



Evaluación del ambiente acústico en centros de la Universidad de Santiago de Compostela

R. Balsa^a, S. Feijóo^a, S. Arines^b and N. Barros^a

^a *Departamento de Física Aplicada, Universidad de Santiago, Santiago de Compostela, 15782, Espanha, famoncho@usc.es*

^b *Centro de Estudios Térmicos y Acústicos, S.L.*

RESUMEN: En este trabajo se han evaluado los niveles de ruido en tres centros de la Universidad de Santiago de Compostela. El planteamiento de las mediciones y las valoraciones de los resultados se ha llevado a cabo teniendo en cuenta la jerarquía normativa correspondiente (ordenanza municipal, basada en la normativa de la Comunidad Autónoma de Galicia, protección a los trabajadores y confort acústico). Finalmente, y de acuerdo con las recomendaciones de la Comunidad Europea, se han realizado encuestas entre los afectados como una medida del impacto generado por la contaminación acústica.

ABSTRACT: In this paper the environmental sound levels of three faculties at the Universidad de Santiago de Compostela have been evaluated. The measurements and the analytical procedures adopted were in accordance with the pertinent legislation: town council noise ordinance; workers protection legislation; regional government legislation on noise; and acoustical confort. Finally, and according to the UE suggestions, noise surveys have been conducted among the exposed workers as a measure of the noise impact.

1. INTRODUCCION

En este trabajo se expone la evaluación de la contaminación acústica de tres centros de la Universidad de Santiago de Compostela llevada a cabo entre los meses de Octubre y Diciembre de 2003. En estos centros se desarrolla una intensa actividad experimental y en ellos existen numerosas quejas referentes a la contaminación acústica ambiental, al impacto sonoro causado a los operadores por parte de determinados equipamientos y a la calidad con la que se percibe los mensajes orales. El planteamiento de las mediciones y la valoración de los resultados se ha llevado a cabo teniendo en cuenta las diversas normativas vigentes que son de aplicación :

- Los niveles de ruido ambiental se comparan con los máximos permitidos por la Ordenanza municipal vigente, basada en la correspondiente legislación de la Comunidad Autónoma de Galicia.
- Se evalúan los niveles de ruido desde el punto de vista del ambiente laboral, siguiendo las pautas establecidas en la normativa estatal, la cual recoge las recomendaciones formuladas por el Consejo de la CEE, y las recomendaciones metodológicas recogidas en una serie de notas técnicas emitidas por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Se han tenido en cuenta las recomendaciones de la OMS en lo relativo a los niveles máximos de ruido que no se deben superar.
- Finalmente, y de acuerdo con las recomendaciones de la Comunidad Europea, se han realizado encuestas entre los afectados como una medida del impacto generado por la contaminación acústica.

2. METODOLOGÍA

2.1. Contaminación acústica ambiental

Los criterios aplicables se recogen en la normativa de la Comunidad Autónoma de Galicia^[1,2,3] y en la del Ayuntamiento de Santiago de Compostela^[4]. En estas normas se establecen las magnitudes acústicas a utilizar, las técnicas de medición, los límites de ruido permisibles y los criterios de valoración de los resultados. En términos de esta normativa, en cada zona del territorio urbano deben existir unos determinados niveles de ruido ambiental que nunca pueden ser superados. A nivel estatal es de aplicación la norma básica de la edificación (NBE-CA-88)^[11]. Se utilizan los criterios de la OMS^[12] cuando en las anteriores normativas no existen especificaciones para un local determinado. En la Tabla I se resumen los niveles límite para cada tipo de local en función de la normativa considerada.

Nivel límite (dBA)	Tipo de Recinto y Norma aplicada
35	Aulas (OMS). Bibliotecas (NBE-CA-88).
40	Despachos y Aulas (NBE-CA-88). Aulas (Ordenanza Municipal).
45	Oficinas (Ordenanza Municipal).
50	Espacios comunes (NBE-CA-88).

