

Ruido: Efectos Sobre la Salud y Criterio de su Evaluación al Interior de Recintos

ROOM NOISE: EFFECTS ON HEALTH AND EVALUATION CRITERIA

Juan Rodrigo Chávez Miranda

1. Ingeniero Acústico. Licenciado en Ciencias de la Ingeniería. Asociación Chilena de Seguridad.

RESUMEN

El ruido es considerado por los habitantes de las grandes ciudades un factor medioambiental muy importante, que interviene en su calidad de vida. La causa principal de la contaminación acústica es la actividad humana; factores tales como el crecimiento de la población y de las ciudades, el tráfico, los aviones, la construcción de edificios y obras públicas, la actividad industrial, entre otras, aumentan los niveles de ruido ambiental, deteriorando la calidad de vida y salud de las personas.

Las pérdidas de audición producidas por el ruido constituyen los efectos más conocidos de éste sobre la salud humana; sin embargo, éste causa más trastornos de los que podemos imaginar, pero se subestiman o ignoran muchos de sus efectos.

En relación con lo anterior, el presente artículo corresponde a una revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos y psicológicos que el ruido puede producir en el ser humano, además de la proposición de un criterio ampliamente aceptado, curvas NCB, para la evaluación de ruido al interior de recintos según el tipo de ocupación.

(Chávez J. 2006. Ruido: Efectos sobre la salud y Criterio de su Evaluación al Interior de Recintos. Cienc Trab. abr-jun; 8(20):42-46).

Descriptor: RUIDO/EFFECTOS ADVERSOS, EFECTOS DEL RUIDO, RUIDO OCUPACIONAL, CONTAMINACIÓN SONORA.

ABSTRACT

Noise is regarded by big cities inhabitants as a very important environmental factor that impacts on their quality of life. The main cause of acoustic pollution is human activity, factors such as population and cities growth, traffic, aircraft, construction of building and public works, industrial activity, inter alia, increase environment noise, deteriorating quality of life and health of people.

Hearing loss resulting from noise is the best known effect on human health, however it causes more disorders than imagined, but many of their effects are subestimated or ignored.

With regard to the above, this article is a bibliographical review of the physiological and psychological effects that noise can produce on persons, also it is a proposal of a widely accepted criterion, NCB curves, for the evaluation of room noise according to type of occupation.

Descriptors: NOISE/ADVERSE EFFECTS; NOISE EFFECTS; NOISE, OCCUPATIONAL; SOUND CONTAMINATION

INTRODUCCIÓN

La Contaminación Acústica es un problema actual; sin embargo, no podemos considerarlo como nuevo. Desde hace casi 2000 años se conoce que la exposición a ruidos intensos produce pérdida auditiva. Plinio el Viejo, naturista y escritor romano, en su Historia Natural describió la sordera de los pobladores próximos a las cascadas del río Nilo. Respecto a los antecedentes históricos sobre legislación en ruido, éstos se remontan al año 600 AC, ya que es en la ciudad griega de Sibaris en donde se promueve la primera normalización frente a la contaminación acústica, la cual prohibía la posesión de gallos por la posible perturbación del descanso nocturno de los ciudadanos, y la resi-

dencia dentro de la ciudad de herreros, y todo tipo de oficio que se considerase como ruidoso, obligándose a residir fuera de ella (Tolosa 2003).

Como vemos, el ruido ha existido desde la antigüedad, pero es a partir del siglo XIX, como consecuencia de la Revolución Industrial, del desarrollo de nuevos medios de transporte y del crecimiento de las ciudades, cuando comienza a aparecer el problema de la contaminación acústica urbana y con ello una múltiple fuente de trastornos con efectos fisiológicos, psicológicos, económicos y sociales, actualmente subestimados o ignorados (Wang y Chang 2005).

1. EFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD

Malestar

Es tal vez el efecto más común del ruido sobre las personas y la causa inmediata de la mayor parte de las quejas.

