



9

sam

Suport a la gestió
ambiental d'activitats
en el municipi

MARÇ 2004



Contaminació acústica



Sumari

- 3 Editorial**
- 5 Marc jurídic**
La Directiva marc de contaminació acústica
Ricard Alsina
- 10 La Llei 16/2002, de protecció contra la contaminació acústica**
Carles Sumpsi
- 20 El Projecte de Llei del soroll**
José Manuel Sanz Sa
- 26 El condicionament acústic en els edificis. El Codi tècnic de l'edificació**
Robert Bartí
- 37 Món municipal**
El Pla de reducció del soroll de Madrid (PERCA)
Plácido Pereda
- 42 El soroll de les motos**
Maria Llorens i Àngel Pàrraga
- 49 Les ordenances municipals reguladores de soroll**
Esteban Gaja
- 55 Els mapes acústics. L'experiència del Prat de Llobregat**
Àngel Simon
- 59 Experiència**
Tres dècades d'assistència als ajuntaments en el tractament de la problemàtica acústica i les vibracions
Jordi Mulet
- 65 Efectes nocius del soroll sobre la salut mental**
Neus Monllor i Dolors Rico
- 71 Tècniques d'aïllament de vibracions**
Rafael Torres
- 77 El soroll derivat de les instal·lacions de serveis**
Jordi Romeu i altres
- 82 De la zonificació acústica al projecte acústic d'activitats**
Josep M. Querol
- 88 L'impacte del soroll a causa del trànsit en les infraestructures**
Ole Thorson i Jytte Tomsen
- 95 Món empresarial**
L'aïllament acústic en els habitatges i en els locals de pública concurrència
Higini Arnau
- 103 Món veïnal**
La reivindicació ciutadana contra la contaminació acústica
Esther Melcon. Associació Catalana contra la Contaminació Acústica
- 107 Zona Hermètica: el malson dels veïns de Gràcia (Sabadell)**
Agrupació de Veïns de Gràcia
- 109 El SAM informa**
Campanya de foment de la recollida de matèria orgànica «Si estimes la natura, recicla»
Servei del Medi Ambient
- 111 Recull normatiu**
- 113 El racó de la pàgina web**
- 115 I en el proper SAM...**

Edita

Diputació de Barcelona
Àrea de Medi Ambient

Coordinació

Salvador Fuentes Bayó

Secretaria de redacció

Lidia Ruano Bernabé

Direcció

Domènec Cucurull

Consell de redacció

Domènec Cucurull Descarrega
Inma Pruna González
Isidre Gonzalvo Carné
Ramon Rabella Pujol
Manel Pich Pou
Salvador Fuentes Bayó

Bústia de suggeriments: sma.sam@diba.es

Foto portada: Contaminació acústica
Autor: Salvador Fuentes

Primera edició, desembre del 2003
Producció: Institut d'Edicions
DL.: B-15.763-98

Contaminació acústica

La revista SAM torna a elegir el vector «contaminació acústica» tot coincidint amb la promulgació d'una nova legislació acústica que ens afecta tant a escala europea, com a escala estatal, autonòmica i local.

Arran de l'esmentada legislació, s'obre un ventall de reptes que les administracions, i especialment les locals, hauran d'assolir en un breu termini de temps.

Lluny de repetir els temes o els especialistes que van redactar el SAM núm. 3, la revista que teniu a les mans s'ha quedat curta pel que fa al nombre de redactors i articles a abordar. Es podria dir que el número actual és el que té més continguts i ha estat més elaborat fins ara, pel fet que els diferents aspectes del món del soroll s'han abordat des de diversos vessants.

S'ha volgut defugir el tòpic que en el món del soroll només hi caben enginyers. En aquest número, a més d'articles d'enginyers, en trobareu d'altres especialistes com ara ambientòlegs, psiquiatres, físics, arquitectes, biòlegs, advocats, etc.

Així doncs, el conjunt pluridisciplinari d'autors amb què compta el present número està compost fonamentalment per especialistes que tenen molt a veure amb la contaminació acústica.

Per esmentar alguns continguts, en l'apartat del món jurídic signen quatre articles els redactors que han participat activament en les quatre lleis sobre contaminació acústica que es comenten.

També s'aborden aspectes poc coneguts, com ara el del món de les vibracions o el de la salut mental i el soroll, sense oblidar el món reivindicatiu dels veïns, el quals, en l'àmbit del soroll, es van sentir amb les seves queixes mitjançant pancartes als balcons, manifestacions i articles d'opinió, en el marc d'un ampli moviment associatiu contra la contaminació acústica que s'estén arreu del territori de l'Estat espanyol.

Quan entri en vigor tota la legislació esmentada contra la contaminació acústica, les administracions locals tindran un gran paper a fer per preservar el dret al silenci i al descans dels seus conciutadans.

Les activitats, especialment les que tenen incidència a l'aire lliure, s'hauran d'adaptar a la llei per fer compatible el lleure amb els límits establerts en les respectives ordenances municipals. Fenòmens com ara el del *botellón* s'hauran d'eradicar dels carrers i places, ja que, a part de causar malestar al veïnat, embruten la via pública d'una manera notable. Els ajuntaments hauran de vetllar per fer complir els límits fixats en els seus mapes acústics per tal que tothom pugui gaudir d'una qualitat de vida que passa, entre altres coses, per poder agafar el son.



La Directiva marc de contaminació acústica

Ricard Alsina i Donadeu

Cap del Servei de Programes Ambientals i Informació de Llicències
Sector de Manteniment Urbà i Serveis, Ajuntament de Barcelona
Membre del Grup de Treball «Assessment of Exposure to Noise»,
de la Xarxa d'Experts en Soroll de la Unió Europea

Introducció

El Llibre verd pretengué estimular un debat públic sobre el plantejament futur de la política sobre el soroll

El 5 de novembre de 1997, la Comissió Europea va presentar el *Llibre verd sobre la política futura de lluita contra el soroll* [COM (96) 540]. Aquest fou el punt de partida que hauria de concloure uns quants anys més tard, concretament el 25 de juny de 2002, data en què fou aprovada la Directiva 2002/49/CE, sobre avaluació i gestió del soroll ambiental.

El *Llibre verd* pretengué, en el marc del cinquè Programa de política i actuació mediambiental de la Unió Europea, estimular un debat públic sobre el plantejament futur de la política sobre el soroll.

El *Llibre verd* es féu ressò del fet que les accions destinades a reduir el soroll ambiental havien estat menys prioritàries que les destinades a combatre altres tipus de contaminació, com ara l'atmosfèrica o la de l'aigua.

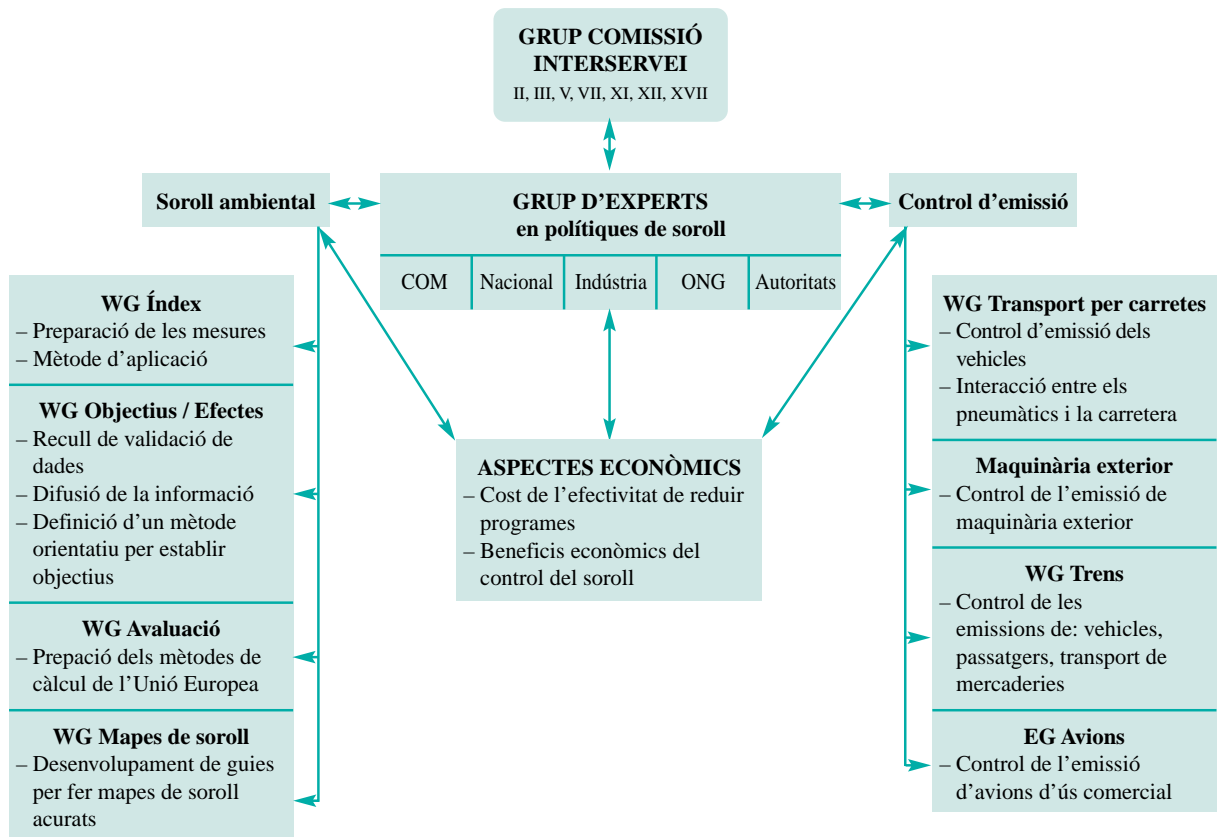


Nus ferroviari.

També evidencià que les dades disponibles sobre l'exposició de la població al soroll eren generalment escasses i difícils de comparar atesos els diversos mètodes de mesurament i avaluació. Aquest fet sorprèn si tenim en compte que prop d'un 20% de la població de la Unió està exposada a nivells de soroll considerats pels experts sanitaris i científics com a inacceptables, i que un altre 40% viuen en «zones grises» en les quals el soroll és molestat.

A la Conferència de Copenhaguen, que es va fer els dies 7 i 8 de setembre de 1998, començà realment el procés de desenvolupament de la nova Directiva sobre soroll ambiental. En aquesta conferència es crearen uns quants grups de treball, compostos per diferents tècnics especialistes en cadascuna de les matèries que havia de regular la nova Directiva.

Concretament, el conjunt de grups de treball establert per la Comissió Europea fou el següent:



El treball continuat d'aquests grups al llarg d'aproximadament quatre anys ha estat fructuós i ha permès que la Comissió Europea elaborés la Directiva 2002/49/CE, sobre soroll ambiental.

Principals continguts de la Directiva 2002/49/CE

Podem sintetitzar la Directiva sobre soroll en cinc punts fonamentals, que són els següents:

1. La definició d'uns indicadors de soroll comuns per a tots els Estats membres.
2. La definició de mètodes comuns d'avaluació.
3. L'elaboració, en una primera fase de diagnosi, de «mapes estratègics de soroll» per poder avaluar o preveure globalment l'exposició al soroll en una zona determinada.
4. L'elaboració de «plans d'acció», en una segona fase, per tal d'afrontar les qüestions relatives al soroll i els seus efectes, incloent-hi la reducció.

5. La informació a la població, tant dels mapes estratègics, com dels plans d'acció. A continuació desenvoluparem de manera esquemàtica cadascun d'aquests cinc punts fonamentals.

1. Definició d'indicadors

Els indicadors fixats a la Directiva de soroll són dos: L_{den} i L_{night} .

A l'annex I de la mateixa Directiva es defineix L_{den} com:

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} (12 \times 10_{L_{day/10}} + 4 \times 10_{L_{evening+5/10}} + 8 \times 10_{L_{night+10/10}}).$$

- L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} són els nivells sonors mitjans a llarg termini, ponderats, definits a la norma ISO 1996-2:1987 al llarg de tots els períodes diürn, de tarda i de nit, respectivament, durant un any.
- Per tant, L_{den} és un indicador del soroll existent en un punt concret avaluat durant un llarg període de temps.
- La Directiva, però, permet als Estats membres la utilització d'indicadors suplementaris en casos especials i la utilització d'indicadors diferents de L_{den} i L_{night} en la planificació acústica i determinació de zones.
- Els Estats membres han de facilitar a la Comissió, abans del 18 de juliol de 2005, qualsevol valor límit vigent al seu territori o en preparació, expressats en L_{den} i L_{night} o, si escau, L_{day} i L_{night} .

2. Mètodes d'avaluació

En el procés d'elaboració de la Directiva de constant referència, s'analitzaren els diferents mètodes existents per determinar els nivells de soroll en un punt concret.

Aquesta anàlisi es realitzà per a diferents focus: trànsit rodat, ferrocarrils, aeronaus i indústries.

Els models existents són de difícil adaptació d'igual manera a tots els països membres de la Unió, ateses les diferències existents (climatologia, infraestructures, hàbits, etc.). Per aquest motiu es va considerar convenient desenvolupar nous models més perfeccionats que siguin més versàtils i precisos. Aquesta tasca es duu a terme actualment a través del programa Harmonoise (vegeu www.harmonoise.org).

Mentre no es disposi d'uns mètodes de càlcul nous, la Directiva en recomana uns de concrets per a cada tipus de focus (trànsit rodat, ferrocarrils, aeronaus i indústries). Aquestes recomanacions són per als països que no disposin de mètodes propis.

Els mètodes recomanats queden recollits a l'annex II de la Directiva i són els següents:

- Soroll d'aeronaus Doc. 29 d'ECAC.CEAC
- Soroll de trànsit rodat Mètode nacional de càlcul francès
- Soroll de ferrocarrils Mètode de càlcul dels Països Baixos
- Soroll industrial ISO 9613-2.

Cal dir que aquests «mètodes provisionals» foren seleccionats, després d'un ampli debat, considerant que són els més adaptables als requeriments de la Directiva i als condicionats dels països membres.

Només cal afegir en aquest apartat que fins ara hem parlat només de càlculs mitjançant diferents models, i que la Directiva també assenyalava un mètode provisional de mesurament, l'exposat a les normes ISO 1996-2:1087 i ISO 1996-1:1982.

3. Mapes estratègics de soroll

Els mapes estratègics de soroll són, d'acord amb la definició de la mateixa Directiva, mapes dissenyats per poder avaluar o predir globalment l'exposició al soroll en una zona determinada. Aquests mapes han de complir uns requisits mínims, que estan clarament indicats a l'annex (IV) de la Directiva.

La Directiva dóna uns terminis concrets perquè els Estats membres elaborin aquests mapes, que són els següents:

- Fins al 30 de juny de 2005 i després cada cinc anys per comunicar a la Comissió:
 - Els grans eixos viaris on se superin els sis milions de vehicles l'any.
 - Grans eixos ferroviaris amb més de 60.000 trens/any.
 - Grans aeroports.
 - Aglomeracions amb més de 250.000 habitants.

Els Estats membres han de facilitar a la Comissió, abans del 18 de juliol de 2005, qualsevol valor límit vigent al seu territori



Foto: Salvador Fuentes

Concentració d'infraestructures d'alta capacitat.

La Directiva preveu que tots els mapes estratègics de soroll seran revisats al menys cada cinc anys a partir de la data d'elaboració

b) Fins al 30 de juny de 2008, per elaborar i, si escau, aprovar els mapes estratègics corresponents a les infraestructures i aglomeracions esmentades a l'apartat anterior.

c) Fins al 31 de desembre de 2008, per comunicar a la Comissió totes les aglomeracions existents a cada Estat membre i tots els grans eixos viaris i ferroviaris.

d) Fins al 30 de juny de 2012 i després cada cinc anys, per elaborar els mapes estratègics de les aglomeracions i infraestructures esmentades a l'apartat anterior.

La Directiva preveu que tots els mapes estratègics de soroll seran revisats almenys cada cinc anys a partir de la data d'elaboració.

4. Plans d'acció

La Directiva preveu que, en una fase posterior a la de diagnòsi, s'elaborin uns plans d'acció. Aquests plans inclouran totes les qüestions relatives al soroll i als seus efectes, incloent-hi la reducció si fos necessari. Els plans d'acció han de complir uns requisits mínims, que són previstos a l'annex V de la Directiva.

Els terminis per la realització d'aquests plans són els següents:

a) Fins al 18 de juliol de 2008, per elaborar plans a:

- Proximitats a grans eixos viaris amb més de 6 milions de vehicles/any, grans eixos ferroviaris amb més de 60.000 trens/any i grans aeroports.
- Aglomeracions amb més de 250.000 habitants.
- Zones tranquil·les que s'han de protegir per evitar un augment del soroll.



Foto: Ricard Alsina

La Ronda de Dalt serà un dels eixos viaris per als qual caldrà elaborar un pla d'acció.

b) Fins al 18 de juliol de 2013, per elaborar plans d'acció de la resta d'aglomeracions i de grans eixos viaris i ferroviaris.

Els plans d'acció seran revisats com a mínim cada cinc anys a partir de la data d'aprovaçió. I abans si es produeixen canvis importants en la situació existent quant al soroll. La Directiva assenyalava també la necessitat d'establir processos participatius de la població en l'elaboració dels plans d'acció.

5. Informació a la població

A la Directiva de soroll es recorda l'obligatorietat de posar a disposició de la població i divulgar tota la informació relativa als mapes estratègics i plans d'acció. S'indica també la necessitat que aquesta informació sigui clara, intel·ligible, i fàcilment accessible, incloent-hi resums amb els punts principals.

En els últims articles es recull la necessitat de crear una base de dades a escala comunitària amb la informació que arribi dels diferents Estats membres. Cada cinc anys la Comissió publicarà un informe de síntesi d'aquestes dades.

El primer informe, previst per al 18 de juliol de 2009, ha de servir per redefinir la política comunitària en matèria de soroll ambiental i, si escau, generar propostes per modificar la mateixa Directiva de soroll.