Tabla I. Niveles Límite de Inmisión

2.2. Seguridad e Higiene Laboral

La Directiva 86/188/CEE^[5] tiene por objeto la protección de los trabajadores contra los riesgos para su oído y contra los riesgos para su salud y su seguridad. Esta Directiva se transpone al derecho español mediante el Real Decreto 1316/1989^[6]. Esta normativa se completa con una serie de Notas Técnicas (NTP), cuyo contenido se resume a continuación.

2.2.1. NTP 270. Evaluación de la exposición al ruido

El objetivo de esta NTP^[7] es facilitar una metodología que permita determinar el nivel de presión acústica continuo equivalente (ponderación A), representativo de las condiciones de exposición al ruido, así como el nivel de pico. Los puestos de trabajo susceptibles de ser evaluados son aquellos cuyo nivel diario equivalente y nivel pico sean superiores a 80 dBA y 140 dBA, respectivamente.

2.2.2. NTP 503. Confort acústico: el ruido en oficinas

En esta NTP^[8] se pretende conocer y valorar el malestar de las personas frente al ruido en oficinas. A continuación, se analizan brevemente algunos índices de valoración de ruido y su aplicabilidad a la valoración de las molestias producidas por el mismo.

Con el nivel de interferencia conversacional (PSIL) se valora la capacidad de un ruido estable y continuo de interferir en la conversación entre dos personas en un entorno libre de superficies reflectantes. Se define como la media aritmética de los niveles de presión sonora en las bandas de octava con centro en 500, 1000, 2000 y 4000 Hz, respectivamente. Este índice proporciona las distancias máximas a las que se puede mantener una conversación inteligible con voz normal (D_n), como se indica en la Tabla II.

PSIL (dB)	D _n (metros)
35	7.5
40	4.2
45	2.3
50	1.3
55	0.75
60	0.42
65	0.25
70	0.13

Tabla II. Valores indicativos del índice PSIL.

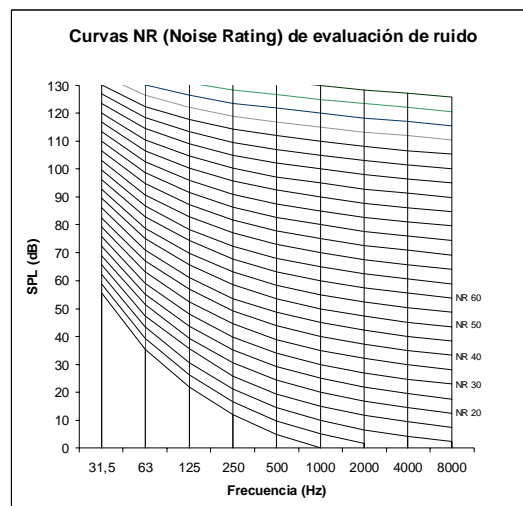


Figura 1. Curvas NR (Noise Rating) de evaluación del ruido.

Las curvas de valoración NR (Noise Rating) permiten asignar al espectro de frecuencias de un ruido, medido en bandas de octava, un solo número NR, que corresponde a la curva que queda por encima de los puntos que representan a los niveles obtenidos en cada banda (Figura 1). En la Tabla III figuran los valores recomendados del índice NR para el tipo de locales evaluados en este estudio.

Tipos de recintos	Rango de niveles NR que pueden aceptarse
Talleres	60-70
Oficinas	50-55
Despachos y bibliotecas	30-40
Aulas	20-30

Tabla III. Valores recomendados del índice NR para diferentes locales.

El Índice de ruido en oficinas (IRO) es útil para la valoración de ruidos generados por distintas fuentes, con distintos espectros y características de emisión, lo cual encaja con el tipo

de ruido que existe en las oficinas. Para su determinación es necesario conocer el nivel de presión sonora y su fluctuación en el tiempo. Este índice está basado en los resultados obtenidos en un estudio realizado por B. Hay y M. F. Kemp^[9] en nueve oficinas. Además de hacer un estudio estadístico del ruido típico en este ambiente, piden la opinión sobre el ruido a los ocupantes. Para ello se sirven de una escala de satisfacción de valores de siete puntos, siendo el 1 muy satisfactorio y el 7 muy insatisfactorio. Toman las respuestas marcadas como 5, 6 y 7 para medir los porcentajes de insatisfacción y los relacionan con los valores de las mediciones realizadas utilizando los percentiles L_{10} y L_{90} .