La sensación de malestar procede no sólo de la interferencia con la actividad en curso o con el reposo sino también de otras sensaciones, menos definidas pero a veces muy intensas, de estar siendo perturbado. Las personas afectadas hablan de intranquilidad, inquietud, desasosiego, depresión, desamparo, ansiedad o rabia. Todo ello contrasta con la definición de "salud" dada por

Correspondencia / Correspondence

Juan Rodrigo Chávez Miranda

Gerencia de Prevención, Asociación Chilena de Seguridad

Vicuña Mackenna 152, Providencia

Tel.: (56-2) 685 2829 • Fax: (56-2) 6852052

e-mail: jchavez@achs.cl

Recibido: 17 de mayo de 2006 / Aceptado: 31 de mayo de 2006

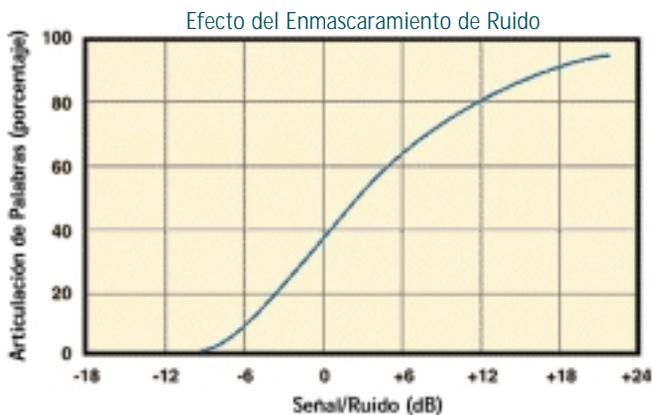
la Organización Mundial de la Salud: “Un estado de completo bienestar físico, mental y social, no la mera ausencia de enfermedad” (Pereira et al. 2002).

El nivel de malestar no varía solamente en función de la intensidad del ruido y de otras características físicas del mismo que son menos objetivables (ruidos “chirriantes”, “estridentes”, etc.) sino también de factores tales como miedos asociados a la fuente del ruido, o el grado de legitimación que el afectado atribuya a la misma. Si el ruido es intermitente influyen también la intensidad máxima de cada episodio y el número de éstos (Hansen 1996, Pereira 2002).

Durante el día se suele experimentar malestar moderado a partir de los 50 dB(A), y fuerte a partir de los 55 dB(A). En el periodo nocturno, en estado de vigilia, estas cifras disminuyen en 5 ó 10 dB(A) (Tolosa 2003).

Interferencia con la Comunicación

El nivel de presión sonora que genera una conversación moderada, a un metro del locutor, es entre 50 dB(A) y 55 dB(A). Hablando a gritos se puede alcanzar a 75 dB(A) u 80 dB(A). Por otro lado, para que un mensaje oral posea una inteligibilidad del 80% se requiere que éste supere en alrededor de 12 dBA al ruido de fondo (Meyer Sound 2006).



Por lo tanto, un ruido de fondo con niveles superiores a 40 dB(A) provocará dificultades en la comunicación oral que sólo podrán resolverse, parcialmente, elevando el tono de voz. A partir de 65 dB(A) de ruido, la conversación se torna extremadamente difícil. Un caso de mucha importancia hoy en día es el que se presenta al interior de las salas de clases. En establecimientos educacionales cercanos a vías con un alto tránsito vehicular, aeropuertos o zonas industriales, se ha detectado un retraso en el aprendizaje de la lectura. Para lograr una buena comunicación entre el profesor y los alumnos, es básico que el ruido de fondo no supere los 55 dB(A); sin embargo, este nivel suele ser superado ampliamente (colegios ubicados en el centro de la capital están expuestos a 60 dB(A) y, en algunos casos, a 70 dB(A)), dificultando la comprensión, aumenta la falta de concentración y la baja en el rendimiento de los alumnos, además del desgaste de las cuerdas vocales, sordera por exposición acumulativa al ruido y síntomas relacionados con el estrés, la irritabilidad, pérdida de concentración y fatiga en los profesores (Lacaste 2005).

Pérdida de atención, de concentración y de rendimiento

Es evidente que cuando la realización de una tarea necesita la

utilización de señales acústicas, el ruido de fondo puede enmascarar estas señales o interferir con su percepción. Por otra parte, un ruido repentino producirá distracciones que reducirán el rendimiento en muchos tipos de trabajos, especialmente en aquellos que exijan un cierto nivel de concentración. En ambos casos se afectará la realización de la tarea, apareciendo errores y disminuyendo la calidad y cantidad del producto de la misma.

Algunos accidentes, tanto laborales como de tránsito, pueden ocurrir debido a este efecto.

En ciertos casos las consecuencias serán duraderas, por ejemplo, los niños sometidos a altos niveles de ruido durante su edad escolar no sólo aprenden a leer con mayor dificultad sino que también tienden a alcanzar grados inferiores de dominio de la lectura (Tolosa 2003).