Transposició de la directiva. Perspectives a curt termini

El 25 de març de 2003, fou aprovat en Consell de Ministres de l'Estat espanyol un text legislatiu corresponent a la Llei del soroll. Aquesta Llei, que inicia ara el tràmit parlamentari i que es preveu que sigui aprovada definitivament abans d'acabar l'any, representa la transposició de la Directiva 2002/49/CE, i això suposaria donar compliment de sobra al termini màxim de transposició, que és el 18 de juliol de 2004.

La Llei del soroll espanyola va més enllà dels aspectes regulats a la Directiva de soroll, ja que inclou nous requeriments que la complementen. Veiem que, per donar compliment als terminis establerts en la Directiva, pel que fa a l'elaboració tant de mapes estratègics com de plans d'acció, caldrà que les diferents administracions treballin de ferm, ja que tots dos instruments són laboriosos i costosos.

Així mateix, serà necessària la formació de tècnics especialistes suficients capaçs de generar la documentació requerida, i l'obtenció dels recursos econòmics adients.

Tal com hem començat dient en aquest article, les accions destinades a reduir el soroll ambiental havien estat menys prioritàries que les destinades a combatre altres contaminants. La Directiva 2002/49/CE cobreix aquest dèficit històric, i el seu compliment significarà sens dubte un pas de gegant, a curt i mitjà termini, en la lluita contra el soroll.

Bibliografia

- ALSINA, R. (1999). «El ruido y la ciudad». A: *AENOR. 1.º Congreso Nacional de Ruido*. Madrid.
- JIMÉNEZ, S.; ALSINA, R.; PERERA, M.; ARRIAGA, J.M. (2002). «The European Directive on Assessment and Management of Environmental noise. Variability in the noise indicators». A: *Fórum Acústico*. Sevilla.
- PAQUE, G. (2002). «La lutte contre le bruit environnemental en Europe». *Écho Bruit*, 100 (París) (desembre).
- PAQUE, G. (2002). «The EU Environmental noise policy». A: *Jornadas Internacionales sobre la Contaminación Acústica en las Ciudades*. Madrid.
- PERERA, P. (2001). «La directive européenne, relative à l'évaluation et à la gestion du bruit ambient». *Écho Bruit*, 96 (París) (juny).

Marc
jurídic

La Llei 16/2002, de protecció contra la contaminació acústica

Carles Sumpsi i Riera
Professor de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers
de Camins, Canals i Ports de Barcelona

L'autor interpreta i extreu de l'articulat i dels dotze annexos de la Llei el més bàsic que cal conèixer per desenvolupar una gestió en el marc ambiental del municipi que integri el concepte de qualitat acústica des de la gènesi de qualsevol actuació.

1. Introducció a la Llei

La Llei és exigent per a tot el que és nou i és prudent amb el que ja existeix

El conjunt d'ordenances reguladores de la contaminació acústica dels municipis catalans i el fet que avui dia tothom consideri el soroll com un element que, a més d'originar molèstia, contamina l'entorn, van crear un estat d'opinió que va propiciar l'impuls i l'aprovació per unanimitat del Ple del Parlament de Catalunya d'una Llei de protecció contra la contaminació acústica.

La Llei, vigent des de l'11 d'octubre de 2002, entén el soroll com un contaminant present arreu, i això fa que aquesta es vertebrï bàsicament de la manera següent:

- Sectoritzant el territori en zones de diferent sensibilitat acústica i atorgant a cada zona un nivell d'immissió o qualitat acústica. L'eina que la Llei crea per fer això són els mapes de capacitat acústica.



Quadrúptic de la Campanya d'educació ambiental de l'Ajuntament de Matadepera de 1991.

Dibuix de Pilarin Bayés

- Fixant límits d'immissió per als emissors nous en línia amb els valors europeus i establint pel que fa als emissors existents uns objectius força prudents.
- Incorporant l'àmbit de les infraestructures de transport i urbanes.

1.1. Àmbit competencial dels municipis

Els municipis veuen refermat l'àmbit de les seves competències amb les obligacions següents:

- Elaborar i aprovar el mapa de capacitat acústica que delimiti el territori en diferents zones de sensibilitat acústica abans de l'11 d'octubre de 2005.
- En aglomeracions de més de 100.000 habitants, elaborar el mapa estratègic de soroll abans de l'11 d'octubre de 2005.
- Elaborar i aprovar, pel que fa als municipis de més de 5.000 habitants, ordenances reguladores de la contaminació acústica abans de l'11 d'octubre de 2005.
- Adaptar les ordenances existents al contingut de la Llei estatal.
- Elaborar i aprovar ordenances amb un més alt grau de protecció.
- Controlar la contaminació acústica de les vies urbanes.
- Establir mesures de millora acústica a les vies urbanes quan se sobrepassin els valors d'atenció.
- Imposar sancions.
- Autoritzar el treball nocturn.
- Regular, controlar i inspeccionar les instal·lacions, maquinària, activitats o comportaments que generin soroll i vibracions.
- Inspeccionar i controlar els vehicles a motor.
- Prorrogar el compliment dels límits d'immissió.
- Posar a disposició dels ciutadans les dades relatives al soroll.
- Promoure campanyes d'educació, formació i sensibilització ciutadana.
- Facilitar informació entre administracions.
- Promoure convenis entre administracions.
- Establir línies d'ajut per adaptar-se a les prescripcions de la Llei.

La Llei potencia les competències dels municipis

1.1.1. Les ordenances reguladores de la contaminació acústica

Les ordenances existents s'han d'adequar a la Llei 16/2002, i tots els municipis de més de 5.000 habitants han de tenir-ne per a la tardor del 2005.

Els municipis de menys de 5.000 habitants no estan obligats a tenir ordenança, atès que, amb el compliment de la Llei i dels valors de qualitat que es fixin en els mapes de capacitat acústica, han d'assolir els objectius de qualitat acústica.

La recent aprovació pel Govern espanyol de la llei del soroll –atès el seu caràcter bàsic– aconsella esperar el Reglament estatal pel que fa a l'adequació o redacció de les noves ordenances reguladores de la contaminació acústica.

2. Qualitat acústica ambiental del territori

L'objectiu per a cada àmbit del territori (natural, rural, urbà i les infraestructures que vertebren i possibiliten la connectivitat del territori), rau a fixar els nivells de soroll que defineixen la seva capacitat acústica per conciliar els criteris de qualitat acústica amb aspectes tècnics, econòmics i socials amb el desenvolupament sostenible dels sistemes productius, del transport i de la mobilitat. És a dir, ordenar el territori per tal d'admetre com a màxim els nivells de sorolls que assegurin la seva qualitat acústica.

2.1. Nivells d'actuació

La Llei preveu dos nivells d'actuació en l'àmbit del municipi pel tal de fixar la seva qualitat acústica:

2.1.1. Elaborar mapes de capacitat acústica

Els ajuntaments han d'elaborar en el termini de tres anys mapes de capacitat acústica on es fixaran els objectius de qualitat del territori i els nivells d'immissió dels



Rètol de prohibició de fer soroll en una zona sensible.

emissors acústics. Aquest tipus de mapa té caràcter bàsic i una clara vocació preventiva de la contaminació acústica.

Pel que fa als mapes de capacitat acústica, el Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya posa a l'abast de tothom els mapes de tots els municipis de Catalunya realitzats d'acord amb els objectius de qualitat acústica de la Llei. Aquests mapes inicialment poden servir de referència tècnica i com a instrument de base per elaborar els mapes definitius i aprovar-los abans del novembre del 2005.

La finalitat dels mapes de capacitat acústica és que, un cop aprovats pels plens dels ajuntaments, les actuacions de qualsevol mena que es facin en el territori integren el vector soroll des de la gènesi tot adoptant com a objectius de qualitat els nivells d'immissió fixats en el mapa.

2.1.2. Elaborar mapes estratègics o mapes de soroll

La Llei estableix que les aglomeracions de més de 100.000 habitants, els grans eixos viaris on el trànsit sobrepassi els tres milions de vehicles l'any, els eixos ferroviaris amb més de 30.000 trens l'any, aeroports i ports, demanen una estratègia i una resposta d'actuació global enfront de la contaminació acústica per determinar les actuacions de correcció o atenuació dels nivells de soroll.

Les entitats locals i les administracions titulars de les infraestructures han d'elaborar, d'acord amb la Llei i en el termini de tres anys, els mapes estratègics o de soroll. Aquests mapes tenen un caràcter més estructural que els mapes de capacitat acústica, i presenten una marcada voluntat correctora.

Els mapes estratègics, a més de contenir els objectius de qualitat, també tenen per finalitat, d'acord amb les directives europees, establir plans d'acció zonals o sectorials que definiran mesures correctores sobre els emissors i les vies de propagació, o mesures de millora acústica quan els objectius a assolir siguin a llarg termini.

Així doncs, cal entendre que els mapes estratègics de poblacions de més de 100.000 habitants podran convalidar-se pels de capacitat acústica, atès que també tenen la finalitat bàsica de fixar objectius de qualitat.

Els municipis de més 100.000 habitants, han d'elaborar mapes estratègics i mapes de capacitat acústica?

No necessàriament, si el mapa estratègic incorpora els objectius de qualitat dels mapes de capacitat acústica.

Les ciutats que estan obligades a elaborar mapes estratègics o de soroll, d'acord amb la revisió de l'últim padró municipal, són, per ordre de més a menys habitants: Barcelona, l'Hospitalet de Llobregat, Badalona, Sabadell, Terrassa, Santa Coloma de Gramenet, Tarragona, Lleida i Mataró.

3. Els mapes de capacitat acústica

Els mapes de capacitat acústica integren dos conceptes: el primer consisteix a conèixer els emissors i l'estat inicial acústic del territori partint d'una estratègia de presa de mostres, i el segon, a definir les zones de sensibilitat acústica partint de l'ús urbanístic i dels valors d'immissió existents.

Aquests mapes d'obligada elaboració per part dels municipis consideren tres zones de sensibilitat acústica i una de soroll, la qual cosa permet tipificar amb suficiència els escenaris acústics de la major part dels municipis catalans, fa possible zonificar acústicament el territori de manera senzilla, i permet elaborar a baix cost els mapes de capacitat acústica.

- *Zona de sensibilitat acústica alta*, que comprèn els sectors del territori que requereixen una protecció alta contra el soroll, com ara els àmbits residencials tranquils on no hi ha més trànsit que el de la gent que hi viu, els patis tranquils d'interiors d'illes edificades, etc.
- *Zona de sensibilitat acústica moderada*, que comprèn els sectors del territori que admeten una percepció mitjana de soroll i on alhora hi ha residències urbanes, serveis, petites activitats, la xarxa viària de l'àmbit urbà per al desplaçament intern de la ciutat, etc.
- *Zona de sensibilitat acústica baixa*, que admet una percepció elevada del soroll, com ara les zones industrials, o les zones lúdiques com les àrees de discoteques i bars, la xarxa viària bàsica o arterial de l'àmbit urbà, els àmbits perifèrics urbans amb grans infraestructures, etc.
- *Zones de soroll* o de servitud acústica: sectors del territori afectats per la presència d'infraestructures de transport viari, ferroviari, marítim i aeri.

Si en l'àmbit del territori es declaren altres zonificacions previstes a la Llei, com ara les acústiques de règim especial o d'especial protecció de la qualitat acústica, el mapa de capacitat acústica les haurà de tenir en compte. Si el municipi vol un més alt nivell de detall, pot subdividir les zones de sensibilitat establertes a la Llei.

- *Zones acústiques de règim especial*: àrees on es produeix una contaminació acústica per la presència de nombroses activitats, bars i zones lúdiques que generin enrenou. Si són objecte de declaració, seran tingudes en compte en els mapes de capacitat acústica.
- *Zones d'especial protecció de la qualitat acústica*: sectors del territori on, per les seves característiques especials, es consideri convenient conservar una qualitat acústica especial (espais d'interès natural, patrimoni cultural, residència aïllada, etc.).

Els instruments de planejament urbanístic han de tenir en compte les zones de sensibilitat acústica definides en el mapa de capacitat acústica d'àmbit municipal i les normes per a la construcció en zones de soroll

4. Planejament urbanístic

Els instruments de planejament urbanístic han de tenir en compte les zones de sensibilitat acústica definides en el mapa de capacitat acústica d'àmbit municipal i les normes per a la construcció en zones de soroll.

Això comporta per al municipi, d'acord amb la Llei, les normes d'actuació següents:

- Incorporar la zonificació acústica en els instruments de planejament urbanístic.
- Incorporar a les llicències urbanístiques les prescripcions tècniques que permetin assegurar el grau d'aïllament acústic d'acord amb la zona de sensibilitat acústica.
- A les noves construccions situades a les zones de soroll, no atorgar els permisos o llicències corresponents si no s'acrediten les mesures següents:
 - a) les normes bàsiques d'edificació (NBE),
 - b) mesures de construcció o reordenació susceptibles de protegir l'edifici contra el soroll,
 - c) disposició, si escau, de les dependències d'ús sensible al soroll a la part de l'edifici oposada al soroll,
 - d) insonorització dels elements de construcció, i
 - e) apantallaments per motes de terra o barreres artificials en la proximitat d'infraestructures.
- En les construccions existents en les zones de soroll adoptar la insonorització dels elements de construcció i apantallaments per motes de terra o barreres artificials en la proximitat d'infraestructures.

5. Avaluació de la contaminació acústica

5.1. Nivells d'immissió

La contaminació acústica s'avalua amb els nivells d'immissió. Els emissors i escenaris acústics existents d'abans de l'entrada en vigor de la Llei no poden sobrepassar els valors d'atenció, i els nous no poden superar els valors límit d'immissió.

5.2. Períodes d'avaluació

Hi ha dos períodes d'avaluació, i aquesta es realitza separatament per a l'horari diürn i per a l'horari nocturn.

L'horari per a les activitats i per al veïnat és de 8.00 a 21.00 h durant el dia, i de 21.00 a 8.00 h a la nit, i, pel que fa a infraestructures, el dia és de 7.00 a 23.00 h, i la nit, de 23.00 a 7.00 h.

El període d'avaluació es divideix en intervals de temps o fases de soroll. Els intervals de temps en què no funcioni l'emissor es considera una fase de soroll caracteritzada pel nivell de soroll ambiental. Els mesuraments inclouen tot el temps horari o bé es fan mesuraments de durada curta en diferents intervals de temps representatius de les diferents fases sonores existents.

5.3. Nivell d'avaluació

El nivell d'avaluació de cada període es calcula a partir dels nivells parcials de cada fase de soroll mitjançant la formulació descrita als annexos 1, 2, 3, 4 i 5 de la Llei: 1 (per a ambient exterior de carrers, carreteres, ports, trens i línies elèctriques d'alta tensió), 2 (per a ambient exterior d'infraestructures aèries), 3 (per a ambient exterior d'activitats i veïnat), 4 (per a ambient interior d'activitats i veïnat), i 5 (per a ambient exterior d'instal·lacions de tir).

6. Les activitats i les relacions de veïnatge

El soroll produït per les activitats és el que prové de les màquines, les instal·lacions i les obres, i el del veïnat procedeix de les activitats domèstiques, del funcionament dels electrodomèstics, els aparells, els instruments musicals o acústics i dels animals, les veus, els cants, els crits o altres d'assimilables.

6.1. Activitats

Les noves llicències d'activitat com a mínim han de fixar els valors d'immissió de la zona de sensibilitat acústica on sigui emplaçada l'activitat per assolir els objectius de qualitat del mapa de capacitat acústica del municipi.

Les activitats incloses als annexos I, II i III de la Llei 3/1998, de 27 de febrer, de la intervenció integral de l'Administració ambiental, han d'incloure al projecte tècnic un estudi d'impacte acústic que posarà de manifest el compliment, entre d'altres, dels nivells d'immissió que atorga el mapa de capacitat acústica a l'emplaçament i entorn de l'activitat. L'annex 10 de la Llei descriu el contingut de l'estudi a exigir.

6.2. Nivells d'immissió de les activitats i el veïnat

Hi ha dos períodes d'avaluació, i aquesta es fa separatament per a l'horari diürn i per al nocturn. Cada període d'avaluació es divideix en diferents fases de soroll, i el nivell d'avaluació es calcula d'acord amb la formulació descrita als annexos III i IV de la Llei, els quals contenen correccions dels nivells mesurats.

Les activitats existents des d'abans de l'entrada en vigor de la Llei no poden sobrepassar en l'ambient exterior els valors d'atenció i els valors límit d'immissió en l'ambient interior.

En l'ambient exterior, és notori el fet preventcionista que la Llei aplica, d'acord amb l'annex III de la Llei, al soroll d'activitats i del veïnat, tant en el període d'avaluació diürn com en el nocturn en corregir els nivells mesurats amb l'addició de 5 dB(A).

Els valors límit d'immissió per a ambients interiors són d'aplicació quan la contaminació acústica prové d'un o diversos emissors acústics situats al mateix edifici o en edificis contigus al centre receptor, i es mesuren a l'interior de l'estança més afectada i amb les finestres tancades.

Les activitats incloses als annexos I, II i III de la Llei 3/1998, de 27 de febrer, de la intervenció integral de l'Administració ambiental, han d'incloure al projecte tècnic un estudi d'impacte acústic

Les activitats existents des d'abans de l'entrada en vigor de la Llei no poden sobrepasar en l'ambient exterior els valors d'atenció i els valors límit d'immissió en l'ambient interior

| Activitats i relacions de veïnatge | | | | | | |
|------------------------------------|---|--------------------|---------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|
| Zona de sensibilitat | Nivells d'immissió | | | | | |
| | Ambient exterior | | | Ambient interior | | |
| | Activitats noves Relacions de veïnatge | | Activitats existents | | Activitats i veïnat | |
| | Valors límit d'immissió en dB(A) | | Valors d'atenció en dB(A) | | Valors límit d'immissió en dB(A) | |
| | Dia (8.00-21.00 h) | Nit (21.00-8.00 h) | Dia (8.00-21.00 h) | Nit (21.00-8.00 h) | Dia (8.00-21.00 h) | Nit (21.00-8.00 h) |
| A, alta | 60 | 50 | 65 | 60 | 30 | 25 |
| B, moderada | 65 | 55 | 68 | 63 | 35 | 30 |
| C, baixa | 70 | 60 | 75 | 70 | 35 | 30 |

a) Mesures

Les activitats existents, quan sobrepassin els nivells d'immissió, han d'ajustar-se als valors límit d'immissió de la zona de sensibilitat acústica on es trobin emplaçades, i per fer-ho disposen de dos anys.

b) Pla de mesures per minimitzar l'impacte acústic de l'activitat

Si en el termini de dos anys no ha estat possible assolir els valors límit d'immissió de la zona de sensibilitat acústica on és emplaçada l'activitat, el termini per adequar-s'hi es pot prorrogar per resolució de l'alcalde, amb l'aprovació prèvia d'un pla de mesures per minimitzar l'impacte acústic.