2.2.3. NTP 196. Videoterminales: evaluación ambiental

Con esta NTP^[10] se pretende exponer los métodos de evaluación apropiados para poder tomar las medidas correctoras que garanticen la no agresión a la salud en lo relativo al nivel de iluminación y al nivel sonoro en ambientes de trabajo que incluyen un videoterminal.

Para la evaluación del ruido hay que realizar varios tipos de valoraciones. El ruido de fondo se mide en bandas de octava y con la red de ponderación lineal (dB). Asimismo, se considera el nivel de presión sonora global en el puesto de trabajo, medido con la red de ponderación A dB(A). Además, dada la posible existencia de problemas en el aparato neurovegetativo como consecuencia de ruidos de alta frecuencia, se utiliza un sonómetro con analizador de banda de octava para medir en el puesto de trabajo el ruido en la banda de 16.000 Hz. Por otra parte, se han considerado como pautas de calidad acústica los criterios ISO, por ser los utilizados en los países europeos (Figura 2). En este caso, en las curvas se especifican, para cada centro de banda de octava, los niveles en dB aconsejados para cada tipo de actividad. En lo referente a los ultrasonidos, se debe considerar un valor de referencia de 80 dB en la banda de octava de 16.000 Hz. Se recomienda que el nivel sonoro en el puesto de trabajo no exceda los 65 dB(A) y, en el caso en el que requiera un alto grado de concentración mental, este límite se sitúe en 60 dB(A).

2.3. Guías para el Ruido Urbano (OMS)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) elaboró en 1999 este documento^[12] con el objetivo de consolidar el conocimiento científico sobre las consecuencias del ruido urbano en la salud y orientar a las autoridades y profesionales de salud ambiental que tratan de desarrollar estrategias de protección frente a este tipo de contaminación.

2.4. Realización de encuestas

La Directiva 2000/49/CE^[13] recomienda la realización de encuestas personales como forma de evaluación del impacto acústico sobre las personas.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES SONORAS

Para llevar a cabo la identificación de las fuentes sonoras se han realizado entrevistas al personal de los centros evaluados. A partir de esta información se identificaron las fuentes sonoras indicadas a continuación :

- Despachos : Instalaciones del edificio, equipos de oficina, laboratorios cercanos, equipos ubicados en los pasillos, conversaciones y actividades del personal trabajador, tránsito de alumnos, ruido exterior, puertas, timbres y aparatos de radio.
- Pasillos : Equipos (básicamente, neveras), conversaciones y actividades del personal trabajador, puertas y timbres.

- Laboratorios de investigación : Equipos de laboratorio, conversaciones y actividades del personal trabajador, puertas, timbres y aparatos de radio.
- Laboratorios de alumnos : Equipos de laboratorio y conversaciones.
- Aulas : Murmullo desde el exterior y ruido exterior.
- Bibliotecas y salas de lectura : Equipos de laboratorio, tránsito de personas, murmullos, movimiento de sillas y puertas.

4. MEDICIONES SONOMÉTRICAS

Para la realización de las mediciones se han utilizado sonómetros integradores de tipo 1, acompañados de sus calibradores correspondientes, manuales y automáticos. Teniendo en cuenta la descripción ambiental expuesta en la anterior sección, y los criterios con los que se pretende evaluar los resultados, se han efectuado tomas de datos sonométricos, tanto puntuales (ruido ambiental y ruido de equipamientos) como en continuo (ruido ambiental durante una jornada laboral).

5. RESULTADOS

5.1. Mediciones puntuales

Los datos representados en la Figura 2 se refieren al nivel continuo equivalente, al valor máximo y al percentil L₉₀. El primer tipo de dato es el que se compara con los límites establecidos en las normativas consideradas, mientras que el nivel máximo y el percentil L₉₀ se utilizan para evaluar los picos existentes y el ruido de fondo, respectivamente.