En Base a Trastornos del Sueño

Se pueden clasificar los efectos del ruido sobre el sueño en tres grupos principales, según su momento de aparición. En primer lugar, el ruido puede producir interferencias sobre el mecanismo normal del sueño en términos de dificultad para su inicio, alteraciones del patrón o intensidad del sueño e interrupciones del mismo. Este conjunto de efectos se denominan alteraciones primarias del sueño. Se incluyen también otros efectos primarios de naturaleza nerviosa vegetativa que se manifiestan durante el sueño con exposición a ruido, tales como aumento de la presión arterial, aumento del ritmo cardiaco, arritmia cardiaca, vasoconstricción, cambios en la frecuencia respiratoria y movimientos corporales. Los efectos que aparecen la mañana o el día después de la exposición al ruido durante el sueño se denominan alteraciones secundarias, e incluyen reducción en la calidad percibida del sueño, fatiga, modificaciones del carácter y el comportamiento y alteración del bienestar y de la actividad general. Por último, se ha señalado también la posible existencia de efectos a largo plazo, menos conocidos, que pueden manifestarse después de largos periodos de exposición al ruido durante el sueño. Potencialmente, los efectos de la alteración del sueño por el ruido pueden dar lugar gradualmente a la aparición de enfermedades funcionales que con el tiempo pueden llegar a establecerse como enfermedades orgánicas progresivas e irreversibles. En relación con todo ello, se ha recomendado que durante la noche los niveles sonoros equivalentes (Leq) exteriores no deben sobrepasar los 45 dBA (García 2002).

Pérdida de Capacidad Auditiva

Las pérdidas de audición producidas por el ruido constituyen los efectos más conocidos de éste sobre la salud humana.

Todos hemos experimentado una sensación de “sordera” o “taponamiento de oídos” después de una exposición a niveles sonoros excesivamente elevados: por ejemplo, a la salida de un espectáculo deportivo o de una discoteca. Esa sensación, sin embargo, desaparece en poco tiempo y recuperamos nuestra capacidad auditiva normal al cabo de algunas horas. A este fenómeno se le ha denominado “desplazamiento temporal del umbral auditivo” y, como se ha señalado, es totalmente reversible en poco tiempo. El problema se produce cuando la exposición a esos niveles sonoros excesivos se repite de manera que el oído no puede descansar, es decir, no tiene tiempo de recuperarse entre una exposición y la siguiente. Si esta situación se mantiene durante un tiempo prolongado, generalmente del orden de años, llega a aparecer una lesión irreversible en el oído, lo que se denomina

“desplazamiento permanente del umbral auditivo” o hipoacusia producida por el ruido. El riesgo de daño auditivo se considera existente a partir de exposiciones mantenidas a niveles por encima de 75 dB(A) (García 2002).

Como se señaló anteriormente, en el desplazamiento temporal del umbral auditivo aún no hay lesión. La recuperación es normalmente casi completa al cabo de dos horas y completa a las 16 horas de cesar el ruido, si se permanece en un estado de confort acústico (menos de 50 dB(A) en vigilia o de 30 dB(A) durante el sueño).

“La música alta de las discotecas puede ser una amenaza para nuestra capacidad de audición. Después de haber pasado toda la noche en una discoteca suele ser común experimentar un zumbido en los oídos u otros problemas auditivos. De hecho, hasta un 82 por ciento de las personas que han estado en una discoteca con mucho ruido experimenta desplazamientos del umbral auditivo y nota cómo su capacidad de audición se ha deteriorado. Y un 76 por ciento de las personas que acuden a discotecas menos ruidosas también experimenta síntomas similares” (Tin y Lim 2000).

El “desplazamiento permanente del umbral auditivo” o hipoacusia está producida, por exposiciones prolongadas a niveles superiores a 75 dBA, por sonidos de corta duración de más de 110 dBA, o bien, por acumulación de fatiga auditiva sin tiempo suficiente de recuperación. Hay lesión del oído interno (células ciliadas externas de la superficie vestibular y de las de sostén de Deiters). Se produce inicialmente en frecuencias no conversacionales, por lo que el sujeto no la suele advertir hasta que es demasiado tarde. Puede ir acompañada de zumbidos de oído (acúfenos) y de trastornos del equilibrio (vértigos) (Tolosa 2003).