Una activitat, quin valor ha de complir?

El que s'estableix a la llicència municipal. Aquesta com a mínim fixarà el valor del límit d'immissió de la zona de sensibilitat acústica on és emplaçada l'activitat; el valor fixat serà més exigent si així ho determina la corresponent ordenança municipal.

L'ampliació de l'horari nocturn, farà més complicada l'avaluació d'una activitat sorollosa?

No. Ara passarem a fer les avaluacions tractant el soroll com un contaminant i, per tant, avaluarem tot el període d'avaluació nocturn considerant els intervals en què no funciona l'emissor de l'activitat com una fase de soroll caracteritzada pel nivell de soroll ambiental.

Policies locals o tècnics?

Per detectar situacions puntuals de molèstia per soroll, els policies municipals poden continuar amb la sacrificada tasca que habitualment han realitzat per pacificar el veïnat, però ara les avaluacions de les activitats demanen l'actuació d'un tècnic.

7. Vies urbanes

7.1. Treballs a la via pública

L'horari de funcionament de la maquinària utilitzada en els treballs a la via pública i en la construcció és entre les 8.00 i les 20.00 h. Quan es tracti de restablir serveis essencials per als ciutadans, es podran exceptuar els horaris anteriors, i el treball nocturn ha de ser expressament autoritzat per l'ajuntament.

7.2. Nivells d'immissió en l'ambient exterior

Els períodes d'avaluació es calculen separatament per a l'horari diürn i per al nocturn. L'avaluació es realitzarà durant un període de temps, entre dilluns i divendres, sempre que no siguin festius ni vigília de festius. Cada període d'avaluació es divideix en diferents fases de soroll, i el nivell d'avaluació es calcula d'acord amb la formulació descrita a l'annex 1 de la Llei.

7.2.1. Vies urbanes i travesseres noves

| Vies urbanes | | |
|----------------------|---------------------------------|--------------------|
| Zona de sensibilitat | Valors d'immissió | |
| | Valor límit d'immissió en dB(A) | |
| | Dia (7.00-23.00 h) | Nit (23.00-7.00 h) |
| A, alta | 60 | 50 |
| B, moderada | 65 | 55 |
| C, baixa | 70 | 60 |

«A les vies urbanes i travesseres, quan diàriament la intensitat mitjana de vehicles és igual o superior a 25.000 vehicles, els valors límit d'immissió s'incrementen en 5 dB(A).»

| Travesseres urbanes noves | | |
|---------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Zona de sensibilitat | Valors d'immissió | |
| | Valor límit d'immissió en dB(A) | |
| | Dia (7.00-23.00 h) | Nit (23.00-7.00 h) |
| Arreu moderada | 65 | 55 |

Travessera: carretera que travessa un àmbit urbà.

7.2.2. Vies i travesseres urbanes existents

| Vies i travesseres urbanes existents | | |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------------|
| Zona de sensibilitat | Valors d'immissió | |
| | Valor d'atenció en dB(A) | |
| | Dia (7.00-23.00 h) | Nit (23.00-7.00 h) |
| A, alta | 65 | 60 |
| B, moderada | 66 | 63 |
| C, baixa | 75 | 70 |

a) Mesures de millora acústica

A les vies urbanes i travesseres existents, quan se superi el valor d'atenció, la Llei estableix l'elaboració de plans específics de mesures per minimitzar l'impacte acústic.

A les vies urbanes i travesseres existents, quan se superi el valor d'atenció, la Llei estableix l'elaboració de plans específics de mesures per minimitzar l'impacte acústic

8. Control del soroll dels vehicles a motor

El control dels vehicles a motor correspon als ajuntaments. El Departament de Treball, Indústria, Comerç i Turisme de la Generalitat disposa d'unitats per facilitar aquesta tasca als municipis que ho sol·licitin.

9. Infraestructures

9.1. Carreteres, línies aèries d'alta tensió, infraestructures ferroviàries i marítimes. Nivells d'immissió en l'ambient exterior

Els períodes d'avaluació es calculen separatament per a l'horari diürn i per al nocturn. L'avaluació és realitzarà durant un període de temps entre dilluns i divendres, sempre que no siguin festius ni vigília de festius. Cada període d'avaluació es divideix en diferents fases de soroll, i el nivell d'avaluació es calcula d'acord amb la formulació que es descriu a l'annex 1 de la Llei.

9.1.1. Infraestructures noves: carreteres, línies aèries d'alta tensió, infraestructures ferroviàries i marítimes

| Zona de sensibilitat | Valors d'immissió | |
|----------------------|---------------------------------|--------------------|
| | Valor límit d'immissió en dB(A) | |
| | Dia (7.00-23.00 h) | Nit (23.00-7.00 h) |
| Arreu moderada | 65 | 55 |
| Masies* | 60 | 50 |

* **Masies:** Als habitatges situats al medi rural, els són d'aplicació els valors límit d'immissió a una zona de sensibilitat acústica alta de l'annex I de la Llei, si compleixen les condicions següents: *a)* estar habitat de manera permanent, *b)* estar aïllats i no formar part d'un nucli de població, *c)* estar en sòl no urbanitzable, i *d)* no estar en contradicció amb la legalitat urbanística.

9.1.2. Infraestructures existents: carreteres, línies aèries d'alta tensió, infraestructures ferroviàries i marítimes

| Zona de sensibilitat | Valors d'immissió | |
|----------------------|--------------------------|--------------------|
| | Valor d'atenció en dB(A) | |
| | Dia (7.00-23.00 h) | Nit (23.00-7.00 h) |
| A, alta | 65 | 60 |
| B, moderada | 68 | 63 |
| C, baixa | 75 | 70 |



Foto: Manuel de Zarobe

Impacte del soroll ferroviari sobre els habitatges.

A efectes d'aquesta Llei, una carretera es considera *existent* si l'11 d'octubre de 2002 tenia aprovat el projecte o efectuada la declaració d'impacte ambiental. Les carreteres que tinguin valors d'immissió fixats per una declaració d'impacte ambiental es regiran per aquests si són més restrictius.

a) Pla de mesures per minimitzar l'impacte acústic

Quan se sobrepassin els valors d'atenció, l'administració titular de la infraestructura ha d'elaborar, donant audiència a les administracions afectades, un pla de mesures per minimitzar l'impacte acústic. Aquest pla ha d'establir un termini plausible per a l'assoliment dels valors d'immissió.

9.1.3. Espais tancats

Als vagons, sales d'espera i estacions de metro, el nivell sonor màxim permès és el nivell sonor de fons més 5 dB(A). Per soroll de fons s'entendrà el del percentil 90 d'una hora mitjana.

9.1.4. Espais oberts

A les estacions de metro o tren a cel obert, el valor límit d'immissió és el de la zona de sensibilitat acústica que correspon a l'emplaçament.

9.2. Infraestructures de transport aeri. Nivells d'immissió en l'ambient exterior

Els períodes d'avaluació es calculen separatament per a l'horari diürn i per al nocturn. Cada període d'avaluació es divideix en diferents fases de soroll, i el nivell d'avaluació es calcula d'acord amb la formulació descrita a l'annex 2 de la Llei.

| Zona de sensibilitat | Valors límit d'immissió en dB(A) | | | Valors d'atenció en dB(A) | | |
|----------------------|----------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|--------------------|--------|
| | Dia (7.00-23.00 h) | Nit (23.00-7.00 h) | Màxims | Dia (7.00-23.00 h) | Nit (23.00-7.00 h) | Màxims |
| A, alta | 60 | 50 | 80 | 65 | 60 | 85 |
| B, moderada | 65 | 55 | 85 | 68 | 63 | 88 |
| C, baixa | 70 | 60 | 90 | 75 | 70 | 93 |

10. Ajuts, informació i col·laboració

Les entitats locals han de posar a disposició dels ciutadans les dades relatives al soroll, promoure campanyes d'educació, formació i sensibilització ciutadana, establir línies d'ajut per promoure l'adaptació de les activitats, les instal·lacions i altres a les prescripcions de la Llei, i en el marc del principi de col·laboració poden promoure convenis de col·laboració amb l'Administració de la Generalitat per aplicar les mesures que estableix la Llei.

11. Règim sancionador

Les infraccions a la Llei poden ser sancionades amb multes de fins a 900 euros si són lleus, d'entre 901 i 12.001 euros si són greus, i de fins a 300.000 euros si són molt greus.

12. Conclusions

La Llei és una aposta de futur a mitjà termini, ja que basa el seu sistema de millora de la qualitat acústica a fixar valors límit d'immissió exigents per a tot el que sigui nou, de manera que la regeneració pròpia del fet urbà, de les infraestructures i de les

Fins que tots els municipis no aprovin el seu mapa de capacitat acústica, no es podran fixar els objectius de qualitat en el territori, per a l'urbanisme, les activitats i les vies urbanes per manca de definició



Dibuix de Pilarín Bayés

Quadríptic de la Campanya d'educació ambiental de l'Ajuntament de Matadepera del 1991.

activitats internalitzi els costos d'integrar el vector soroll a mesura que es produeix el canvi.

La llei catalana permet un elevat grau d'aplicació des de la seva entrada en vigor pel que fa a les infraestructures; però per a l'urbanisme, les activitats i les vies urbanes cal l'aprovació del mapa de capacitat acústica. Això demana una vegada més l'esforç de l'Administració local per elaborar els mapes, aprovar o adequar ordenances i, en definitiva, esdevenir el motor de la llei.

La llei catalana haurà d'adequar el contingut dels seus annexos als objectius de qualitat que en un futur establirà el reglament de la llei espanyola. Mentre això no succeeixi són d'aplicació els valors esmentats en aquest article.



El Projecte de llei del soroll

José Manuel Sanz Sa
Enginyer industrial
Cap del Servei de Disseny de Plans
Ministeri de Medi Ambient

Les dades disponibles sobre l'exposició global al soroll de la població dels països europeus són generalment escasses



Foto: Maria Llorens

Les enquestes ambientals solen indicar com a principal problemàtica el soroll.

La ràpida industrialització, el particular desenvolupament urbanístic, el creixement de les activitats de lleure i del turisme, com també l'espectacular augment del parc automobilístic i del trànsit aeri a determinades zones, el clima i el caràcter extravertit típicament espanyol, produeixen elevats nivells d'exposició a la contaminació acústica, especialment al soroll ambiental, que s'estenen en el temps i en l'espai i afecten una gran part de la població, sobretot la que habita en grans aglomeracions urbanes.

En general, les dades disponibles sobre l'exposició global al soroll de la població dels països europeus són generalment escasses, si es comparen amb les obtingudes per conèixer altres problemes mediambientals. D'altra banda, hi ha moltes llacunes, i, sovint, quan les dades estan disponibles, són difícils de comparar entre si a causa de la utilització de diferents mètodes d'obtenció i als diferents indicadors utilitzats per expressar-les.

A partir de dades sobre l'exposició al soroll a Europa, obtingudes per l'OCDE el 1993, i que inclouen dades de catorze països, s'han elaborat recentment uns quants estudis en els quals s'ha estimat que entre el 17 i el 22% (prop de 80 milions de persones) de la població de la Unió Europea està exposada durant el dia a nivells de soroll continu, produïts pel transport rodat, superiors als que generalment es consideren acceptables, és a dir, de més de 65 dB(A). Uns nivells de soroll que els científics i els professionals de la salut consideren inacceptables, i que fa que se sentin molestes la majoria de les persones, a les quals pertorba el son i els fa patir efectes nocius per a la salut. Uns altres 170 milions de ciutadans, que viuen a les anomenades «zones grises», estan exposats a nivells de soroll entre 55 i 65 dB(A), uns nivells de soroll a partir dels quals, durant el dia, les persones comencen a sentir molèsties serioses.

Molts europeus consideren el soroll ambiental causat pel trànsit i les activitats industrials i recreatives com el seu principal problema ambiental local, especialment a les zones urbanes. El nombre creixent de queixes de la població relacionades amb el soroll és una prova que la sensibilitat dels ciutadans per aquest problema ambiental és cada vegada més gran. Per exemple, l'enquesta sobre medi ambient de l'Eurobaròmetre del 1995 va mostrar que el soroll era l'únic problema ambiental que mostrava un augment de les queixes de la població des del 1992. La mateixa enquesta indicava un augment significatiu de la voluntat de l'opinió pública que es prenguessin mesures per reduir el soroll.

No obstant això, i fins i tot coneixent-se aquesta situació, la contaminació acústica no ha estat tradicionalment objecte d'atenció preferent en les actuacions normatives sobre protecció del medi ambient. De fet, a Espanya, la contaminació acústica manca fins el moment actual d'una norma general reguladora d'àmbit estatal, i el seu tractament normatiu, fins no fa gaire en què algunes comunitats autònomes han desenvolupat normes sobre protecció contra la contaminació acústica, s'ha circumscrit a les previsions de la normativa civil quant a relacions de veïnatge i motiu de perjudicis; a la normativa sobre limitació del soroll en l'ambient laboral; a les disposicions

tècniques per a l'homologació de vehicles, avions subsònics, maquinària d'ús exterior i productes, i a les ordenances municipals que concerneixen el benestar ciutadà o el planejament urbanístic.

Aquesta reglamentació, centrada principalment en mesures encaminades a reduir la contaminació acústica en les fonts que la produeixen, ha anat donant els seus fruits, però les dades obtingudes mostren que, malgrat la constant millora de l'estat de l'art en la fabricació d'aquestes fonts, pel que fa a les emissions acústiques, el resultat beneficiós d'aquestes mesures sobre la contaminació acústica ambiental s'ha vist minorat per la combinació d'altres factors que encara no han estat resolts. És a dir, que el resultat global és que els nivells de contaminació acústica continuen augmentant.

Diàriament incideixen sobre l'ambient múltiples fonts d'emissió acústica, de manera que es constata la necessitat de considerar la contaminació acústica ambiental com un producte de múltiples emissions generades per les activitats humanes, inclòs el soroll emès pels mitjans de transport, pel trànsit rodat, ferroviari i aeri i per emplaçaments d'activitats industrials, com ara les descrites a la Llei 16/2002, sobre prevenció i control de la contaminació, que contribueixen a generar nivells de contaminació acústica poc recomanables des del punt de vista sanitari, del benestar i de la productivitat.

La Unió Europea ha pres consciència de la necessitat d'aclarir, harmonitzar i prioritzar l'entorn normatiu del soroll ambiental, per poder emprendre accions preventives i reductores del soroll a l'ambient. En aquesta línia, els treballs de la Unió Europea han conduït a l'adopció de la Directiva 2002/49/CE, sobre avaluació i gestió del soroll ambiental.

La transposició d'aquesta Directiva oferiria una oportunitat idònia perquè, al mateix temps que s'incorporava al dret intern, es dotés de major estructura i cohesió l'ordenació de la contaminació acústica en l'àmbit estatal, tot aglutinant els treballs que ja s'anaven desenvolupant en aquesta matèria. En aquesta línia d'actuació, el Projecte de llei del soroll aprovat el passat mes de març pel Consell de Ministres i remès a les Corts perquè en facin la tramitació parlamentària, tracta d'aconseguir aquests objectius.

El Projecte de llei del soroll, l'abast i el contingut del qual són més amplis que els de la Directiva comunitària, que per mitjà d'aquell es transposa, té per objectiu prevenir, vigilar i reduir la contaminació acústica, per evitar i reduir els danys que d'aquesta poden derivar-se per a la salut humana, els béns o el medi ambient.

Cal destacar que dins de l'àmbit d'aplicació del Projecte de llei es troben, a més de tots els emissors acústics de tota mena, entenent-se per emissor acústic qualsevol activitat, infraestructura, equip, maquinària o comportament que generi contaminació acústica, siguin de titularitat pública o privada, i també les edificacions en la seva qualitat de receptors acústics.

Per tant, es tracta d'establir limitacions tant als emissors acústics com a determinats receptors, per mirar d'evitar les situacions conflictives per contaminació acústica, tan comunes a totes les ciutats, derivades principalment de la relació entre les infraestructures del transport i les edificacions d'habitatges.

S'exclou, però, de l'àmbit d'aplicació del Projecte de llei, la contaminació acústica generada per determinats emissors acústics. Així doncs, queda exclosa de l'abast del Projecte de llei la contaminació acústica originada en la pràctica d'activitats domèstiques o en les relacions de veïnatge, sempre que no excedeixi els límits tolerables de conformitat amb els usos locals, i això, pel fet que, en la tradició jurídica espanyola i d'altres països del nostre entorn més proper, les relacions de veïnatge s'ha aplicat fins ara a tota mena d'immissions, incloent-hi les sonores, un criteri de raonabilitat que es vincula a les pràctiques consuetudinàries del lloc.

D'altra banda, s'exclou també l'activitat laboral en tant que emissor acústic i la contaminació acústica produïda per aquella en el corresponent lloc de treball, que seguirà regint-se per la normativa sectorial aplicable, constituïda principalment per la Llei 31/1995, de prevenció de riscos laborals, i la seva normativa de desenvolupament, així com el Reial decret 1316/1989, sobre protecció dels treballadors enfront dels riscos derivats de l'exposició al soroll durant el treball.



Foto: Maria Llorens

La limitació de soroll de les motos, és sens dubte un objectiu prioritari.

Així mateix, s'exclouen les activitats militars, que es regiran per la seva legislació específica.

Zonificació acústica. Objectius de qualitat

Un aspecte nou de Projecte de llei és la introducció del concepte de *qualitat acústica*, que es defineix com el grau d'adequació de les característiques acústiques d'un espai a les activitats que es duen a terme en el seu àmbit.