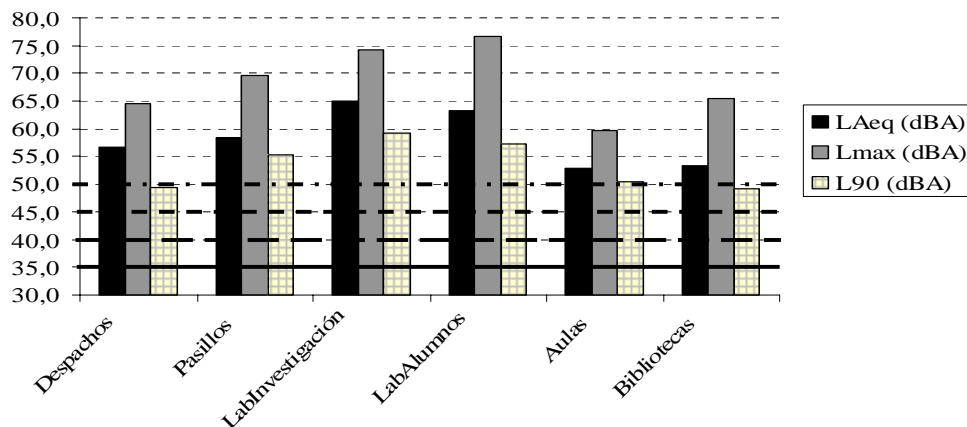


Fig. 2. Resultados correspondientes a las mediciones puntuales.

5.2. Mediciones en continuo

En la Tabla IV se resumen los resultados obtenidos. Para cada punto se señala el nivel continuo equivalente en 8 horas (Leq_8h), y el nivel sonoro diario equivalente (Leq,d), que se calculan como se señala en la NTP 503^[8].

RECINTO	$L_{eq,8h}$ (dBA)	$L_{eq,d}$ (dBA)	L_{max} (dBA)
PASILLOS	62,5	61,3	84,6
DESPACHOS	55,0	53,8	87,6
LAB INVESTIGACION 1	67,3	66,1	104,0

Tabla IV. Resumen de los resultados obtenidos en las mediciones en continuo.

5.3. Espectros de frecuencias

Se han medido las distribuciones frecuenciales del ruido de maquinaria, con el doble fin de conocer las componentes principales del ruido y de realizar el cálculo de algunos de los índices de ruido señalados en la NTP 503^[8]. Los equipos con mayor impacto son los basados en ultrasonidos, puesto que en todos los casos se supera el nivel de los 80 dBA, establecido como valor límite en la NTP 196^[10].

5.4. Nivel de Interferencia Conversacional (PSIL)

En el cálculo de este parámetro se utilizan los datos espectrales en cada local evaluado. Los resultados correspondientes se muestran en la Tabla V e incluyen a la distancia máxima a la cual puede mantenerse una conversación con voz normal (D_n).

TIPO DE LOCAL	PSIL (dB)	D_n (metros)
Interior de aulas	42.8	2.3 – 4.2
	43.5	2.3 – 4.2
	47.4	1.3 – 2.3
Laboratorios de investigación	53.2	0.75 – 1.3
	55.1	0.42 – 0.75
Laboratorios de alumnos	55.0	0.42 – 0.75
	53.6	0.75 – 1.3
	56.2	0.42 – 0.75

Tabla V. Niveles PSIL.

5.5. Curvas de Valoración NR (Noise Rating)

En la Tabla VI se presentan los resultados obtenidos en las mediciones ambientales y los valores recomendados en cada caso. En el caso de los laboratorios, tanto de investigación como de alumnos, no existen valores recomendados.

LOCAL	Índice NR	Índice NR recomendado
Despachos	55	30-40
Pasillos	60	30-40
Laboratorios de investigación	60	*
Laboratorios de alumnos	60	*
Aulas	60	20-30
Bibliotecas y Salas de lectura	50	30-40

Tabla VI. Índice NR.

