios y circunstancias podemos tener horario diurno, vespertino (o de descanso) y nocturno, que pueden variar sus exigencias en días especiales tales como fines de semana o feriados. Algunos de estos criterios pueden hallarse en la mayoría de las ordenanzas municipales (por ejemplo Ordenanza N° 46542 de Rosario) o en las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (Berglund et al., 1995; Berglund et al. 2000). Estos criterios son absolutos, es decir son límites taxativos: si se exceden el ruido es inaceptable y si no se exceden es aceptable.

Otro tipo de criterio cuantitativo lo constituyen las relaciones dosis-respuesta (Schultz, 1998; Miedema et al., 1998). Son curvas que vinculan el nivel día-noche (promedio ponderado de los niveles medidos a lo largo de las 24 horas penalizando con un incremento de 10 dBA a los valores nocturnos) a largo plazo con el porcentaje de personas que manifiestan determinado grado de molestia, por ejemplo los porcentajes de personas altamente molestas, medianamente molestas, etc. Éstos se utilizan, en general, para la realización de estudios de impacto acústico de una obra vial o un aeropuerto, ya que en general están mejor estudiados para el caso del transporte. Podrían utilizarse, aunque no es habitual, para establecer límites absolutos con base en el grado tolerable de conflictividad.

Un tercer tipo de criterios son los criterios diferenciales. En éstos no hay un límite fijo según la circunstancia sino un límite para la diferencia entre el ruido causado por una fuente cuestionada y el ruido de fondo existente en el lugar receptor (es decir, el ruido en ausencia de otras fuentes). La Norma IRAM 4062 comentada en la sección siguiente, se inscribe en este tipo de enfoque.

3 Norma IRAM 4062

La Norma IRAM 4062 establece un criterio para determinar si el ruido causado por determinada fuente no asociada al tránsito vehicular es *molesto* o *no molesto*. Para ello se miden, de acuerdo con ciertas pautas detalladas en sus cláusulas, tanto el nivel equivalente del ruido presuntamente molesto, L_{Aeq} , como el nivel equivalente del ruido de fondo, L_f , definido como el ruido existente en ausencia del ruido bajo estudio.

El nivel medido no se utiliza directamente sino que se le suma un término de corrección K que tiene en cuenta eventuales características del ruido que lo hacen más molesto, obteniéndose el denominado *nivel de evaluación*, L_E :

$$L_E = L_{Aeq} + K. \quad (1)$$

Así, $K = +5$ dBA en el caso de ruidos con carácter tonal o impulsivo (o la conjunción de ambos), y $K = 0$ dBA en otros casos. La razón de ello es que los ruidos tonales o impulsivos han demostrado ser más molestos que los ruidos estacionarios y de espectro suave, a igual nivel ponderado A. Es de destacar que si bien la edición vigente (2001) no contempla ruidos de baja frecuencia, está en agenda en el IRAM una revisión que incorpore una corrección por contenido de baja frecuencia.

El procedimiento estipula que se debe comparar el nivel de evaluación así obtenido con el ruido de fondo. Si

$$L_E - L_f \geq 8 \text{ dBA}, \quad (2)$$

el ruido se califica como *molesto*. En caso contrario, es *no molesto*.

Existen casos en los que el ruido de fondo no puede medirse por imposibilidad de interrumpir la fuente. En este caso la Norma prescribe su reemplazo por un *nivel calculado*. Este nivel calculado depende de varios factores concurrentes, tales como horario, zona y ubicación en la finca, y pretende representar el nivel de fondo esperable en tales circunstancias.

El nivel calculado no sólo se utiliza cuando no es posible medir el ruido de fondo real, sino que cuando el ruido de fondo puede medirse pero supera al valor calculado prevalece este último a los efectos de la comparación dada en la inecuación (2).