Per aconseguir la qualitat acústica es recorre a la zonificació acústica del territori mitjançant la delimitació de diferents tipus d'àrees acústiques, classificades en atenció a l'ús predominant del sòl. En cada tipus d'àrea acústica es fixaran objectius de qualitat acústica que li siguin aplicables, de manera que es garanteixi, a tot el territori de l'Estat espanyol, un nivell mínim de protecció enfront de la contaminació acústica.

D'aquesta manera, les àrees acústiques són zones del territori que comparteixen idèntics objectius de qualitat acústica, entenen aquests com el conjunt de requisits que, en relació amb la contaminació acústica, s'han de complir en un moment determinat en un espai determinat.

Cal destacar que el Projecte de llei estableix que es fixin, a més dels objectius de qualitat a l'espai exterior, objectius de qualitat aplicables a l'espai interior habitable de les edificacions, la qual cosa incideix en el tractament que fins ara s'aplicava pel que fa a la protecció acústica dels edificis, i que ara estarà determinat per la contaminació acústica del lloc on se situen els edificis sensibles.

Amb relació a la zonificació acústica, interessa esmentar dos supòsits especials previstos pel Projecte de llei i que són, d'una banda, les reserves de sons d'origen natural i, de l'altra, les zones de servitud acústica. La peculiaritat que totes dues comparteixen és que no tenen consideració d'àrees acústiques, pel fet que en cap cas no s'establirà per a aquestes objectius de qualitat acústica. En conseqüència, els dos tipus d'espais s'exclouran de l'àmbit de les àrees acústiques en què es divideixi el territori.

La zonificació acústica i la seva representació gràfica sobre el territori donaran lloc a la cartografia dels objectius de qualitat acústica. Els mapes resultants d'aquesta representació gràfica es conceben com a instrument important per facilitar l'aplicació dels valors límit d'emissió i immissió als emissors acústics, de manera que a cada àrea acústica caldrà respectar els valors límit que facin possible el compliment dels corresponents objectius de qualitat acústica.

No obstant l'anterior, la llei es dota de la necessària flexibilitat a fi de preveure situacions en les quals, amb caràcter excepcional, pugui ser necessari suspendre l'e-

Foto: Salvador Fuentes



Les zones de prioritat invertida tindran objectius de qualitat acústica.

xigibilitat dels objectius de qualitat acústica, bé en ocasió de la celebració de determinats esdeveniments, bé a sol·licitud dels titulars d'algun emissor acústic en determinades circumstàncies, o bé en situacions d'emergència, i, en aquest últim cas, sense que sigui necessària cap autorització, sempre que es compleixin els requisits marcats per la llei.

Un supòsit peculiar, ja enunciat anteriorment, és el de les «zones de servitud acústica», enteses com els sectors del territori situats a l'entorn de les infraestructures de transport viari, ferroviari, aeri, portuari o d'altres equipaments públics que es determinin reglamentàriament, delimitats en els mapes de soroll, en els quals les immissions podran superar els objectius de qualitat acústica aplicables a les corresponents àrees acústiques i on es podran establir restriccions per a determinats usos del sòl, activitats, instal·lacions o edificacions, amb la finalitat d'evitar l'aparició de problemes de contaminació acústica.

Cartografia acústica. Mapes de soroll

Amb la finalitat de disposar d'informació uniforme sobre els nivells de contaminació acústica en els diferents punts del territori, tot aplicant criteris homogenis de mesurament que permetin fer comparables entre si els nivells de contaminació acústica existents a cada lloc, es preveu l'aprovació, previ tràmit d'informació pública, dels denominats mapes de soroll corresponents a:

- Cadascun dels grans eixos viaris, dels grans eixos ferroviaris, dels grans aeroports i de les aglomeracions, és a dir, els municipis amb una població superior a 100.000 habitants.
- Les àrees acústiques en les quals es comprovi l'incompliment dels corresponents objectius de qualitat acústica.

Els mapes de soroll són un element previst per la Directiva sobre soroll ambiental. El calendari d'elaboració dels mapes de soroll, corresponents a l'apartat primer anterior, d'acord amb les previsions de la Directiva sobre soroll ambiental, és el següent:

- Abans del dia 30 de juny de 2007, els corresponents a cadascun dels grans eixos viaris el trànsit dels quals superi els sis milions de vehicles l'any, dels grans eixos ferroviaris el trànsit dels quals superi els 60.000 trens l'any, dels grans aeroports, i de les aglomeracions amb més de 250.000 habitants.
- Abans del dia 30 de juny de 2012, els corresponents a cadascun dels restants grans eixos viaris, grans eixos ferroviaris i aglomeracions.

Els mapes de soroll tenen per finalitat l'avaluació global de l'exposició actual a la contaminació acústica d'una zona determinada

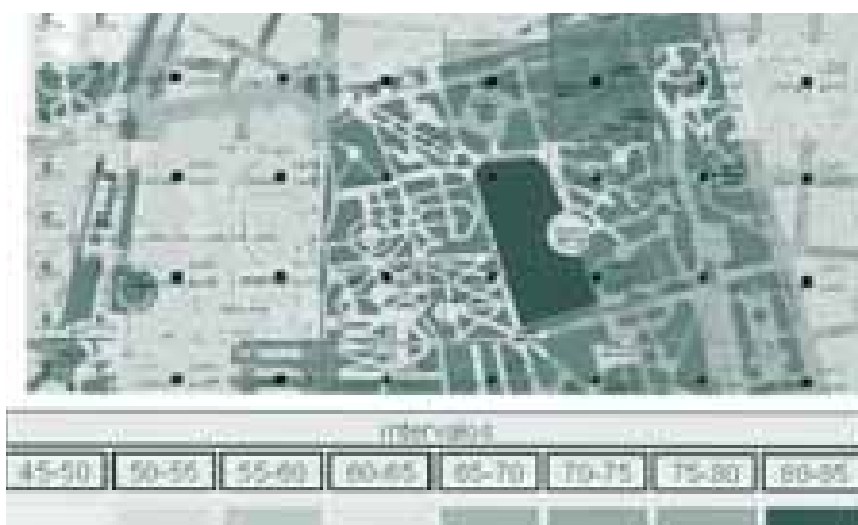


Foto: Plácido Perea

Els mapes acústics avaluen i preveuen l'exposició a la contaminació acústica.

Els mapes de soroll tenen per finalitat l'avaluació global de l'exposició actual a la contaminació acústica d'una zona determinada, de manera que es puguin fer prediccions i adoptar plans d'acció en relació amb aquella.

La combinació dels mapes de soroll, que mostren la situació acústica real i present, amb la cartografia de qualitat acústica, que representa els objectius de qualitat acústica de cada àrea acústica en què es divideixi el territori, així com les zones de servitud acústica que s'estableixin, serviran de base per presentar de manera clara i atractiva la informació que caldrà posar a la disposició del públic, i per planificar les mesures de prevenció i correcció de la contaminació acústica.

Prevenció i correcció de la contaminació acústica

Un altre aspecte important del Projecte de llei és la prevenció i correcció de la contaminació acústica. En aquest sentit, es preveuen instruments dels quals les administracions poden servir-se per procurar el màxim compliment dels objectius de qualitat acústica. Aquests instruments es divideixen, amb caràcter general, en dos grans blocs: instruments d'acció preventiva i instruments d'acció correctora.

Dins de l'acció preventiva, hi ha els instruments següents:

1. La planificació territorial i el planejament urbanístic, que han de tenir en compte sempre els objectius de qualitat acústica de cada àrea acústica a l'hora d'emprendre qualsevol classificació del sòl, aprovació de planejament o mesures similars.

2. La intervenció administrativa sobre els emissors acústics, que s'ha de produir de manera que s'asseguri que s'adopten les mesures adequades de prevenció de la contaminació acústica que puguin generar aquells, i que no se superi cap valor límit d'emissió aplicable.

És important destacar que aquesta intervenció no representa de cap manera la introducció d'una nova figura d'autorització administrativa, sinó que l'avaluació de la repercussió acústica s'integra en els procediments ja existents d'intervenció administrativa, a saber, l'atorgament de l'autorització ambiental integrada, les actuacions relatives a l'avaluació d'impacte ambiental i les actuacions relatives a la llicència municipal regulada pel Decret 2414/1961, de 30 de novembre, pel qual s'aprova el Reglament d'activitats molestes, insalubres, nocives i perilloses, o la normativa autonòmica aplicable en aquesta matèria.

També cal assenyalar que els canvis en les millors tècniques disponibles que puguin reduir significativament els índexs d'emissió sense imposar costos excessius poden donar lloc a revisió dels actes d'intervenció administrativa prèviament acordats sense que d'això es derivi indemnització per als afectats.

3. L'autocontrol de les emissions acústiques pels mateixos titulars d'emissors acústics.

4. La prohibició, llevat d'excepcions, de concedir llicències de construcció d'edificacions destinades a habitatges, usos hospitalaris, educatius o culturals si els índexs d'immissió incompleixen els objectius de qualitat acústica que siguin d'aplicació a les corresponents àrees acústiques.

5. La creació i delimitació de «reserves de sons d'origen natural», enteses com a zones en les quals la contaminació acústica produïda per l'activitat humana no pertorbi els esmentats sons.

L'acció correctora es fa necessària a les denominades «zones de protecció acústica especial (ZPAE)» i a les «zones de situació acústica especial (ZSAE)». Les primeres són àrees acústiques en les quals s'incompleixen els objectius aplicables de qualitat acústica, fins i tot en el cas que els emissors acústics no ultrapassin els valors límit d'emissió. Una vegada declarades, convé elaborar plans zonals per a la millora acústica progressiva del medi ambient en aquelles, fins a arribar als objectius de qualitat acústica corresponents.

No obstant això, quan els plans zonals hagin fracassat en l'intent de rectificar la situació, convé declarar el lloc com a zona de situació acústica especial, tot admetent la inviabilitat que s'hi compleixin aquells objectius a curt termini, però preveient

mesures correctores encaminades a millorar els nivells de qualitat acústica a llarg termini, i assegurar que es compleixin, en tot cas, a l'ambient interior.

Es preveuen, així mateix, uns instruments intermedis, que poden ser tant preventius com correctius: els plans d'acció en matèria de contaminació acústica. Aquests plans han de correspondre, quant al seu abast, amb els àmbits territorials dels mapes de soroll, i tenen per objectiu afrontar globalment les qüestions relatives a contaminació acústica, fixar accions prioritàries per al cas d'incomplir-se els objectius de qualitat acústica i prevenir l'augment de contaminació acústica a les zones que en pateixin en escassa mesura.

Finalment, es preveu la inspecció i el règim sancionador. Pel que fa a la inspecció, es preveu que els funcionaris que facin tasques d'inspecció en matèria de contaminació acústica tindran el caràcter d'agents de l'autoritat i podran accedir a qualsevol lloc, instal·lació o dependència, de titularitat pública o privada, tot requerint-se, en el supòsit d'entrades domiciliàries, el previ consentiment del titular o una resolució judicial.

D'altra banda, els titulars dels emissors acústics regulats per aquest Projecte de llei estan obligats a prestar a les autoritats competents tota la col·laboració que sigui necessària, a fi de permetre'ls fer els exàmens, controls, mesuraments i tasques de recollida d'informació que siguin pertinents per al compliment de les seves funcions.

Cal destacar que es preveu l'aplicació d'una taxa el propòsit de la qual és repercutir el cost de les inspeccions sobre el titular del corresponent emissor acústic objecte d'inspecció.

En el règim sancionador, es tipifiquen les infraccions i les sancions, sense perjudici de les competències que gaudeixen tant les comunitats autònomes com els mateixos ajuntaments per establir infraccions administratives addicionals. Les infraccions administratives relacionades amb la contaminació acústica es classifiquen en molt greus, greus i lleus.

A manera d'exemple, s'indica que els casos d'infraccions molt greus podran donar lloc a la imposició de totes o algunes de les sancions següents:

- Multes des de 12.001 fins a 300.000 euros.
- Revocació de l'autorització ambiental integrada, l'autorització o aprovació del projecte sotmès a avaluació d'impacte ambiental, la llicència d'activitats classificades o altres figures d'intervenció administrativa en les quals s'hagin establert condicions relatives a la contaminació acústica, o la suspensió de la seva vigència per un període de temps comprès entre un any i un dia i cinc anys.
- Clausura definitiva, total o parcial, de les instal·lacions.

A manera de resum, es pot concloure que el Projecte de llei del soroll respon a una demanda social creixent i aborda en la seva integritat i completa tots els aspectes que és necessari regular jurídicament per protegir tant els éssers vius, com els béns i el medi ambient en general contra la contaminació acústica.

Dota d'una major estructura, coherència, homogeneïtat i ordre l'ordenament jurídic espanyol sobre contaminació acústica, i es trasllada al mateix temps al dret intern espanyol la Directiva sobre avaluació i gestió del soroll ambiental.

El projecte de llei no prejutja quins seran els objectius de qualitat acústica que s'establiran per a cada àrea acústica, i es fan certes precisions i matisacions que obligaran a ser molt realistes a l'hora d'abordar el desenvolupament reglamentari de la llei. En particular, s'estima que la consideració del factor cost econòmic / benefici ecològic haurà de ser decisiva per establir, entre altres criteris, els corresponents als objectius de qualitat.

El Projecte de llei del soroll respon a una demanda social creixent i aborda en la seva integritat i completa tots els aspectes que és necessari regular jurídicament



El condicionament acústic als edificis. Codi tècnic de l'edificació

Dr. Robert Barti
 Director del Centre de Desenvolupament Acústic (CeDA)
 robert@salleurl.edu

Introducció

L'habitatge ha experimentat un gran creixement els darrers anys. La millor qualitat de vida també ha fet que aquests disposin de majors i millors serveis. Quan hom adquireix un pis o una casa, mira l'estat de les parets, els acabats, com són les instal·lacions, les finestres, etc. El primer habitatge generalment no és el definitiu. Les joves parelles, casades o no, busquen un espai on gaudir d'una intimitat que no tenen. Aviat s'adonen, però, que, a banda dels aspectes estètics, els acabats i el color de les parets, la seva intimitat no ha passat desapercebuda per la resta de veïns del bloc. La crua realitat és que les parets «tenen orelles», com es diu vulgarment.

El primer habitatge

Els joves prefereixen tenir el seu habitatge proper a les zones cèntriques de les ciutats. Estar a prop dels restaurants, cinemes, bars, etc. es la il·lusió més gran. El soroll i els inconvenients associats, ben poc els importen; formen part de la «moguda». Passats uns quants anys, però, les coses canvien. El seu nivell de vida canvia, i la vida en parella també, amb l'arribada del primer fill. L'habitatge s'ha quedat petit i cal buscar-ne un altre de més gran. I en la cerca, a banda dels acabats i les comoditats, es valoren molt altres conceptes: la proximitat del transport, escoles, mercats i botigues, i, sobretot, estar lluny de bars o discoteques. També es mira l'orientació, la lluminositat, i sobretot un aspecte nou, però dels més importants: el soroll.

Evolució constructiva

Els nous habitatges teòricament són millors, amb millors acabats i més serveis; però, segons la *vox populi*, sembla que les nostres residències estan insuficientment aïllades acústicament. L'estructura reticular permet gaudir d'una major rigidesa, i, per tant, mecànicament són millors que les solucions d'obra tradicionals. Tanmateix, la rigidesa fa que qualsevol impacte sobre aquesta estructura es propagui per tot l'edifici tant verticalment com horitzontalment. Així doncs, el trepig amb sabates de sola dura, la caiguda i el rodolament d'objectes, etc. seran sentits perfectament pel veí de sota. En construccions horitzontals que comparteixen el mateix forjat, aquest problema encara és més accentuat, ja que les vibracions poden arribar a cases llunyanes sense que les parets de separació puguin impedir-ho. Sentim el veí que ronca, les instal·lacions d'aigua, les aixetes, els cops de les portes, etc. En definitiva, ens adonem

La manca d'aïllament acústic, tant aeri com de vibració, comporta una manca d'intimitat en les nostres activitats quotidianes

que no estem sols. La manca d'aïllament acústic, tant aeri com de vibració, comporta una manca d'intimitat en les nostres activitats quotidianes. També el soroll exterior ens envaeix i dificulta la correcta audició dels programes de televisió, o bé simplement el fet de poder tenir una conversa tranquil·la. La majoria de queixes per soroll exterior són de persones que viuen sobre una parada d'autobús o en una cruïlla de carrers. El soroll del trànsit es caracteritza per generar una quantitat important de soroll de baixa freqüència. Aquests senyals aconsegueixen entrar a la nostra llar amb molta facilitat.

Estem envoltats diàriament de múltiples sorolls. El soroll afecta igualment totes les persones, sense distinció de sexe, edat, estatus social o nivell cultural. Tenim soroll al carrer, als restaurants, bars i cafès, on cal cridar per superar les veus dels nostres veïns. Hi ha carrers on la quantitat de discoteques i de bars musicals és excessiva i acaba amb el merescut descans dels veïns. Al nostre país el sorollós imposa la seva llei. Les reiterades queixes de persones sotmeses al soroll, moltes vegades són com predicar en el desert. El més punyent és observar que les persones que es lucren gràcies al poc descans dels veïns, cada dia són més rics. Sortosament, la sensibilització social envers el soroll fa que algunes resolucions judicials acabin donant la raó als qui pateix el soroll, i així van creant jurisprudència.

Per què són tan dolentes les condicions acústiques dels habitatges? Si fem una petita anàlisi, trobarem un projecte correcte però mancat d'un estudi acústic, unes execucions d'obra poc acurades, i una relació de materials que en alguns aspectes són poc adients. Tot plegat dóna un resultat bastant deficient respecte a les condicions acústiques. Un factor que cal tenir en compte és la subcontractació. Determinades empreses s'enduen els contractes que posteriorment no executen, sinó que «passen la pilota» a segons, i aquests a tercers, i així fins que a última hora el qui realitza l'obra físicament ho fa amb uns recursos molt limitats (a cada subcontractació es perd un bon percentatge), i aleshores tant la mà d'obra com els materials no són els que inicialment estaven previstos. Com que no hi ha un control final d'obra, doncs moltes vegades els materials que no són vistos (absorbents acústics), senzillament no es posen.