5.6. Encuestas

Se han realizado un total de 58 encuestas considerando los siguientes aspectos:

- Valoración media atribuida al ruido por los encuestados (grado de molestia) en un intervalo de 0 a 10. La Tabla VII muestra los correspondientes resultados.
- Fuentes sonoras más molestas. Este aspecto se evalúa a partir del porcentaje de encuestados que consideran que la fuente señalada es la más molesta. La Tabla VIII resume los resultados correspondientes.

Locales	Grado de molestia medio (0 = nada molesto, 10 = extremadamente molesto)
Despachos	7.1
Pasillos	5.5
Laboratorios de investigación	6.1
Laboratorios de alumnos	7.0
Aulas	6.5
Bibliotecas y salas de lectura	5.3

Tabla VII. Grado de molestia medio.

Fuentes más molestas	% encuestados que consideran que la fuente señalada es la más molesta
Maquinaria de laboratorio	72.4
Distribución inadecuada de equipos	15.0
Instalaciones del edificio	8.6
Tránsito de alumnos	3.4

Tabla VIII. Molestia relacionada con las fuentes de ruido.

6. CONCLUSIONES

- Los niveles sonoros obtenidos en los distintos tipos de locales (despachos, laboratorios, aulas y bibliotecas) presentan valores altos, en la mayoría de los casos por encima de los valores límite establecidos en los distintos documentos considerados en este estudio.
- Aunque no existe una normativa específica para los laboratorios, los valores medidos en este tipo de locales son en general bastante altos, siempre superiores a 60 dBA. Estos valores pueden asociarse a un nivel de fondo que describe a una situación acústica deficiente. Algunos trabajadores señalan que padecen dolores de cabeza y que sospechan que podrían presentar pérdida de audición.
- Un problema importante lo constituyen las aulas, donde los niveles sonoros son muy superiores a los recomendados en las normativas consideradas, hasta el punto de impedir el entendimiento entre profesores y alumnos.
- Los niveles medidos en equipamientos de ultrasonidos superan los niveles recomendados en la norma NTP 196.



AGRADECIMENTOS

Al actual equipo de gobierno de la Universidad de Santiago de Compostela, y concretamente al Vicerrectorado de Calidad y Planificación Estratégica, por la financiación de este trabajo y por la confianza depositada en el equipo que lo ha realizado.

REFERENCIAS

- [1] Ley 7/1997, de 11 de agosto, de Protección contra la Contaminación Acústica. Comunidad Autónoma de Galicia.
- [2] Decreto 150/2000, de 7 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica. Comunidad Autónoma de Galicia.
- [3] Decreto 320/2002 por el que aprueba reglamento que establece las ordenanzas tipo sobre protección contra la contaminación acústica. Comunidad Autónoma de Galicia.
- [4] Ordenanza General Municipal reguladora de la Emisión y Recepción de Ruidos, Vibraciones y Condiciones de los Locales (2003). Ayuntamiento de Santiago de Compostela.
- [5] Directiva 86/188/CEE, de 12 de mayo de 1986, relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos debidos a la exposición al ruido durante el trabajo.
- [6] Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos debidos a la exposición al ruido durante el trabajo. España.
- [7] NTP 270. Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales e Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España.
- [8] NTP 503. Confort acústico: el ruido en oficinas. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales e Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España.
- [9] B. Hay & M. F. Kemp. Measurements of noise in air conditioned, landscapes offices. *Journal of Sound and Vibration*, vol.3, nº3. 1972.
- [10] NTP 196. Videoterminals: Evaluación ambiental. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales e Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España.
- [11] Norma Básica de la Edificación NBE-CA-88. Condiciones Acústicas de los Edificios. Aprobada por el Real Decreto 1370/1988 del 17 de noviembre de 1988. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. España.
- [12] Guías para el Ruido Urbano. Organización Mundial de la Salud, 1999.
- [13] Directiva 2000/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.