El Estrés y sus Manifestaciones y Consecuencias

El estrés es una reacción inespecífica ante factores agresivos del entorno físico, psíquico y social. En principio, se trata de una respuesta fisiológica normal del organismo para defenderse ante posibles amenazas. Sin embargo, si esta reacción se repite o resulta sistemáticamente inefectiva puede llegar a agotar los mecanismos normales de respuesta, produciéndose un desequilibrio en los mismos que, con el tiempo, puede manifestarse en forma de diferentes alteraciones de la salud. Se han relacionado con la reacción de estrés diversas enfermedades cardiovasculares, alteraciones del aparato digestivo, alteraciones del sistema inmunitario de defensa o del sistema de reproducción, por citar sólo algunos ejemplos. El ruido ambiental puede actuar como cualquier otro agente estresante desencadenando una respuesta inespecífica del organismo que puede llegar a producir alteraciones permanentes. Aunque se han estudiado diferentes efectos del ruido mediados por la reacción de estrés, el grupo que mayor atención ha recibido es el de las alteraciones cardiovasculares. En este sentido, varios grupos científicos coinciden en el reconocimiento del ruido como un factor más de riesgo cardiovascular, como pudieran ser otros agentes tales como el tabaco o la dieta. Se ha estimado que los trabajadores expuestos permanentemente a niveles de ruido elevados (>85 dBA) presentan un mayor riesgo de padecer afecciones cardiovasculares que los no expuestos. Una exposición a niveles menores (>65 dBA) en determinadas condiciones (por ejemplo, mientras se intenta descansar o concentrarse) puede también desencadenar una reacción de estrés en el individuo, aunque los efectos a largo plazo de esta reacción son menos conocidos (Hansen 1996, García 2002).

La Habitación al Ruido

Se han citado casos de soldados que han podido dormir junto a una pieza de artillería que no cesaba de disparar o de comunidades que, a pesar de la cercanía de un aeropuerto, logran conciliar el sueño, aun cuando éste sea de poca calidad. Es cierto que a medio o largo plazo el organismo se habitúa al ruido, empleando para ello dos mecanismos diferentes, por cada uno de los cuales se paga un precio distinto.

El primer mecanismo es la disminución de la sensibilidad del oído y, su precio, la sordera temporal o permanente. Muchas de las personas a las que el ruido no molesta dirían, si lo supiesen, que no oyen el ruido o que lo oyen menos que otros o menos que antes. Naturalmente tampoco oyen otros sonidos que les son necesarios.

Mediante el segundo mecanismo, son las capas corticales del cerebro las que se habitúan. Dicho de otra forma, oímos el ruido, pero no nos damos cuenta. Durante el sueño, las señales llegan a nuestro sistema nervioso, no nos despiertan, pero desencadenan consecuencias fisiológicas de las que no somos conscientes: frecuencia cardíaca, flujo sanguíneo o actividad eléctrica cerebral. Es el llamado síndrome de adaptación (Tolosa 2003).

Otros Efectos

Sociales y Económicos

La combinación de todos los factores anteriormente descritos ha convertido en inhóspitas muchas ciudades, deteriorando en ellas fuertemente los niveles de comunicación y las pautas de convivencia. En consecuencia, un número creciente de ciudadanos ha fijado su residencia en lugares inicialmente más sosegados.

No es éste el lugar más apropiado para analizar con detalle todas las distorsiones sociales y económicas que así se están creando. Junto con las ciudades, se están abandonando estilos de vida y de convivencia que han durado milenios, sin que existan por el momento alternativas económica y psicológicamente aceptables. Según la DG de Medio Ambiente de la Comisión de la UE, “en la actualidad [principios de 2001] las pérdidas económicas anuales en la Unión Europea inducidas por el ruido ambiental se sitúan entre los 13.000 y los 38.000 millones de euros. A esas cifras contribuyen, por ejemplo, la reducción del precio de la vivienda, los costes sanitarios, la reducción de las posibilidades de explotación del suelo y el coste de los días de abstención al trabajo”. Ejemplos de efectos no incluidos en la estimación son la baja productividad laboral, la disminución de los ingresos por turismo de ciertas ciudades históricas, los daños materiales producidos en edificios por sonidos de baja frecuencia y vibraciones, etc. (Tolosa 2003).