Nivells màxims recomanats

El màxim nivell de soroll recomanat per l'OMS és de 65 dB(A); al carrer, és clar; però és que la qüestió fonamental no és el soroll al carrer, sinó quant de soroll tenim dins de casa. ¿És molt, 65 dB(A) de soroll? La resposta és que és un valor important no excessivament elevat. Amb 65 dB(A) podem mantenir converses amb certa dificultat. Però la qüestió és saber com «sonen» aquest 65 dB(A). Pot ser un soroll de motor d'un vehicle, pot ser una música, o pot ser una sirena. I, encara que donessin el mateix nivell de pressió acústica, dels tres casos esmentats el més molest és sens dubte la sirena, seguit del motor i en últim lloc la música. Això, és clar, de dia, perquè de nit la música pot ser molt més molesta que no pas el soroll del vehicle. La valoració del grau de molèstia del soroll és molt subjectiva. És impossible valorar com és un so partint d'una sola magnitud, corresponent en aquest cas a la pressió acústica en un punt –mesurada en decibels, dB(A). El so és massa complex per ser valorat amb una sola xifra. En alguns casos, els nivells d'aïllament de l'habitatge compleixen els mínims exigits; però, tot i així, es pot sentir el «bum-bum» de la música. Les mesures en dB(A) menyspreen el «bum-bum», i per tant no queda reflectit en els valors indicats.

La valoració del grau de molèstia del soroll és molt subjectiva

Funcions de l'oïda

Hom realitza moltes funcions utilitzant l'oïda sense ni tan sols adonar-se de la importància que té aquest sentit tan delicat. Posarem alguns exemples per destacar la importància de l'oïda.

Caminant per la vorera d'un carrer, sentim darrere nostre el soroll d'una moto. Sense haver-nos de girar, sabem si la moto se'ns acosta i si ho fa accelerant, derrapant, etc. Moltes vegades creuem un carrer sense mirar si vénen cotxes o altres vehicles per-

què ens refiem de l'orella. En algun cas hi ha hagut alguna topada amb bicicletes que no fan soroll. Certament, no estem acostumats als vehicles que no fan soroll.

Altres funcions de l'oïda ens permeten, per exemple, localitzar la procedència del so, seguir la conversa d'alguna persona entre altres veus, poder escoltar el nostre interlocutor en ambients sorollosos. Totes aquestes funcions són possibles per la presència de dues orelles: la percepció binaural. Disposem d'unes tres mil cinc-cents cèl·lules ciliades que ens donen informació al cervell sobre els sons. Comparats amb els milions d'elements sensibles a la llum que tenim a la vista, ens adonem de la importància de no perdre cap d'aquestes cèl·lules i de cuidar al màxim el nostre sentit auditiu.

EL CTE

El Codi tècnic de la edificació (CTE) en la part d'acústica fa referència a les condicions acústiques mínimes exigibles als edificis de nova construcció després de l'aprovaçió d'aquest Codi. En aquest moment n'esperem l'aprovaçió del redactat definitiu, que per diverses circumstàncies s'ha endarrerit notablement. El CTE exigeix, en general, uns nivells d'aïllament acústic similars als actuals de la NBE-CA-88. A la taula següent es comparen els valors actuals amb els proposats al nou CTE.

| | | NBE-CA-88 | CTE |
|--------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| | | Aïllament màx. (Ra) | Aïllament màx. (Dn,t) |
| Mateix usuari | Mateix ús | 30 | 30 |
| | Diferent ús | 35 | 30 |
| Diferent usuari | | 45 | 50 |
| Separació instal·lacions | | 55 | 55 |
| Separació activitats | | x | 60 |
| Aïllament façanes | Soroll trànsit | 30 dB(A) | 30 dB(A) |
| | Soroll aviació, tren | | 32 dB(A) |

Taula 1

Es fa una distinció entre el soroll del trànsit i el soroll de tren o avió, amb una diferència d'exigència al soroll d'únicament 2 dB(A)

Com podem observar, l'aïllament mínim exigible en tancaments interiors del mateix habitatge es mantenen, i fins i tot baixen, en el nou CTE. Per diferent ús, passem dels actuals 35 dB(A) als 30 dB(A). Augmenta l'aïllament mínim exigent entre diferents usuaris en 5 dB(A). Respecte a l'aïllament de façanes, es mantenen els nivells de l'actual NBE-CA-88. Això sí, es fa una distinció entre el soroll del trànsit i el soroll de tren o avió, amb una diferència d'exigència al soroll d'únicament 2 dB(A). Si en alguna cosa es diferencia el soroll de tren o avió, bàsicament són les vibracions que el primer aporta. El soroll d'avió pot superar bastant més de 2 dB(A) el soroll del trànsit. Les persones afectades pel soroll d'avió saben perfectament que 2 dB(A) queden molt lluny del diferencial real entre el soroll d'avió i el soroll del trànsit. Un increment tan minso no sembla que contribueixi gaire a penalitzar la presència d'aquest tipus de soroll.

Com podem observar, els valors d'aïllament més baixos són justament els de façana, que és l'element arquitectònic sotmès a un major nivell de soroll. Resulta si més no una mica preocupant que es demani un mínim d'aïllament de 30 dB(A) independentment del lloc on se situa la construcció. No és el mateix construir en una zona amb molt soroll de trànsit, o fer-ho en una zona apartada de la circulació.

Algunes ordenances fixen un valor màxim d'immissió acústica. Podem trobar-nos fàcilment que s'acompleix l'aïllament mínim fixat pel CTE i en canvi se superi el valor d'immissió màxim. Els nombrosos treballs i estudis realitzats arreu sobre el soroll exterior, sembla que no han estat utilitzats per definir els límits del nou CTE.

S'incrementa en 5 dB(A) l'aïllament mínim exigible en parets amb diferent usuari (entre veïns). És un increment que, evidentment, millora la qualitat acústica inte-



Foto: Manuel de Zarobe

L'impacte acústic del ferrocarril no sol tenir en compte les vibracions.

rior dels habitatges. També es considera el valor de 60 dB(A) d'aïllament entre habitatges i soroll d'activitat, que l'actual NBE-CA-88 ni tan sols considera.

Totes aquestes millores permetran gaudir d'un major confort acústic, tot i que continuarem tenint el mateix problema de fons: els valors d'aïllament en valors globals dB(A). És com parlar del temps i explicar si hi haurà més o menys claror per referir-se a les condicions meteorològiques. Ja sabem que de dia hi ha més llum que de nit, però hi ha altres indicadors millors per definir la climatologia: la temperatura, la humitat i la velocitat del vent, entre d'altres.

En acústica passa exactament el mateix: 50 dB(A) és un aïllament global, i, depenent del tipus de soroll, el nivell d'immissió acústica pot variar notablement. A continuació mostrem un exemple amb tres fonts de soroll que donen el mateix nivell global en dB(A) i s'avalua el nivell d'immissió acústica per a la mateixa paret.

Seria més adequat parlar d'aïllament per bandes dels elements constructius, en lloc de fer-ho amb valors globals

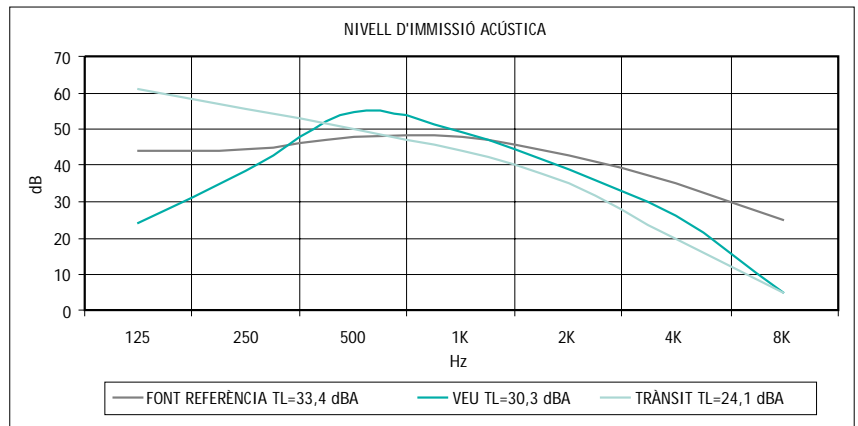


Figura 1

Al gràfic de la figura 1 es mostra el nivell d'immissió acústica per a una mateixa paret a la qual apliquem tres fonts diferents però que donen el mateix nivell SPL global en dB(A). Es pot comprovar que, encara que les tres fonts acústiques tinguin el mateix nivell de soroll global, el seu repartiment freqüencial fa que el nivell d'immissió acústica variï notablement. Concretament, l'aïllament real mesurat varia entre 24,1 i 33,4 dB(A) per als exemples de fonts indicats anteriorment. Per tant, seria més adequat parlar d'aïllament per bandes dels elements constructius, en lloc de fer-ho amb valors globals.

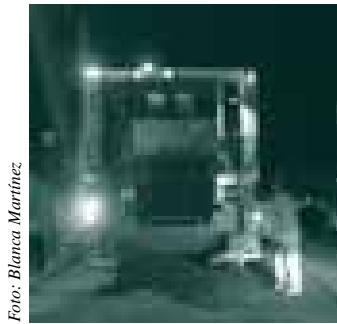


Foto: Blanca Martínez

Camión de recollida nocturna de RSU.

Una de les possibles novetats del CTE és incorporar uns nivells mínims d'aïllament acústic entre habitatge i local d'activitat, que a la proposta és de 60 dB(A). Amb aquest aïllament no totes les activitats produiran un nivell de soroll raonable dins de l'habitatge. Per exemple, una discoteca o bar musical: les baixes freqüències podran ser sentides perfectament pel veïnat de l'habitatge proper. Un altre cas són els transformadors ET. Aquest tipus d'instal·lació sol estar dins d'un petit recinte, ventilat i moltes vegades proper a nuclis habitats. El soroll de dia pot passar desapercebut, però de nit... les coses són molt diferents. Les components de baixa freqüència, típicament 100 Hz, passaran amb molta facilitat cap al recinte proper. Els 60 dB(A) no són cap garantia per aconseguir uns nivells d'immissió acústica baixos. Encara que el fabricant doni el nivell de potència acústica global –en dB(A)–, serà impossible de saber o preveure quin nivell d'immissió acústica hi haurà dins de l'habitatge. Per fer-ho, necessitem tant el repartiment freqüencial de la font, com l'aïllament per bandes de les estructures.

A les ciutats, el principal problema és el soroll del trànsit. Els elevats nivells de baixa freqüència que es generen no poden ser absorbits per les estructures cada vegada més rígides de les façanes dels edificis. Amb més freqüència es fan edificis en què tota la façana està recoberta de vidre, cosa que dificulta l'absorció del so.

Les solucions adoptades pel CTE

Com fer un disseny acústic per tal d'evitar tots aquests problemes? La millor solució, sens dubte, és recórrer a un professional que realitzi els càlculs adients. El sector de l'acústica pateix, malauradament, d'un intrusisme professional total. Qualsevol persona sense coneixements s'atreveix a posar-se el títol de «consultor acústic». Els enginyers tècnics de telecomunicació són els únics que tenen una experiència avalada per uns estudis específics en acústica.

El CTE ofereix la possibilitat d'utilitzar una base de dades amb un programa de càlcul molt senzill per fer el disseny d'una manera molt simple. Fins que no s'aprovi el CTE, no sabem com queda aquest apartat, però ha estat àmpliament criticat per experts del sector.

Les solucions adoptades no són més que solucions experimentades de les quals s'ha determinat el seu grau d'aïllament normalitzat. És clar que l'execució pot fer variar notablement aquests aïllaments obtinguts amb una suposada execució perfecta. Aquest és el principal problema. Molts factors són difícils d'avaluar: les transmissions laterals, les rigideses dels materials, la seva homogeneïtat, etc. Les solucions adoptades poden ser un primer pas per contribuir a millorar el disseny, sempre, és clar, que sigui un professional qualificat qui realitza els càlculs.

Les mesures in situ

El CTE preveu la realització de mesures *in situ*, a petició del usuari (pagant les despeses). En cas que es comprovés posteriorment que efectivament no compleix els mínims que marca la llei, aquest usuari tindrà dret a la reparació gratuïta per part del constructor. Quin problema hi ha? Doncs, en primer lloc, que el comprador d'un pis adquireix un habitatge que estrictament ningú no li garanteix que compleix els mínims que marca la llei. Això produeix una clara situació d'indefensió de l'usuari. En segon lloc, el propietari de l'habitatge ha de pagar-se de la seva butxaca l'estudi i les mesures tècniques. Si finalment se li dóna la raó, previsiblement recuperarà el que va pagar, tot i que, és clar, uns quants anys més tard. Què passaria si el comprador d'un habitatge no tingués aigua corrent? O si la connexió elèctrica fos defectuosa? És evident que aquests defectes tindrien una resposta per part de l'Administració molt més ràpida.

Quan un habitatge es ven, no se li pot donar la cèdula d'habitabilitat fins que les inspeccions del gas, de la llum i de l'aigua certifiquen que les instal·lacions són correctes. Llavors, per què no s'hi afegeix la certificació acústica? Pels comentaris generalitzats amb referència als deficientes aïllaments acústics d'alguns compradors d'obra nova, realment no queda clar si s'han comprat un pis o una tenda de campa-

nya. Les mesures *in situ* han de ser obligatòries. Aquestes mesures, defensades per una gran majoria de professionals del sector, seran sens dubte la solució a les abusives deficiències acústiques. Cal remarcar un cop més la necessitat que siguin els professionals qualificats els qui facin aquestes tasques.

Les noves tecnologies

El nou CTE previsiblement exigirà uns nivells d'aïllament en façanes excessivament baixos. Encara que hi ha excepcions, generalment en un carrer transitat i ha més nivell de soroll que no pas a l'interior d'un habitatge. El nivell de soroll al carrer pot superar els 70 dB(A), sense ser un carrer excessivament transitat. El soroll que hi ha a l'interior d'una sala es pot situar sobre els 60 dB(A) quan funciona un aparell de TV a un volum de so moderat. No sembla gaire adequat, doncs, que a l'element constructiu que estarà sotmès al més alt nivell de soroll se li exigeixi menys aïllament que a la resta.

El gràfic de la figura 2 il·lustra el nivell de volum quan s'escolta la TV, respecte del nivell de soroll de fons, procedent del carrer. Excepte en algun cas, es nota que el nivell d'audició d'un programa de TV se situa uns 15 dB(A) per sobre del soroll de fons. De totes les mostres analitzades, s'observa que el nivell mitjà per escoltar la TV se situa en 59,2 dB(A), mentre que el nivell de soroll de fons se situa en 43,8 dB(A). Podem concloure, doncs, que les persones tenen un comportament de respecte en general pels veïns (sempre hi ha excepcions, evidentment); però volums de so que no arriben als 60 dB(A) confirmen una moderació. Amb aquestes dades, els 50 dB(A) que exigirà el nou CTE poden ser suficients; però, serà així en el futur?

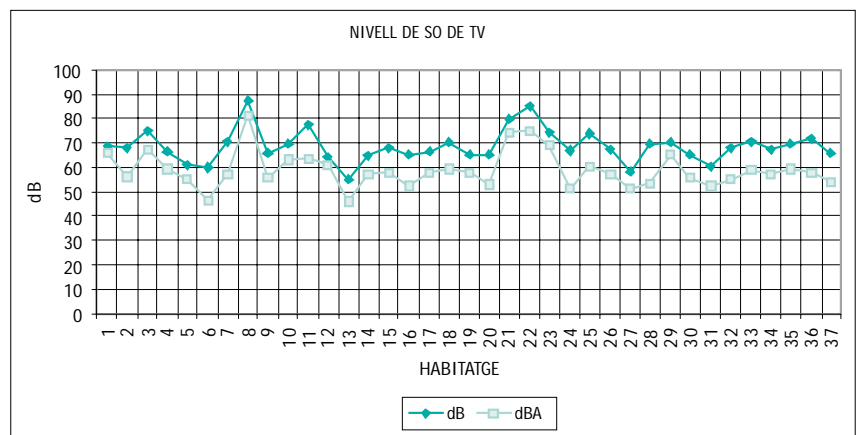


Figura 2

Destaquem els casos 21 i 22, que disposen de sistema Dolby 5.1 multicanal. Justament en aquests casos el nivell de soroll de fons és menor que la mitjana, i en canvi el nivell de so és notablement més elevat que la mitjana, uns 10 dB(A) més. Aquesta circumstància fa preveure que en pocs anys les queixes per soroll veïnal augmentaran espectacularment. La dinàmica observada en aquests casos és d'uns 40 dB(A). Els 50 dB(A) que exigirà previsiblement el nou CTE poder ser totalment insuficients de cara a garantir uns mínims d'aïllament entre habitatges. Un dels inconvenients més grans no és el nivell dels diàlegs, sinó la presència de les baixes freqüències (*sub-woofer*). Aquestes bandes passaran amb certa facilitat per les parets, especialment per les realitzades en obra seca.

El marge dinàmic de la TV terrestre convencional està per sobre dels 40 dB(A), cosa que permet sentir una veu xiuxieujada gairebé amb la mateixa intensitat que una explosió nuclear. Estem acostumats a escoltar un programa o pel·lícula amb poca dinàmica. Al cinema, però, les coses canvien i els efectes i explosions estan a uns nivells de so bastant diferents els uns dels altres. Els nous sistemes multicanal ofereixen unes dinàmiques més properes al cinema –bastant per sobre dels 40 dB(A)–, i, per tant, per gaudir amb comoditat i escoltar a un volum raonable els diàlegs, hem



Foto: Salvador Fuentes

Els equips *home cinema* poden generar molèsties als veïns.

d'apujar notablement el volum del receptor. Quan hi hagi alguna escena d'acció, haurem d'abaixar el volum per no molestar els veïns. Els usuaris actuals dels sistemes multicanal *home cinema* o *home theatre* que no volen molestar el veïnat, apugen i abaixen constantment el volum del seu equip. Així doncs, els 50 dB(A) d'aïllament que exigirà el nou CTE poden resultar insuficients en un futur molt proper si proliferen els equips multicanal. El CTE no preveu aquesta necessitat.