Esta dualidad en el nivel de comparación conlleva el riesgo de ciertas inconsistencias que han sido puntualizadas anteriormente (Miyara, 2000). Particularmente, se presenta una dificultad ante la presencia de más de una fuente importante, ya que el ruido de fondo para cada una de ellas incluye a la otra, que podría estar alterando significativamente el ruido de fondo inherente a las fuentes lejanas. Tales inconsistencias no se presentan cuando el ruido de fondo corresponde a un ruido ambiental sin fuentes cercanas predominantes, que es el caso de interés en este trabajo

4 Código Civil de la República Argentina

El Código Civil de la República Argentina estipula, en su artículo 2618, que “las molestias que ocasionen el humo, calor, olores, luminosidad, ruidos, vibraciones o daños similares por el ejercicio de actividades en inmuebles vecinos no deben exceder la normal tolerancia teniendo en cuenta las condiciones del lugar y aunque mediare autorización administrativa para aquéllas”.

Es interesante destacar que la última aclaración da prioridad a este artículo por sobre las disposiciones administrativas locales, entre ellas cualquier ordenanza sobre ruido basada en límites absolutos. En efecto, si una fuente de ruido ubicada en una propiedad produce en un inmueble vecino un nivel de ruido inferior al límite absoluto establecido por la ordenanza respectiva (y se cumplen además todas las otras condiciones exigibles por las disposiciones regulatorias), la actividad podría ser autorizada. Sin embargo, bastaría verificar que ese ruido supera la normal tolerancia para demostrar que la actividad está en contravención con el Código Civil.

El citado artículo prosigue indicando que “según las circunstancias del caso, los jueces pueden disponer la indemnización de los daños o la cesación de las molestias”.

También es posible recurrir al artículo 1113 del mismo Código Civil, que responsabiliza al dueño de una “cosa” frente a los daños que dicha cosa haya causado y, simultáneamente, define el concepto de “cosa” en el artículo 2311, incluyendo expresamente las formas de energía, y aquí cabe señalar que el sonido y, por consiguiente, el ruido, es una forma de energía (al margen de la posibilidad de considerar como “cosa” a los equipos causantes del ruido).

En algunas jurisdicciones existen otros instrumentos jurídicos que adoptan un criterio similar. Por ejemplo, el Código de Faltas de la Provincia de Santa Fe (Ley Provincial N° 10.703/91), en su artículo 65, estipula que “el que con ruidos o sonidos de cualquier especie o ejercitando un oficio ruidoso provocare molestias que excedieran la normal tolerancia, será reprimido con arresto de hasta cinco días o multa hasta medio jus. Igual pena se impondrá a quien con fines de propaganda molestore al vecindario con ruidos, voces o sonidos estridentes”. Mientras que el código Civil estipula una compensación económica o la recomposición de la situación (cese de las molestias), el Código de Faltas impone penalidades al contaminador.

5 Estudio de casos

5.1 Vivienda lindera a un hotel

El primer caso a analizar es el de una vivienda en el quinto piso de un edificio de propiedad horizontal de la ciudad de Rosario lindero, medianera por medio, con un hotel. La fuente de ruido cuestionada era un equipo de aire acondicionado central de grandes proporciones, incluyendo una caldera y su maquinaria e instalaciones asociadas.

Las instalaciones, ubicadas en la azotea del hotel (descrita como 4to piso por los responsables del establecimiento), constan de una sala principal grande y una sala

complementaria más pequeña. En la sala principal se encuentran dos máquinas de enfriamiento de agua para su circulación por los conductos que la llevan a los puntos a acondicionar. Son dos enfriadoras, cada una con dos compresores, cuya operación está controlada electrónicamente según la demanda. En el momento de las mediciones sólo funcionaba una. También funcionaba en la sala principal la turbina del sistema de extracción de aire de la cocina, con motor 5 kW, sin aislamiento de vibraciones.

La sala secundaria se encuentra separada con doble pared de la medianera pero la separación es exigua (menos de 10 cm) y carece de desvinculación estructural en la base. En ella se encuentran los equipos de bombeo de agua fría y agua caliente y la caldera a gas de calentamiento de agua, la cual no contaba con trampa para burbujas instalada al momento de efectuarse la pericia. De acuerdo a lo indicado por los responsables del Hotel, hay un solo circuito de agua, determinándose si suministra agua caliente o fría según la función que la temperatura ambiente reinante requiera.