2. CRITERIO DE EVALUACIÓN AL INTERIOR DE RECINTOS

Cuando se diseña una sala que será ocupada por personas, pretendemos que el ruido de fondo no sea molesto ni perceptible en el desarrollo de nuestras actividades diarias. Este ruido de fondo se denomina “neutral”. En términos de sus características espectrales, nosotros no queremos que el ruido de fondo sea “retumbante” o “silbante”. Tampoco queremos que el ruido de fondo sea de características fluctuantes o impulsivas. Cuando el ruido de fondo no presenta una característica “neutral”, es

probable que cause algún tipo de distracción, ya sea en forma de molestia o que afecte la productividad. Cuando esto ocurre y la gente se queja por la interferencia o distracción que causa el ruido de fondo, necesitamos ser capaces de evaluar la situación acústica y determinar si tal queja es justificada. Es por esta razón que se propusieron métodos para la clasificación y evaluación del ruido de fondo. Una vez que estos métodos estuvieron disponibles, consultores y diseñadores comenzaron a utilizarlos durante el proceso de diseño como un objetivo primordial para lograr un ambiente acústico "aceptable". En tales circunstancias su uso es apropiado. Sin embargo, no se debe olvidar que el contexto acústico determina sólo una proporción de las respuestas individuales al ruido y, por lo tanto, la cualidad de "aceptable" depende de las otras circunstancias (Broner 2005, Endo et al. 2005).

Para la evaluación de la calidad acústica de recintos cerrados existen principalmente tres criterios: Noise Criteria (NC) Curves, Room Criteria (RC) Curves y Balanced Noise Criteria (NCB) Curves; sin

embargo, es este último el que ha adquirido la mayor relevancia dado que considera un mayor rango de bandas de frecuencias. Las curvas NCB fueron creadas por Beranek (1989); se aplican a recintos cerrados ocupados por personas y establecen niveles de presión sonora referenciales en frecuencias de banda de octava para el ruido de fondo del lugar. Estas curvas fueron creadas con el propósito de que el ruido de fondo no interfiera con el tipo de actividad que se desarrolla en un determinado recinto, permitiendo, además, que la comunicación entre las personas sea satisfactoria (Tocci et al 2000, Deliyiski 2004).

La Tabla 1, propone la curva de criterio que se debe elegir de acuerdo al tipo de ocupación que presenta o presentará cierto recinto, indicándose, además, el nivel de presión sonora, NPS dB(A), aproximado (Beranek 1989).

La Tabla 2, presenta los niveles de presión sonora establecidos para las distintas curvas NCB, que no deben ser sobrepasados por el ruido de fondo al interior del recinto en evaluación (Wang y Chang 2005).

Tabla 1.
Rangos Recomendados de Curvas NCB para Diversas Áreas de Actividades.

Tipo de espacio (y requerimiento acústico)	Curva NCB	NPS dB(A) aproximado
Estudio de transmisión o de grabación (micrófonos usados a distancia).	10	18
Salas de concierto, casas de ópera y salas de recitales (para escuchar débiles sonidos musicales).	10 - 15	18 - 23
Grandes auditorios, grandes teatros y grandes iglesias (para condiciones de muy buena audición).	No exceder 20	28
Salas de grabación, televisión y transmisión (solamente para micrófonos utilizados muy cerca).	No exceder 25	33
Pequeños auditorios, pequeños teatros, pequeñas iglesias, salas para ensayos musicales, grandes salas de conferencias y reuniones (para una audición muy buena), o oficinas de ejecutivos o salas de conferencia para 50 personas (sin amplificación).	No exceder 30	38
Dormitorios, hospitales, cuartos de descanso, residencias, departamentos, hoteles, moteles, etc. (para dormir, descansar, relajarse).	25 - 40	38 - 48
Oficinas privadas o semi-privadas, pequeñas salas de conferencias, aulas, bibliotecas, etc. (para condiciones de buena audición).	30 - 40	38 - 48
Salas de estar y salones en viviendas (para conversar y escuchar radio y televisión).	30 - 40	38 - 48
Grandes oficinas, áreas de recepción, tiendas, cafeterías, restaurantes, etc. (para condiciones moderadamente buenas de audición).	35 - 45	43 - 53
Pasillos, antesalas, espacios de trabajo en laboratorio, salas de ingeniería, área de secretaría general (para condiciones aceptables de audición).	40 - 50	48 - 58
Pequeños talleres de mantención, salas de control de plantas industriales, oficinas y salas con equipos computacionales, cocinas y lavanderías (para condiciones de audición moderadamente buenas).	45 - 55	53 - 63
Tiendas, garajes, etc. (para comunicación oral y telefónica aceptable). Niveles sobre la NC o NC-60 no son recomendadas para una oficina o situación de comunicación.	50 - 60	58 - 68
Para espacios de trabajo donde no se requieren comunicación verbal o telefónica, pero donde no debe existir riesgo de daño auditivo.	55 - 70	63 - 78

Tabla 2.
Límites Recomendados de Niveles de Presión Sonora Según Curva NBC.