La façana

En el cas de soroll del trànsit, l'energia es concentra a les baixes freqüències, com podem observar en un registre realitzat en dos habitatges de la ciutat de Barcelona. Els 30 dB(A) són mesurats menyspreant les baixes freqüències, de manera que l'aïllament real estarà per sota. Com es pot comprovar a la figura 3, les baixes freqüències destaquen entre 10 i 15 dB per sobre de les freqüències mitjanes. Les components de baixa freqüència són les que dificulten escoltar la TV, poder llegir amb tranquil·litat, dormir sense dificultats, etc.

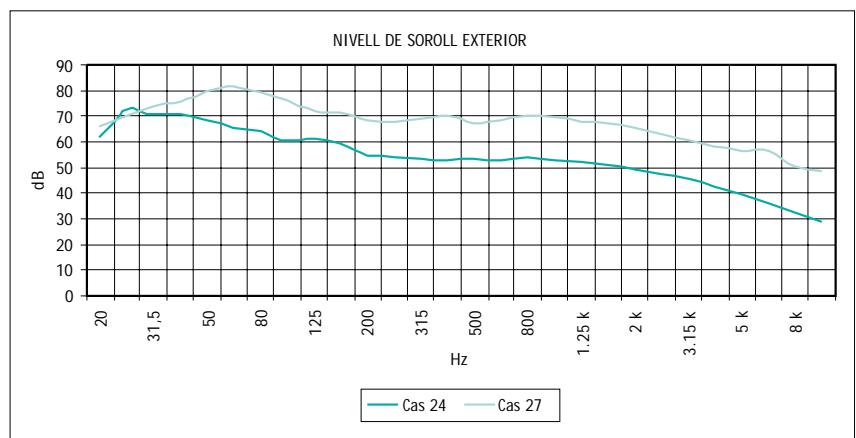


Figura 3

En aquest moment moltes construccions recents no compleixen els nivells mínims que marca la NBE-CA-88

La realitat de la construcció actual

Les construccions actuals, compleixen la NBE-CA-88? Amb el nou CTE, serà difícil d'aconseguir les noves exigències? Són algunes de les preguntes que ens podem fer. El gràfic de la figura 4 mostra el grau d'aïllament mesurat seguint la recomanació ISO 140. Amb verd més clar, l'aïllament ponderat A. Hi ha 9 casos sobre 42 (21%) que superen els 30 dB(A) mínims exigits per l'actual NBE-CA-88. La resta estan per sota d'aquest valor mínim i, com podem observar, amb valors força dispersos. Alguns habitatges de nova construcció tot just ranegen els 20 dB(A) d'aïllament. És evident, doncs, que en aquest moment moltes construccions recents no compleixen els nivells mínims que marca la NBE-CA-88. Si el CTE imposa les mesures de verificació com un requeriment a priori per obtenir la cèdula d'habitabilitat, potser les coses començaran a anar millor.

La corba verd fort ens indica l'aïllament sense ponderar. La major o menor diferència amb la verd clar depèn de la contribució de les baixes freqüències. Si els valors de les dues corbes és similar, el soroll té poc contingut en baixa freqüència. En canvi, com més diferència, més contingut de baixa freqüència. La gràfica verd clar, doncs, no té en compte les baixes freqüències; es tracta, doncs, d'un aïllament poc realista. A la vista dels resultats, l'aïllament de les façanes continua sent l'assignatura pendent. La façana presenta obertures, finestres, portes, etc. que en molts casos fan de pont acústic cap a l'interior. Les finestres tenen gruixos molt petits, i les caixes de les persianes faciliten l'entrada de soroll a la llar.

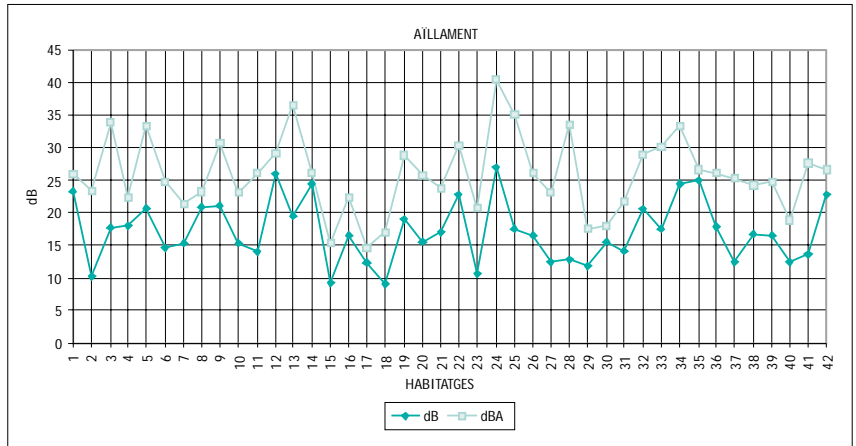


Figura 4

Agafem com a exemple el cas 28: l'aïllament sense ponderar és de 13 dB, mentre que ponderat arriba als 34 dB(A). Per tant, aquest habitatge compleix suficientment tant la NBE-CA-88 com el nou CTE. Però els residents d'aquest habitatge no podran dormir tranquil·lament si a les proximitats hi ha una activitat que genera soroll de baixa freqüència, com ara una discoteca, carpa, terrassa o bar musical, o simplement una parada d'autobús.

Aïllar-nos del nostre entorn

Parlem d'aïllar-nos en lloc de parlar de silenciar el soroll. Per al ciutadà és més evident aïllar-se del soroll. Posar doble vidre, incrementar l'aïllament de les parets, sostres, terres, etc. Moltes d'aquestes mesures, però, no aconsegueixen els seus objectius. I què passa a l'estiu? Doncs que caldrà posar-se aire condicionat, perquè la calor pot arribar a ser insuportable.

Silenciar la font de soroll no sempre és possible, però des del punt de vista acústic és la millor opció i la més efectiva. Una alternativa aplicada recentment en algunes ciutats és la utilització d'asfalts porosos, que permeten reduir el nivell de soroll entre 2 i 3 dB(A). Aquesta mesura permet reduir el soroll de rodolament per a qualsevol cotxe. Amb tot, i encara que pot ser una mesura interessant, és força costosa i de durada limitada, ja que la porositat de l'asfalt es va tapant per acció dels conta-



Foto: Salvador Fuentes

Trànsit al carrer Urgell de Barcelona.

minants i el pes dels vehicles, que de mica en mica redueixen la porositat de l'última capa d'asfalt.

Entre els vehicles més molestos, les motos destaquen clarament. La presència d'asfalt porós no importa per a una moto, ja que la contribució al soroll és principalment pel tub d'escapament. En termes generals i exceptuant casos aïllats, un autobús genera molta més energia acústica que una moto de petita cilindrada. Tanmateix, l'autobús no genera tantes queixes respecte del soroll que genera, excepte quan el vehicle està aturat amb el motor en marxa contaminant innecessàriament. El més curiós, però, és que els nivells mesurats –en dB(A)– entre autobusos, motos i cotxes donen uns resultats que no ens esperaríem, tal com es mostra al gràfic de la figura 5.

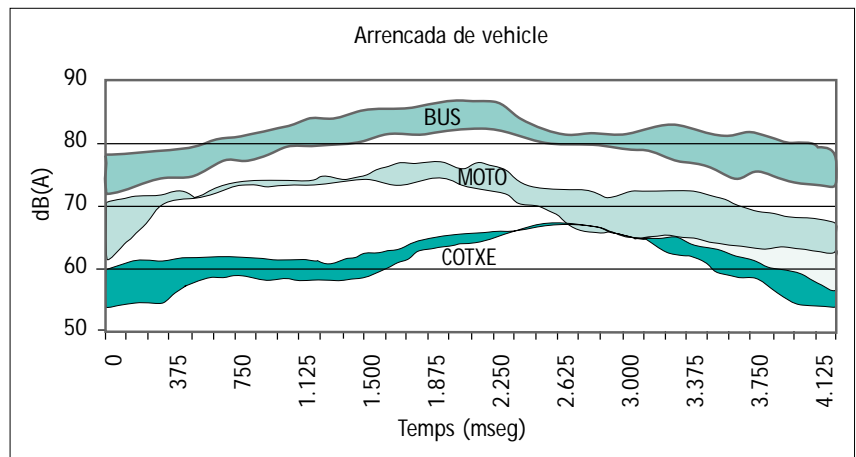


Figura 5

Els valors parlen per si mateixos. L'autobús és el vehicle més contaminant acústicament i amb molta diferència. El segueix la moto, i finalment el cotxe. Si tots els passatgers d'un autobús agafessin cotxes particulars, farien menys soroll al carrer. Cal tenir en compte que tots els cotxes no poden estar l'un damunt de l'altre i que, per tant, la font de soroll «cotxe» queda més diluïda. L'autobús millora la circulació i segurament contamina menys l'aire, però acústicament contamina molt més. El transport públic terrestre no pot tenir les mateixes exigències que el transport de mercaderies.

Succeeix el mateix amb la recollida d'escombraries. Els camions encarregats de realitzar aquestes funcions i que en general treballen de nit o de matinada, tenen els mateixos requeriments acústics que un vehicle destinat al transport de mercaderies que circula per qualsevol carretera o autopista. Si, com dèiem abans, la millor solució no és aïllar-nos sinó atacar la font, cal que el transport públic, els serveis públics de neteja, etc. apliquin criteris diferents dels estandarditzats actuals en matèria de control de soroll de vehicles dins de la UE. No cal esperar que de la UE arribin les idees i les novetats. Cal prendre exemple de Suïssa. Aquest país, que no pertany a la UE, ha exportat fa uns quants anys el concepte de *zonificació*, concepte que la UE ha adoptat.

Novetats del CTE

El soroll d'impacte es redueix en 15 o 20 dB(A) segons el cas (vegeu la taula 2). Els 80 dB(A) de l'actual NBE-CA-88 representa un dels valors més elevats que es poden trobar a Europa. Els valors proposats no es poden obtenir amb els actuals sistemes de construcció tan rígids. Cal intercalar-hi una làmina esmorteïdora entre l'enrajolat i el forjat. Aquesta nova exigència acabarà amb el maldecap d'algunes persones que senten el trepig del seu veí del pis de dalt sense poder fer res per minimitzar els sorolls. Amb els nous nivells proposats al CTE, la legislació espanyola es posa més a nivell amb la resta d'Europa.

| | NBE-CA-88 (Ln,a) | CTE (L'nt,w) | |
|----------------|------------------|--------------|---|
| Soroll impacte | ≤ 80 dBA | ≤ 65 dBA | Sep. recintes habitables |
| Soroll impacte | | ≤ 60 dBA | Sep. rec. habit. i instal. o activitats |

Taula 2

Un altre aspecte completament nou és el temps de reverberació que es limita en funció de l'aplicació de la sala, com es pot observar a la taula 3.

| | NBE-CA-88 | CTE | |
|----------|-----------|-----|------------------|
| TR60(s.) | N.i. | 0,6 | Aules, menjadors |
| TR60(s.) | N.i. | 0,8 | Altres recintes |

Taula 3

Evidentment, el fet de limitar el temps de reverberació representa una millora notable envers les condicions acústiques d'un recinte. Hom sap que el temps de reverberació (TR60) depèn del volum del recinte: a més volum, més TR60. Les condicions acústiques interiors (revestiments de les parets, sostre, etc.) aconseguiran amb major o menor eficàcia disminuir el TR60 fins a valors acceptables. El CTE fixa aquests valors independentment del volum i la forma de la sala, cosa poc realista. El CTE tipifica dos casos: «aules i menjadors» i «altres recintes». Les aules essencialment han de permetre que la veu sigui sentida perfectament per qualsevol alumne independentment del lloc escollit per seure. Però en determinades aules pot ser impossible d'aconseguir un valor de TR60 de 0,6 segons. Cal no oblidar que, a més absorció, evidentment més potència de la font acústica. Si la font acústica és el professor, aquest haurà de cridar més per poder ser sentit pels alumnes, i això fàcilment li pot crear problemes a la faringe. Tampoc no es diu res de la corba tonal: un excés de TR60 a baixes freqüències facilita l'efecte d'emascarament i dificulta la claredat de la locució.

El TR60 hauria d'estar definit en funció de l'aplicació que es doni a la sala: no és el mateix una aula que un menjador. En un menjador sí que cal molta absorció per disminuir al màxim el soroll dins del recinte. Aconseguir 0,6 segons per a un restaurant de dimensions grans pot ser tot un repte.

Per a la resta de sales, el CTE dona un valor màxim de 0,8 s, independent del volum i l'aplicació de la sala.

El futur

La Llei contra el soroll aprovada recentment pel Govern espanyol i que segueix els aspectes de la Directiva europea 2002/49/CE, diu al seu capítol 7: «El Codi tècnic de l'edificació previst a la Llei 38/1999, de 5 de novembre, d'ordenació de l'edificació haurà d'incloure un sistema de verificació acústica de les edificacions.» El text ho diu clarament, encara que més endavant no especifica que les mesures *in situ* siguin les úniques per validar una construcció. Conèixer els mecanismes que fan que sorolls amb el mateix nivell en dB(A) sonin molt diferentment. Experimentar solucions noves amb nous materials i noves tècniques d'aplicació encara no descoberts, que permetin realment aconseguir nivells d'aïllament per gaudir d'una major qualitat de vida.

És clar que un dels objectius de la Directiva europea 2002/49/CE és l'harmonització d'indicadors i accions entre tots els països membres de la Unió. Però esperar que des de fora ens donin solucions als nostres problemes de soroll, no és pas la millor política. Tothom sap que tenim soroll, i no cal destinar grans sumes de diners per dibuixar en un plànol el que és *vox populi*. Tampoc no és cert que Barcelona sigui una de les ciutats més sorolloses del món. També ho són París, Madrid i Roma, entre d'altres. La reducció de la contaminació acústica té moltes implicacions. Unes són de conscienciació, i justament algunes accions dels municipis se centren en aquest

tipus d'actuació. D'altres són més tècniques, i és que cal atacar la font del problema, però de manera eficient. No es pot prohibir la circulació de vehicles privats quan el transport públic de superfície fa molt més soroll. No és suficient canviar els colors dels vehicles de recollida d'escombraries, si aquests fan molt soroll i no segueixen cap requeriment acústic en el seu disseny.

Conclusions

El nou CTE obre unes millors expectatives especialment en els aspectes on l'actual NBE-CA-88 s'ha mostrat totalment ineficaç. Els valors d'exigència, encara que molt similars als actuals, ofereixen alguna millora. Tanmateix, l'aspecte més esperat és el relatiu a les mesures *in situ*. Tal com està el redactat actual, aquestes mesures *in situ* queden curtcircuitades per les «solucions adoptades», la vella fórmula ja vigent a la NBE-CA-88.

El problema de les deficientes condicions acústiques aconseguides té una explicació en l'execució de l'obra poc professional. Cal donar un mínim de coneixements als que fan o executen l'obra. El futur ha d'estar en una mà d'obra més qualificada. La diferència entre el cost que paga el comprador de l'habitatge i la qualitat acústica de l'habitatge és cada vegada més elevat.

Finalment, destaquem tres aspectes fonamentals:

1. Cal que tots els projectes tinguin el seu corresponent estudi acústic realitzat per un professional qualificat. L'arquitecte ha de comptar amb l'assessorament dels professionals del sector durant la concepció del projecte. Les solucions a posteriori sempre són pitjors i en ocasions no permeten solucionar el problema.

2. Les solucions adoptades com a alternativa a les mesures *in situ* s'han d'esborrar de l'actual redactat del CTE. Aquestes solucions adoptades serien la «porta falsa» per on esmunyir totes les deficiències constructives. L'actual NBE-CA-88 ja disposa d'aquesta funció, i l'experiència ha demostrat a bastament la seva total ineficàcia.

3. Cal que l'obtenció de la cèdula de habitabilitat estigui condicionada a la verificació amb mesures *in situ* de les condicions acústiques del recinte. El cost de l'habitatge no ha de ser més elevat per aquestes mesures. Una construcció ben projectada amb solucions eficients i sense utilitzar «materials màgics» pot ser més econòmica. El que encareix moltes vegades el cost d'uns habitatges no és pas un estudi o el fet d'aplicar-hi les mesures acústiques adients, sinó la utilització sense cap mena de control de materials que anuncien grans aïllaments en pocs mil·límetres i que tenen uns preus abusius. Hi ha principis físics que són absolutament inqüestionables.



Exemple de cèdula d'habitabilitat que exigeix el compliment de l'aïllament.

Foto: Salvador Fuentes



El Pla estratègic de reducció de la contaminació acústica de Madrid (PERCA)

Plácido Perera Melero
Cap de la Unitat de Control Acústic. Ajuntament de Madrid

La contaminació acústica és un dels problemes ambientals més importants de les grans ciutats, i Madrid, com a gran ciutat europea, no li pot girar l'esquena.

La lluita contra aquest tipus de contaminació, cal encetar-la intentant aconseguir un coneixement molt exacte de les condicions acústiques ambientals existents. A Madrid, des de l'any 1969, els mecanismes establerts en forma d'ordenances municipals i, posteriorment, amb la Xarxa de Control, el Centre Municipal d'Acústica i la introducció del factor soroll en el Pla general d'ordenació urbana, han permès, no tan sol tenir un coneixement molt detallat de la situació i els seus orígens, sinó també mantenir pràcticament constants, amb lleugeres variacions a la baixa, els nivells sonors ambientals existents a la ciutat des d'aquells anys.

L'any 2000, l'Ajuntament va estimar que era el moment d'iniciar el treball de reducció, com un pas més en el seu permanent desig de dotar Madrid d'un medi ambient cada vegada més agradable per als seus habitants. En conseqüència, es va encarregar a la Unitat de Control Acústic la redacció del primer Pla estratègic de reducció de la contaminació acústica (PERCA), que va ser aprovat l'any 2001.