Si bien los equipos se encontraban montados sobre suspensiones elásticas antivibratorias y los conductos de entrada y salida de agua, desacoplados mecánicamente mediante juntas de expansión, según pudo observarse, dichos tratamientos resultan insuficientes. En efecto, sin haber efectuado mediciones vibrométricas se percibían al tacto vibraciones importantes luego de los mencionados elementos. Los apoyos antivibratorios de los equipos más pequeños (los de bombeo) eran simplemente almohadillas de goma ranuradas, las cuales resultan insuficientes además de exhibir un desgaste que reduce su efectividad. Los conductos, por otra parte, ingresaban a la estructura principal del edificio en forma rígida, sin desacoplamiento.

Se efectuaron mediciones en varios puntos del domicilio afectado. A los efectos de determinar una cota para el ruido de fondo, dado que fue imposible detener los equipos, se procedió a medir el ruido en un ambiente similar menos expuesto. En todos los casos se trabajó con la ventana cerrada, ya que el ruido a evaluar se transmitía por la estructura.

Como el ruido registrado no tenía componentes tonales ni impulsivas, el nivel de evaluación coincide con el valor medido, que resultó ser de 42,1 dBA, en tanto el ruido de fondo, obtenido como el nivel estadístico L_{90} (nivel superado un 90 % del tiempo), resultó ser de 31,3 dBA. Por consiguiente:

$$42,1 \text{ dBA} - 31,3 \text{ dBA} = 10,8 \text{ dBA} > 8 \text{ dBA.} \quad (3)$$

Por consiguiente, el ruido resulta *molesto* según la Norma IRAM 4062 y, de acuerdo con la tesis expuesta en este trabajo, supera la normal tolerancia. Por lo tanto, la fuente de ruido está en contravención con lo que prescribe el Código Civil.

Es interesante notar que el nivel absoluto del ruido, es decir 42,1 dBA, es inferior al límite que exige la Ordenanza N° 46542 vigente en Rosario para el ámbito de percepción (vivienda) y el horario (diurno) en que se hizo la evaluación, es decir 55 dBA, por lo que el ruido en cuestión no contraviene dicha Ordenanza. Estamos ante un caso en el que la normativa local no da respuesta ante un ruido que es objetivamente molesto (por aplicación de la Norma IRAM 4062) pero es de bajo nivel.

La razón por la que resulta molesto es que el ruido de fondo en el ambiente receptor es extremadamente bajo.

5.2 Vivienda lindera a un gran supermercado

El segundo caso a analizar es el de una vivienda de arquitectura tradicional cuyo dormitorio principal tiene sus ventanas mirando prácticamente hacia un centro de manzana

(figura 1). Debido al tipo de construcción y a la ubicación del ambiente afectado, el ruido de fondo es extremadamente bajo, especialmente en horario nocturno, que es cuando se efectuaron las mediciones.

El problema se originaba en la existencia de varios refrigeradores del otro lado de la pared medianera con el supermercado, que operan intermitentemente las 24 horas del día provocando ruidos de motores y otros elementos que trascienden a la vivienda donde se hicieron las mediciones. Los refrigeradores pertenecen a góndolas exhibidoras de alimentos perecederos que requieren cadena de frío permanente.

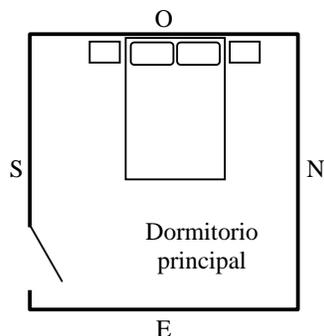


Figura 1. Diagrama esquemático del dormitorio. El lado norte (N) de la habitación tiene ventanas que dan a un patio próximo al centro de manzana. El lado oeste (O) es la medianera con el supermercado.