Curva NCB	Nivel de Presión Sonora (dB)									
	Frecuencia Central de Banda de Octava (Hz)									
	16	31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
10	78	59	43	30	21	15	12	8	5	2
15	79	61	45	34	26	20	17	13	10	7
20	80	63	49	38	30	25	22	18	15	12
25	81	66	52	42	35	30	27	23	20	17
30	82	69	55	46	40	35	32	28	25	22
35	84	71	58	50	44	40	37	33	30	27
40	85	74	62	54	49	45	42	38	35	32
45	87	76	65	58	53	50	47	43	40	37
50	89	79	69	62	58	55	52	49	46	43
55	92	82	72	67	63	60	57	54	51	48
60	94	85	76	71	67	64	62	59	56	53
65	97	88	79	75	72	69	66	64	61	58

REFERENCIAS

- Beranek LL. 1989. Application of NCB noise criterion curves. *Noise Control. Eng* J.33 (2):45- 56.
- Broner N. 2005. AM Rating and Assessment of noise. Disponible en internet: <http://www.airah.org.au/downloads/2005-03-01.pdf> (accesado el 12/03/2006).
- Deliyski DD, Shaw HS, Evans MK. 2004. Adverse Effects of Environmental Noise on Acoustic Voice Quality Measurements. *J Voice. Mar.* 19(1): 15-28.
- Endo T, Nakagawa T, Iguchi F, Kita T, Okano T, Sha SH, et al. 2005. Elevation of superoxide dismutase increases acoustic trauma from noise exposure. *Free Radic Biol Med.* Feb 15;38(4): 492- 8.
- García A. 2002. Efectos del Ruido sobre la Salud. Disponible en Internet: <http://www.cabanyal.com/Documentacion/ruido.htm> (Accesado el 08/05/2006)
- Hansen JHL. 1996. Hansen Analysis and compensation of speech under stress and noise for environmental robustness in speech recognition. *Speech Commun. Special Issue on Speech Under Stress.* Nov. 20 (2): 151-73
- Lacaste G. 2005. Desafío ambiental: Estudiar sin contaminación acústica. *El Mercurio Ediciones Especiales.* Disponible en Internet: http://www.edicionesespeciales.elmercurio.com/destacadas/detalle/index.asp?id_noticia=0121042005021X0060045&idcuerpo= (Accesado el 07/05/2006)
- Meyer Sound. 2006. Factors That Affect Intelligibility in Sound Systems. disponible en Internet: <http://www.meyersound.com/support/papers/speech/section2.htm> (accesado el 15/03/2006)
- Pereira Jota G, Cervantes O, Abrahão M, Parente Settanni FA, Carrara de Angelis E. 2002. Noise-to-Harmonics Ratio as an Acoustic Measure of Voice Disorders in Boys. *J Voice .Mar;*16 (1): 28-31.
- Tin LL, Lim OP. 2000. A study on the effects of discotheque noise on the hearing of young patrons. *Asia Pac J Public Health.* 2000;12(1):37-40. Disponible en Internet: <http://spanish.youth.hear-it.org/page.dsp?forSIDE=yes&area=703> (Accesado el 11/05/2006)
- Tocci GC, Cavanaugh Tocci Associates, Inc. 2000. Room Noise Criteria-The State of the Art in the Year 2000. Disponible en internet: <http://www.cavtocci.com/portfolio/publications/tocci.pdf> (accesado el 16/03/2006)
- Tolosa F. 2003. Efectos del ruido sobre la salud. Discurso inaugural del Curso Académico 2003 en la Real Academia de Medicina de las Islas Baleares. Disponible en Internet: http://www.ruidos.org/Documentos/Efectos_ruido_salud.html (Accesado el 09/05/2006)
- Wang J *Sound Vib.* 2005. Identification of the number and locations of acoustic sources. *Journal of Sound and Vibration* 284: 393-420.