El Pla es concep com un conjunt de mesures o línies d'actuació, que estan integrades en quatre grans àrees:

1. Actualització permanent de la legislació municipal.
2. Estudis encaminats a un major coneixement de la situació real.
3. Mesures correctores de situacions específiques.
4. Campanyes de conscienciació i educació de la població.

1. Permanent actualització de la legislació municipal

Amb relació a aquest apartat, es va modificar l'Ordenança general de protecció del medi ambient urbà en els seus aspectes corresponents a la contaminació acústica, tot establint criteris més restrictius i introduint nous camps a controlar per l'acció municipal, com ara els temps de reverberació acústica en locals de molta concurrència, o la limitació i el procediment de mesurament dels sorolls d'impacte originats en les diferents activitats.

Una vegada aprovada definitivament la modificació de l'Ordenança (10 d'agost de 2001), es van fer les actuacions següents:

- Una taula rodona de presentació, amb assistència dels diversos departaments municipals i organismes relacionats amb la contaminació acústica urbana.
- Quatre cursos d'actualització per als tècnics dels Serveis Centrals, Junes Municipals i Policia Municipal.
- Dues taules rodones per a professionals no municipals, en la qual es va donar compte de les innovacions introduïdes.
- Elaboració d'una guia informativa d'àmplia difusió que incloïa un resum tècnic amb les innovacions i els procediments d'actuació. Posteriorment, es va completar amb un CD interactiu amb el text de l'articulat i amb els càlculs acústics necessaris per poder-lo complir.



Foto: Plácido Perera

Campanya de conscienciació de l'Ajuntament de Madrid.

2. Estudis encaminats a un major coneixement de la situació real

Com a primera actuació dins d'aquest apartat, es va incloure l'elaboració d'un nou Mapa acústic de Madrid, tot actualitzant el que es va fer als anys vuitanta.

L'estudi va ser elaborat pel Consell Superior d'Investigacions Científiques, a través del seu Institut d'Acústica.

Les principals conclusions d'aquest estudi són les següents:

- L'ambient acústic de la ciutat de Madrid compleix majoritàriament (72% del seu territori) els criteris establerts per l'Organització Mundial de la Salut i per l'OCDE ($L_{Aeq\ 24h} < 65$ dBA).
- El nombre de punts afectats per nivells especialment alts es va reduint apreciablement.

Estudi psicosocial del soroll

Per primera vegada s'ha fet a Madrid un estudi sociològic amb la finalitat de determinar com valoren els madrilenys l'ambient acústic de la ciutat. Aquest estudi s'ha realitzat mitjançant la tècnica d'enquestes específiques a prop de dos mil madrilenys.

Per primera vegada s'ha fet a Madrid un estudi sociològic amb la finalitat de determinar com valoren els madrilenys l'ambient acústic de la ciutat

El resultat final indica que, dels 2.880.000 habitants de Madrid, 1.000.000 (un 25,3%) perceben el seu barri com tranquil o molt tranquil, i 1.150.000 (un 39,9%) el consideren acústicament acceptable. És a dir, que majoritàriament (un 65,2%) els madrilenys consideren l'ambient acústic de la ciutat com a acceptable.

Estudi pilot de dosimetria acústica als madrilenys

Totes les mesures encaminades a proporcionar als ciutadans europeus d'un confort acústic més elevat, recomanades per les institucions responsables, incloent-hi la UE, van dirigides gairebé exclusivament a lluitar contra el soroll generat pel trànsit rodant.

L'Ajuntament de Madrid sempre ha intuït que amb això no n'hi ha prou per garantir als seus ciutadans una bona «salut acústica».

Amb la finalitat de comprovar aquesta teoria i disposar de dades reals encaminades a definir millor una política global dirigida a preservar els ciutadans dels efectes nocius de l'energia acústica, es va incloure un estudi pilot de dosimetria urbana que és pioner al món.

Els resultats d'aquest estudi demostren que, del total d'energies acústiques rebudes pels madrilenys, el 0,13%



Foto: Plácido Pereda

Estació mòbil per al control de nivells sonors.

la reben durant el son; el 11,30%, durant els seus desplaçaments per la ciutat; el 22,62%, al seu lloc de treball, i el 65,95%, durant el saludable exercici del lleure.

Aquests resultats han motivat que, dins de la política de prevenció de la salut dels ciutadans que planifica l'Ajuntament, aparegui per primera vegada la necessitat d'educar acústicament el jovent.

Noves estacions a la Xarxa de Vigilància

Les molèsties produïdes per les operacions aeronàutiques als voltants de l'aeroport de Barajas, com a conseqüència de les ampliacions realitzades, va aconsellar la instal·lació de dues noves estacions, dissenyades específicament per controlar el soroll característic dels avions, i que fossin compatibles amb la Xarxa ja existent.

A més, s'han instal·lat tres noves estacions a zones afectades per instal·lacions militars, àrees destinades a exposicions i congressos, i als voltants de l'aeròdrom de Cuatro Vientos. Amb aquestes cinc noves estacions, la Xarxa de Control està constituïda per trenta estacions fixes.

Trobades acústiques 2001-2002

L'acústica aplicada al medi urbà requereix un continu esforç d'anàlisi i conscienciació a tots els nivells socials. Dins de les actuacions encaminades a aquest objectiu es van dissenyar les Trobades Acústiques.



Foto: Plácido Pereda

Estació fixa de la xarxa de contaminació acústica.

Foto: Plácido Pereda



Centre Municipal d'Acústica.

Les Trobades Acústiques són un conjunt d'actuacions que, seguint un procés esglaonat i multidisciplinari, van culminar en unes Jornades Internacionals.

Les actuacions complementàries i preparatòries al Congrés, que van tenir lloc durant el primer semestre de l'any 2002 tot fent-les coincidir amb la Presidència Espanyola de la UE, van ser les següents: quatre fòrums acústics, tres trobades d'experts nacionals, i dues trobades d'experts internacionals.

Llibre blanc del soroll

S'ha publicat el *Libro blanco del ruido en Madrid* com document resum de les actuacions municipals i amb l'objectiu de ser un punt de referència per a la comprovació de l'eficàcia del PERCA.

3. Mesures correctores de situacions específiques

Programa d'apantallaments acústics

S'han construït quatre apantallaments acústics als emplaçaments següents: carretera M-500, urbanització La Buganvilla; parc de Breogán; obres de reparació de la pantalla de Fuente del Berro, i col·legi Santa Joaquina de Vedruna.

Actuacions a l'Àrea d'Actuació Acústica del Districte Centro

El Districte Centro de Madrid, la zona més antiga de la ciutat, suporta els nivells sonors ambientals més alts. En conseqüència, el Ple de l'Ajuntament el va declarar com a Àrea d'Actuació Acústica, la qual cosa representa l'obligació de redactar un Pla especial d'actuació, encaminat a reduir els nivells de contaminació acústica. El desplegament d'aquest Pla, redactat i aprovat pel Ple municipal, ha comportat una sèrie d'actuacions, totes les quals ja han estat iniciades, i que es poden resumir en les següents:

Actuacions a la via pública

– Mesures de pacificació del trànsit

Fins al mes de març del 2003, al Districte Centro s'ha actuat sobre una superfície total de 177.883,12 m². La situació inicial partia de les dades següents:

| | |
|------------------------|-----------------------|
| Superfície de vorera: | 83.736 m ² |
| Superfície de calçada: | 94.166 m ² |



Foto: Plácido Pereda

De dalt a baix: urbanització La Buganvilla, parc Breogán, pantalla de Fuente del Berro i col·legi Santa Joaquina Verduna.

I es va passar, després de les actuacions, a les dades següents:

| | |
|------------------------|------------------------|
| Superfície de vorera: | 107.952 m ² |
| Superfície de calçada: | 69.950 m ² |

La qual cosa ha representat una reducció del 25,72% de la superfície de la calçada i un increment de l'espai destinat al vianant del 28,92%.

Foto: Plácido Pereda



Sala de control.

– *Instal·lació de pilons*

En aquest apartat, a través de la Junta Municipal, s’han instal·lat 14.000 pilons al districte, amb un import aproximat de 350.000 euros.

D’altra banda, cal ressenyar que l’EMV (Entitat Municipal d’Habitatge de Madrid) ha instal·lat pilons a totes les actuacions portades a terme, excepte als carrers que han estat convertits en zones de vianants i no s’ha considerat oportú col·locar-los, com a mesura d’eliminació de barres arquitectòniques.

– *Millora de les capes de trànsit*

S’ha inclòs en l’operació asfalt de l’any 2002 un total de vint-i-un carrers del districte, que abasten un total de 24.000 m².

– *Aparcaments públics i de residents*

S’han creat al districte els següents aparcaments exclusivament per a residents: Vázquez de Mella (257 pl.), Campillo del Mundo Nuevo (450 pl.), Sánchez Bustillo (405 pl.), plaça d’Oriente (521 pl.), Santa Cruz (152 pl.) i Agustín Lara (291 pl.).

S’han reconvertit parcialment d’aparcaments de rotació a aparcaments per a residents els dels carrers Cebada (80 pl.), Benavente (114 pl.), Arquitecto Rivera (162 pl.) i Sevilla (75 pl.).

En aquests moments estan en fase d’execució els aparcaments dels carrers següents: ampliació d’Arquitecto Rivera (130 pl.), Ramales (472 pl.), Cabestreros (360 pl.) i Casino de la Reina (430 pl.), els quals s’uneixen als vint-i-un aparcaments de concessió municipal existents, amb una mica més de sis mil places d’ús públic rotacional.

– *Eixos de vianants*

S’ha convertit parcialment en zona per a vianants l’eix del carrer Huertas. Les dades de l’actuació són les següents:

– *Regulació de l’estacionament a la via pública*

S’han instal·lat al Distrito Centro aproximadament 325 màquines expenedores de tiquets (parquímetres), que regulen les 10.565 places d’aparcament del districte, dividides en: el 75% (verds), destinades preferentment als residents, i el 25% restant (blaus), als visitants.

Els resultats han estat espectaculars, de manera que s’han registrat en algunes zones fins a un 9% de places lliures. Diàriament utilitzen les places més de 18.000 vehicles de visitants. La durada mitjana en places blaves és de 100 minuts, i en verdes, de 52 minuts.

– *Servei de Recollida de Residus Sòlids Urbans*

Com a conseqüència de les prescripcions tecnicoacústiques incloses en els concursos d’adjudicació del nou Contracte per a «recollida i transport dels residus sòlids urbans de la zona central de Madrid», els nous vehicles que actuaran al Distrito Centro són més silenciosos. Dels mesuraments realitzats al Centre Municipal d’Acústica es desprèn que els nous vehicles tenen una potència sonora de 10 dBA per sota de la corresponent als antics camions utilitzats al districte.

També, com a conseqüència de les prescripcions tecnicoacústiques incloses en els concursos d’adjudicació



Mesurador de la potència sonora.

Foto: Plácido Pereda

| Superfícies d’actuació dels eixos de vianants | | | | | | | |
|---|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Fase | Superfície total | Voreres | | | Calçada | | |
| | | Inicial | Reformada | Diferència | Inicial | Reformada | Diferència |
| Fase I | 2.828,75 | 1.590,31 | 2.105,18 | 514,87 | 1.238,44 | 723,57 | -514,87 |
| Fase II | 2.543,56 | 908,51 | 2.543,56 | 1.635,05 | 1.635,05 | 0,00 | -1.635,05 |
| Fase III | 2.413,50 | 1.018,45 | 2.413,50 | 1.395,05 | 1.395,05 | 0,00 | -1.395,05 |
| Fase IV | 1.826,04 | 1.079,66 | 1.362,33 | 282,67 | 746,38 | 463,71 | -282,67 |
| Total | 9.611,85 | 4.596,93 | 8.424,57 | 3.827,64 | 5.014,92 | 1.187,28 | -3.827,64 |



Foto: Plácido Pereda

Sala d'ordinadors.

del nou Contracte per a la «gestió del servei d'instal·lació, distribució i manteniment de recipients normalitzats a la ciutat de Madrid», els nous contenidors per al Districte Centro són més silenciosos, fonamentalment en les operacions d'obertura i tancament, ja que en aquestes operacions emeten entre 15 i 20 dBA menys que els antics, segons la capacitat.

Actualització permanent del mapa acústic

Un cop acabat el Plànol de Madrid, s'ha dissenyat un sistema que permet actualitzar-lo, pràcticament en temps real.

El sistema, que haurà de ser desenvolupat al llarg de l'any 2003, està basat en la transmissió de dades via telefònica i un Sistema d'Informació Geogràfica (GIS).

Es condicionarien tres vehicles petits, de gran mobilitat, amb la instrumentació necessària per a la determinació dels nivells sonors ambientals. Aquestes dades es remetràn a un ordinador central, el qual, segons els pro-

grames de variabilitat dels nivells ambientals, permetrà actualitzar els valors de $L_{Aeq\ dia}$, $L_{Aeq\ nit}$ i $L_{Aeq\ 24\ h}$.

Premis acústics

S'han instaurat els premis acústics següents:

– *Ensenyament dels bons costums acústics*

Per a institucions d'ensenyament dotats amb premis de 6.000 euros (1.000.000 de ptes.) en material escolar.

– *La millor crònica acústica*

Per a la crònica o article periodístic sobre contaminació acústica més destacada l'any, dotat amb 6.000 euros (1.000.000 de ptes.).

– *La millor innovació tecnològica*

Per a la millor innovació en materials, instrumentació, dispositius o descobriments relacionats amb la contaminació acústica, dotat amb un diploma.

– *L'Acústic de l'Any*

Per al tècnic, científic o polític que més hagi treballat per reduir la contaminació acústica a Madrid, dotat amb una placa i un diploma.

Campanyes educatives

De manera simultània, s'han fet dues menes de campanyes:

– Campanyes d'informació a tots els col·legis municipals mitjançant xerrades formatives. S'han visitat més de 450 col·legis, xifra que representa més de 15.000 alumnes, que han presentat prop de 12.000 treballs, 30 dels quals han estat premiats en un acte públic.

– Campanyes de conscienciació a la resta de la població en premsa i ràdio.

Totes aquestes actuacions, realitzades dins del primer PERCA, han comportat una inversió de prop de 14.045.290 euros.



El soroll de les motos

Maria Llorens

Tècnica del Servei de Medi Ambient. Diputació de Barcelona

Àngel Pàrraga

Caporal de la Guàrdia Urbana de l'Hospitalet de Llobregat

1. Introducció

L'objectiu de l'article és exposar la preocupació existent per part dels ajuntaments de com afrontar el problema del soroll que fan determinades motos que circulen pels municipis. Les motocicletes, i sobretot els ciclomotors, són els principals causants del problema. El percentatge de ciclomotors que circulen amb sorolls excessius supera en molts casos el 20% dels controls efectuats.

Les puntes de soroll que detecten els sonòmetres als nostres municipis són gairebé sempre degudes a les motos. Això passa a les ciutats grans o petites, però sobretot on la incidència és més important és allà on el soroll ambiental és més baix.

Un soroll puntual, que augmenta de cop i volta, produeix alteracions sobtades, i més molèsties que no pas un soroll constant, ja que l'organisme no s'hi pot adaptar.

Diferents enquestes sociològiques assenyalen que el soroll de les motos, especialment a la nit i en zones de baixa densitat d'habitants, origina més molèsties que els altres tipus de vehicles.

Durant l'estiu, molts municipis petits veuen incrementada la seva població, i també augmenta la utilització de les motos, sobretot per motius d'oci, i això fa que el problema del soroll augmenti.

I les queixes per part dels ciutadans cada vegada són més freqüents.

Les queixes dels ciutadans cada vegada són més freqüents

Les conclusions dels seminaris d'intervenció ambiental que ha organitzat la Diputació de Barcelona a més de cinquanta municipis de la província, amb la participació de policies i agents locals procedents de més de dos-cents municipis, deixen ben palès que la qüestió del soroll que fan determinades motos és un aspecte important, però molt difícil de solucionar. La dificultat consisteix, entre altres aspectes, en el fet que, si bé es fan controls de soroll bo i seguint una metodologia pre-



Foto: Salvador Fuentes

El soroll de les Harleys pot arribar a ser molt desagradable.

establerta, hi ha una manca de criteri a l'hora de fixar-ne els límits.

Molts dels tècnics municipals i policies locals es troben amb les dificultats de tenir una normativa clara per tal d'actuar sobre aquest tipus de vehicles. En la majoria dels casos, l'ambigüitat de les normatives generals ha provocat que moltes de les ordenances municipals que hi ha, presentin uns nivells límits d'emissió de soroll excessivament restrictius i de difícil compliment, ja que de vegades estan per sota dels valors d'homologació dels vehicles. Ens podem trobar motos que surten de fàbrica amb nivells superiors als que fixen les ordenances del seu municipi. En molts casos, *el compliment estricte de les ordenances podria comportar la immobilització d'un percentatge de motos molt elevat*. Cada municipi soluciona això a la seva manera: molts dels municipis, quan fan els controls, són més permissius i deixen uns decibels de marge, d'altres no volen posar denúncies, d'altres ho fan però tenen problemes de tramitació, etc.

Ens podem trobar motos que surten de fàbrica amb nivells superiors als que fixen les ordenances del seu municipi

Tot això provoca una falta de seguretat en els agents encarregats del control de les emissions acústiques i, per

tant, una disminució de l'eficiència i del rigor en les actuacions, la qual cosa fa que el problema continuï existint.

2. Algunes dades

Les motocicletes, i sobretot els ciclomotors, són els vehicles que produeixen més molèsties per contaminació acústica als nostres municipis, tant per la intensitat del soroll, com per la irregularitat de l'impacte sonor.

Podem posar uns quants exemples de diferents campanyes realitzades en els últims anys en diferents municipis.

Província de Barcelona

Si analitzem els resultats dels controls de soroll, en les campanyes de control de soroll promogudes per la Diputació de Barcelona i realitzades els últims quatre anys a diferents municipis de la província tot fent incidència molt especialment en els ciclomotors, podem observar que se superen els valors normatius entre un 20 i un 30%. La tipologia de municipis on s'ha efectuat el control ha estat molt diversa: des de municipis de 1.000 habitants, fins a d'altres de més de 100.000.

| Any | Període | Nre. de municipis | Nre. de motos revisades | Superen els límits (%) |
|------|---------------|-------------------|-------------------------|------------------------|
| 2000 | Abril-octubre | 14 | 936 | 20 |
| 2001 | Maig-octubre | 6 | 344 | 29 |
| 2002 | Març-octubre | 13 | 861 | 22 |
| 2003 | Abril-nov. | 4 | 135 | 35 |

Font: Diputació de Barcelona.