El ruido era, además, tonal y si bien su frecuencia no era siempre la misma, dado que los motores de los refrigeradores son asincrónicos, en cada instante se podía percibir una combinación de ruidos tonales de banda angosta. El carácter tonal de estos ruidos era claramente perceptible, pero un análisis de espectro por tercios de octava utilizando las frecuencias centrales normalizadas no permitía aplicar el criterio que se detalla en la Norma IRAM 4062. El mismo requiere que exista una banda de tercio de octava que excede en 5 dB o más a las bandas contiguas. Hecho un análisis de espectro más detallado (figura 2) por Transformada Rápida de Fourier (FFT) se pudo comprobar que los tonos puros que constituían el ruido estudiado se encontraban prácticamente en el límite de dos bandas contiguas, por lo tanto aportaban similares energías sonoras a ambas. Según se puede apreciar en la porción del espectro marcada en rojo, existen unos picos importantes en la región central, abarcando desde los 550 Hz hasta los 700 Hz aproximadamente. Se procedió, entonces, a hacer un análisis por software usando bandas de tercio de octava centradas en frecuencias no normalizadas, a saber, 472 Hz, 595 Hz y 749 Hz, resultando bandas entre 420 Hz y 530 Hz, entre 530 Hz y 667 Hz y entre 667 Hz y 841 Hz respectivamente. Debe señalarse que la Norma sólo menciona bandas de tercio de octava, sin especificar si las mismas deben estar o no centradas en las frecuencias normalizadas, por lo que el procedimiento puede considerarse válido. Por otra parte, es lógico que así sea, dado que el criterio no puede depender de una cuestión puramente convencional como la selección de las frecuencias de tercio de octava.

Efectuado el análisis se obtuvieron los valores respectivos 17,8 dB, 26,4 dB y 18,8 dB respectivamente. El valor central excede a los contiguos en 8,6 dB y 7,6 dB respectivamente, con lo cual el ruido tiene, tal como sugería su percepción, carácter tonal.

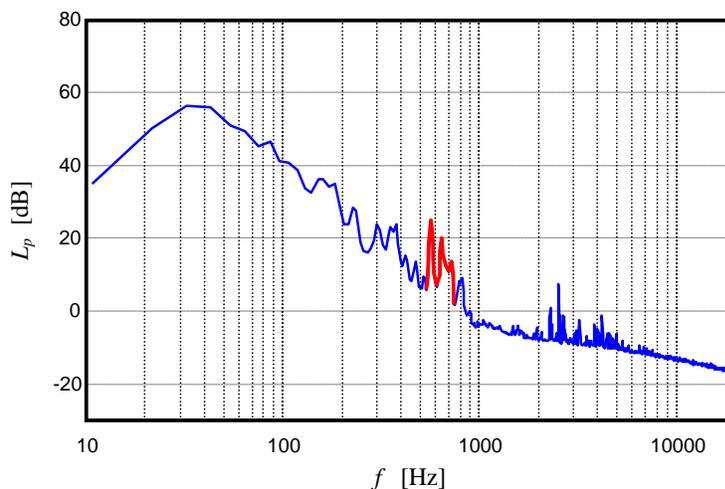


Figura 2. Espectro del ruido en el dormitorio principal (FFT con 4096 puntos, tasa de muestreo de 44100 Hz y ventana de Blackman).

El nivel equivalente del ruido medido con los refrigeradores en funcionamiento resultó de 32,5 dBA, por lo cual el nivel de evaluación teniendo en cuenta el carácter tonal es

$$L_E = 32,5 \text{ dBA} + 5 \text{ dBA} = 37,2 \text{ dBA} \quad (4)$$

El ruido de fondo en este caso se pudo medir ya que se solicitó al responsable técnico del supermercado durante la pericia que apagara los equipos durante algunos minutos. Resultó de 25,5 dBA. Como se puede apreciar, el ruido es extremadamente bajo. En otra determinación posterior se llegó a medir 23 dBA. Ello obedece a la conjunción de varios factores: arquitectura y ubicación del inmueble, ubicación del ambiente estudiado, y horario. Dado que

$$37,2 \text{ dBA} - 25,5 \text{ dBA} = 11,7 \text{ dBA} > 8 \text{ dBA}, \quad (5)$$

se concluye que el ruido es molesto, a pesar de que el nivel del ruido analizado está claramente por debajo de los 45 dBA que exige como límite la Ordenanza N° 46542. Por consiguiente, el supermercado estaba en contravención con lo estipulado por el artículo N° 2618 del Código Civil.

6 Conclusiones

Se ha expuesto un criterio que permite demostrar, a los efectos jurídicos, que un ruido de muy bajo nivel que no llega a superar el límite de carácter absoluto que exige la legislación local puede ser molesto y, por lo tanto, superar la normal tolerancia. Si bien el método utiliza la Norma IRAM 4062 de origen argentino, existen otros ejemplos, como la norma británica BS 4142, que explora similar criterio diferencial. Aunque todos los casos estudiados hasta el momento tuvieron resolución extrajudicial, la aplicación sistemática de este tipo de criterio podría en el futuro sentar jurisprudencia, lo cual sería de gran importancia para el tratamiento de casos de ruidos molestos de muy bajo nivel que eluden otro tipo de enfoque.

Referencias

- Berglund, B.; Lindvall, T.: "Community Noise", Archives of the Center for Sensory Research, Vol 2, Issue 1, 1995. Stockholm University and Karolinska Institute.
- Berglund, Birgitta; Lindvall, Thomas; Schwela, Dietrich; Goh, Kee-Tai: "Guidelines for Community Noise". World Health Organization. Geneva, 2000.
- "Código Civil de la República Argentina". Editorial Zavalía. Buenos Aires, 1996.
- BS 4142 : 1990 Method for Rating industrial noise affecting mixed residential and industrial areas.
- IRAM 4062:2001 Ruidos molestos al vecindario. Método de medición y clasificación
- ISO 1999:1990 Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment
- Job, R.F.S., "Noise sensitivity as a factor influencing human reactions to noise". Noise and health, 3, p. 57-68, 1999
- Jones, D.M.; Miles, C.; Page, J. "Disruption of proofreading by irrelevant speech: effects of attention, arousal or memory?" Applied Cognitive Psychology, Vol. 4, pp. 89-108 (1990)
- "Ley N° 10.703/91 Código de Faltas de la Provincia de Santa Fe". Boletín Oficial, Santa Fe, 1991. Editorial Panamericana.
- Martinportugués Goyenechea, Clara. "Contrastación de la escala de Zimmer y Ellermeier para la evaluación de la sensibilidad al ruido en una población española". Tecnicústica 2003, Bilbao.
- Miedema, H.M.E.; Vos, H.: "Exposure-response relations for transportation noise". Journal of the Acoustical Society of America 104 (6), December. 1998.
- Miyara, Federico. "Estimación del Riesgo Auditivo mediante la Norma ISO 1999". Tutorial. Segundas Jornadas Internacionales Multidisciplinarias sobre Violencia Acústica, Rosario, Argentina, octubre de 1998.
- Miyara, Federico. "Propuestas para el mejoramiento de la Norma IRAM 4062 sobre ruidos molestos al vecindario". Terceras Jornadas Internacionales Multidisciplinarias Sobre Violencia Acústica. Rosario, Argentina, 29 y 30 de Septiembre de 2000. Publicado en CD Jornadas Internacionales Multidisciplinarias sobre Violencia Acústica. ASOLOFAL. Rosario, 2000.
- "Ordenanza N° 46542 sobre Ruidos Innecesarios y Excesivos". Municipalidad de Rosario, Argentina, 1972. Internet: <http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/46542.htm>
- Schultz, T. J.: "Synthesis of social surveys on noise annoyance". Journal of the Acoustical Society of America 64 (2), Aug. 1978.
- Weinstein, Neil D. "Individual Differences in Reactions to Noise: A longitudinal Study in a College Dormitory". Journal of Applied Psychology 1978, Vol. 63, No 4, pp. 458-466
- Weinstein, N.D. "Individual differences in critical tendencies and noise annoyance". Journal of Sound and Vibration 68, 241-248 (1980).
- Zimmer, Karin, Ellermeier, Wolfgang "Psychometric properties of four measures of noise sensitivity: A comparison". Journal of Environmental Psychology. (1999) 19, 295-302