Catalunya

Resultats globals a Catalunya (2002-2003), (darrera actualització: octubre del 2003)

| Tipus de vehicle | Nre. de motos revisades | Superen els límits (%) |
|------------------|-------------------------|------------------------|
| Ciclomotors | 2.153 | 20 |
| Motocicletes | 452 | 7 |

Font: Generalitat de Catalunya. D.G. de Consum i Seguretat Industrial.

Estat espanyol

Campanya realitzada a Granada (any 2001)

| Tipus de vehicle | Nre. de motos revisades | Superen els límits (%) |
|------------------|-------------------------|------------------------|
| Ciclomotors | 908 | 19 |

Font: Ajuntament de Granada.

Campanya realitzada a Alacant (febrer del 2002)

| Tipus de vehicle | Nre. de motos revisades | Superen els límits (%) |
|------------------|-------------------------|------------------------|
| Ciclomotors | 281 | 53 |

Font: Ajuntament d'Alacant.

Fent una anàlisi dels resultats es fa palès que la qüestió del soroll de les motos, i especialment els ciclomotors, és un problema de tots els municipis. Afrontar el problema és complex, ja que la poca claredat de les normatives, la dificultat d'aplicar-les, la permissivitat de la venda de *kids* de tubs d'escapament, la dificultat de tramitar les sancions, i la no-obligatorietat de fer controls a ITV (cas dels ciclomotors) són factors, entre d'altres, que fan que el problema continuï existint.

3. El cas dels ciclomotors. Tipologia

El ciclomotor és un vehicle que ha estat concebut com un eficaç mitjà de transport, àgil i de fàcil aparcament, sobretot pensant en nuclis urbans densament poblats i amb problemes de trànsit. A les zones amb una climatologia adequada com és la zona mediterrània, es pot utilitzar pràcticament tot l'any.

És un vehicle accessible econòmicament, tant pel que fa al cost d'adquisició com al de manteniment, i té una mecànica relativament senzilla. Els requeriments per obtenir l'autorització administrativa per poder conduir aquests vehicles són poc dificultosos. El seu control administratiu, fins no fa gaire, era gairebé inexistent, ja que no se n'exigia matriculació. És també l'únic vehicle de motor que permet que els seus conductors siguin joves a partir de catorze anys.

Aquestes característiques tant avantatjoses s'han convertit en els seus defectes més grans.

Per a un segment de la població, els ciclomotors han deixat de ser, en sentit estricte, un bon mitjà de transport i s'han convertit en un signe d'identitat. Aquest segment de població al qual ens referim, el constitueixen joves de franges d'edat entre els catorze i els setze anys, és a dir, fins que tenen la possibilitat d'accedir a la conducció d'un turisme: entre els dinou i els vint anys de mitjana.

En general, tenen un nivell adquisitiu baix; estan en edat de formació o bé han accedit als primers treballs remunerats. El ciclomotor és pràcticament l'únic vehicle de motor al qual poden accedir, i a més el mercat de segona mà dels ciclomotors és bastant àgil, la qual cosa fa que els preus de venda siguin més reduïts. En moltes ocasions el primer ciclomotor és adquirit pels pares del jove.

El baix poder adquisitiu d'aquests conductors té un altre efecte pel que fa al manteniment del ciclomotor, ja que per mantenir-lo caldria fer una despesa econòmica constant, i això no se sol fer amb la necessària assiduitat; o fins i tot, en molts casos, el manteniment el realitza el

mateix usuari. Cal tenir en compte el baix control existent per part de l'Administració sobre aquests vehicles, ja que els ciclomotors no estan obligats a passar la inspecció tècnica de vehicles (ITV) d'una manera periòdica.

Es ciclomotors no estan obligats a passar la inspecció tècnica de vehicles (ITV) d'una manera periòdica

Aquests joves estan en un període d'intensa socialització. El grup d'amics pot ser molt important. El fet de ser propietari d'un ciclomotor que destaquí sobre la resta, pot convertir-se en un signe d'identitat, i això encara s'accentua si hi afegim l'adquisició d'una especial perícia en la conducció, més ràpida i atrevida, i de vegades acrobàtica.

A efectes pràctics, la conseqüència d'això és la instal·lació casolana de *kids* de muntatge inicialment homologats només per a competicions, de carburadors, de sistemes d'escapament, de canvis de cilindrada, etc., que fan augmentar la potència i la velocitat del ciclomotor, la qual cosa comporta en la majoria dels casos un augment del soroll, la qual cosa fa canviar les característiques d'homologació amb les quals el vehicle va sortir autoritzat de fàbrica.

La venda d'aquests components a les botigues especialitzades, és de moment lliure per a tothom, encara que la Llei catalana, en la disposició addicional cinquena, diu: «El Govern ha de prendre les mesures necessàries per tal d'evitar la venda en el territori de Catalunya d'aparells i estris no homologats que produeixen una elevació del nivell de soroll dels vehicles de motor.»

Per obtenir l'autorització de fabricació, qualsevol model de vehicle està sotmès a una sèrie de proves d'homologació. Pel que fa al soroll, en el cas del ciclomotor, els assajos es fan a unes revolucions determinades dependent de cada tipus de ciclomotor, són aproximadament a

tres quarts de la seva potència màxima, seguint el mètode de proximitat, i mesurats a 50 cm del tub d'escapament; els resultats del valor d'homologació de soroll oscil·len entre 72 i 95 dB(A), depenent de les marques i els tipus de vehicles. Per tal de conèixer aquests valors, podem acudir a les «taules de valors de referència per a l'assaig amb el vehicle aturat» (www.anesdor.com).

Alguns d'aquests nivells ja són prou elevats, i encara poden augmentar en més d'un 10% amb sistemes de tubs d'escapament no homologats, sobretot si aquests no presenten un manteniment suficient.

La proliferació de grups de joves que utilitzen els ciclomotors en grups per desplaçar-se, o bé simplement per exhibir els seus vehicles pels nuclis urbans, ocasiona grans quantitats de queixes per part dels ciutadans als respectius ajuntaments que la pateixen.

4. Les dificultats d'actuació als municipis

El control del soroll dels vehicles de motor correspon als ajuntaments: són els encarregats de fer actuacions als seus àmbits territorials respectius, segons ho indica la Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica.

El control del soroll dels vehicles de motor correspon als ajuntaments

Els ajuntaments tenen l'obligació de fer alguna cosa per donar resposta a les queixes dels ciutadans i per exercir les seves competències en aquest àmbit.

Cada dia hi ha més municipis que tenen la voluntat d'afrontar realment el problema; però això representa, en la majoria dels casos, una cursa d'obstacles:



Foto: Salvador Fuentes

Alguns tubarros estan fora de tota normativa.



Foto: Maria Llorens

Control de mesura acústica.

- No tots els municipis poden disposar de sonòmetres per fer els controls.
- Els sonòmetres han d'haver passat les verificacions anuals.
- Cal disposar de policia especialitzada i disponible per fer els controls.
- Sorgeixen dificultats en l'aplicació de les normatives vigents, ja que *els valors límit d'emissió varien per a cada un dels tipus i models de motocicleta o ciclomotor* (això suposa l'existència en el mercat de més de mil valors aplicables depenent de cada unitat).

Els valors límit d'emissió dels vehicles, mesurats segons el mètode de proximitat, són els que figuren en la fitxa d'homologació de cada tipus de vehicle

La normativa diu que els valors límit d'emissió dels vehicles, mesurats segons el mètode de proximitat, són els que figuren en la fitxa d'homologació de cada tipus de vehicle de ciclomotor o motocicleta, juntament amb el règim de motor i les revolucions en què s'ha fet el mesurament (Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica. L'annex 6 fa referència als valors límit d'emissió de soroll dels vehicles de motor i de les motocicletes).

Els nivells aplicables serien:

- 1) *Correcte*: fins a 2 dB(A) per sobre del valor d'homologació.
- 2) *Defecte lleu*: entre 3 i 5 dB(A) per sobre del valor d'homologació.
- 3) *Defecte important*: quan supera els 5 dB(A) del valor d'homologació.

La dificultat rau en el fet que, si bé han de portar el valor a la fitxa tècnica d'homologació, encara avui dia *la gran majoria de motocicletes i ciclomotors que circulen, no porten el valor de soroll en la fitxa tècnica d'homologació*. I aquest valor pot oscil·lar entre 70 i més de 100 dB(A), segons el mètode de proximitat i mesurats a 50 cm del tub d'escapament.

Les policies haurien de consultar, per a cada un dels tipus de vehicle, les taules dels valors de referència entre els més de mil models diferents. Això és poc viable, llevat que hi hagués la disponibilitat d'una unitat de control equipada amb un ordinador on, amb la introducció de les dades sobre el tipus de vehicle, ja figuressin els valors límit per a cada tipus.

Poder disposar d'aquests equips és molt costós, i a més es perd la discreció d'actuar a manera de sorpresa.

- Moltes de les ordenances de soroll existents, pel que fa a la qüestió dels vehicles, presenten uns

valors límit que són pràcticament impossibles de complir.

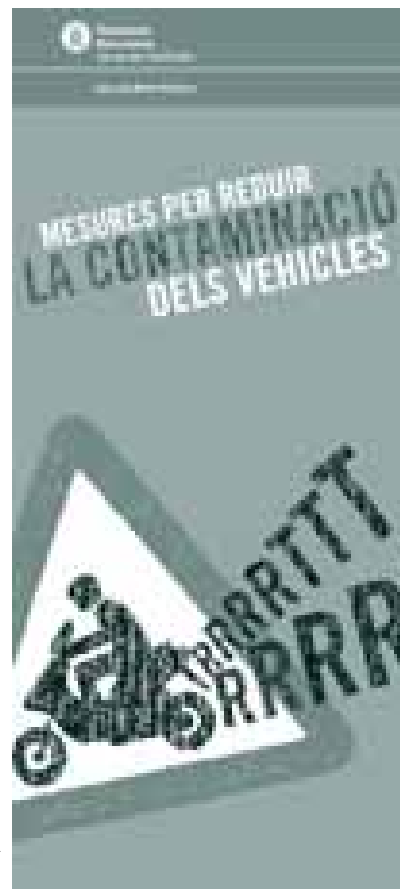
- Dificultat en la tramitació de les sancions.

El problema és que, encara avui, la gran majoria de motos que circulen no porten el valor límit d'emissió a la fitxa d'homologació

5. Procediment d'actuació

El control de soroll dels vehicles de motor es pot plantejar de diferents maneres, atenent les dificultats logístiques que això comporta i els recursos de què es disposa.

Un dels sistemes habituals és fer *campanyes de prevenció i/o de control*. Les campanyes poden tenir un caire informatiu (de prevenció, sense fer denúncies), o bé més repressiu o de control (que han d'obligar l'usuari a corregir l'excés de soroll que emet el seu vehicle), o bé les dues coses, depenent de la fase de la campanya en què ens trobem.



Triptic de la campanya municipal contra el soroll.

Foto: Maria Llorens

Els avantatges de les campanyes de prevenció són la seva visibilitat; el fet que normalment són anunciades (premsa local, ràdio, fullets informatius, etc.), i també el fet que es presentin de manera espectacular amb la finalitat d'aconseguir un efecte de prevenció general, tot fent posar en guàrdia els possibles infractors.

Un altre avantatge de fer campanyes és la planificació. La preparació d'una campanya requereix un esforç de preparació per part de qui la portarà a terme: posar-se al dia quant a legislació i recursos tècnics, amb les pertinents posades a punt, verificacions, etc.; i plasmar en documents el treball realitzat, la qual cosa normalment repercuteix en la formació de la resta de la plantilla que portarà a terme la campanya.

Les característiques de les campanyes dependran dels recursos humans i materials de què es disposi, de l'existència o no d'ordenances municipals relacionades amb el tema, del suport d'altres administracions, i també de les característiques del territori on es realitzin. A cada municipi la campanya pot ser diferent. L'estudi dels resultats de les campanyes és una font important d'informació per a l'Administració.

Quan és millor programar les campanyes? Habitualment se solen programar durant l'època d'estiu, pel fet que, en el cas de les motos, és quan més circulen i quan més molèsties produeixen si no compleixen les normatives.

Les campanyes no s'han de dilatar en el temps; és preferible fer dues campanyes de curta durada, que no pas una de llarga; ja que, si es fa d'una manera habitual, pot relaxar en excés el control i l'alerta en el possible infractor.

Metodologia de mesura

El mètode de mesura és el de control de soroll emès pel tub d'escapament i es fa amb el *vehicle aturat* i seguint el *mètode de proximitat*. Se segueix el procedi-

ment marcat a les directives 78/1015 i 24/1997, que es basa en la norma ISO5130-1982 (vegeu el croquis).

El lloc de la prova ha de complir les condicions següents:

- A l'aire lliure, sobre *superfície asfaltada plana* (cal descartar sòls de terra).
- Superfície de mesura àmplia, amb una *distància mínima de 3 metres entre el vehicle i qualsevol obstacle o paret*. Haurà d'estar a una distància no inferior a 1 m de la vorera.
- El soroll ambiental haurà de ser *com a mínim 10 dB(A) inferior als nivells mesurats en les proves*.
- No es poden fer mesures amb condicions meteorològiques inestables (per exemple, amb ràfegues de vent de més de 30 km/h).

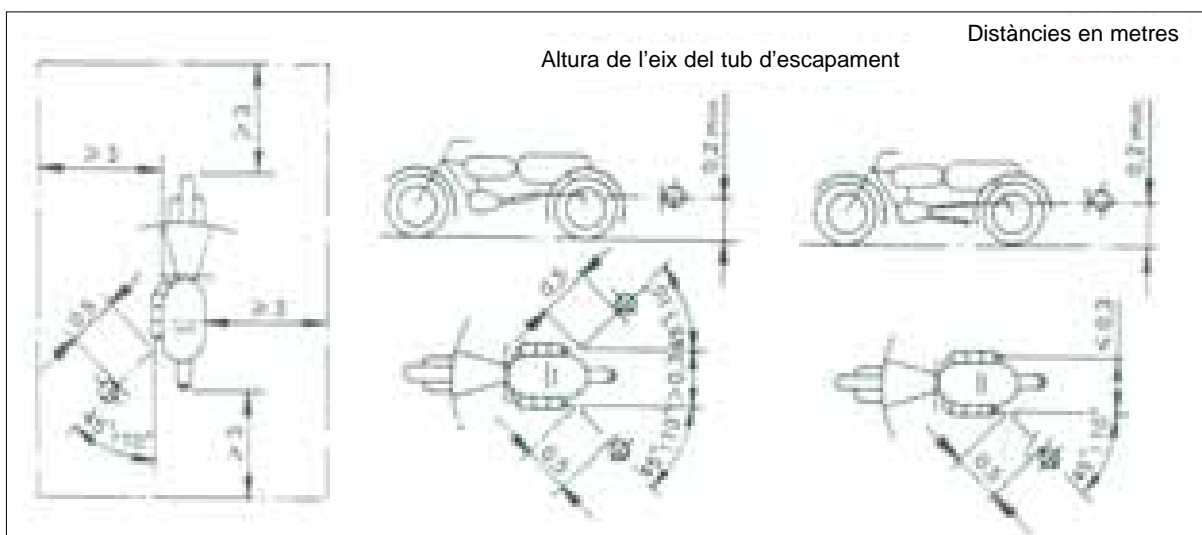
Posició del sonòmetre:

- Situar el sonòmetre a l'alçada del tub d'escapament i a una distància mai inferior a 20 cm del terra. Orientar el sonòmetre a una distància de 50 cm i fent un angle de 45° amb la direcció del tub d'escapament.

Recursos humans i materials

Quant a *recursos humans*, han de ser els policies locals els qui facin els controls als respectius municipis, encara que també altres agents poden fer-ho. El nombre ideal són tres agents, i les tasques a fer són les següents: controlar el trànsit i seleccionar el vehicle a controlar; la documentació; i fer les mesures de manera adequada. Depenent de les característiques del trànsit, de les mesures que calgui fer, etc., el nombre d'agents es pot reduir a dos; però mai a un de sol, ja que dues persones és el nombre imprescindible per portar a terme una mesura amb garanties.

Pel que fa als *recursos materials*, són necessaris un *sonòmetre*, que tant pot ser del tipus 1 o 2, i un *calibrador*;



Croquis de com mesurar el soroll segons norma ISO 5130.

no obstant això, cal que aquests aparells hagin passat favorablement la verificació periòdica (Ordre de 30 de juny de 1999 del Departament d'Indústria, Comerç i Turisme).

Pot ser convenient utilitzar també un tacòmetre extern per mesurar el règim del motor (per als vehicles que no en portin, com és el cas dels ciclomotors), un escaire per determinar les distàncies i els angles de mesura (de 50 cm de llarg i 45 graus d'angle).

Depenent del lloc, pot ser necessari disposar de senyals de trànsit i elements de balisament per determinar els espais de control.

Les butlletes de control i les actes específiques d'immobilització del vehicle per soroll, són imprescindibles per preservar la legalitat del control.

I també cal disposar d'un dipòsit de vehicles per portar-hi les motos que no compleixin la normativa.

Normativa aplicable

Ordenances municipals (de circulació o bé de contaminació acústica). En cas que el municipi en disposi i que aquestes regulin i desenvolupin tots els aspectes de control de soroll en vehicles, i a més fixin uns valors límit que es puguin aconseguir.

Llei 16/2002 de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica. Per tal de poder aplicar el control de soroll sobre la base del que diu aquesta Llei, és necessari que les motos portin el valor de soroll en què han estat homologades. Això només és possible aplicar-ho a les motos noves, per a la resta de motos es poden utilitzar els valors exposats a les «taules de valors de referència per a l'assaig amb el vehicle aturat».

Llei de seguretat viària (LSV). A l'article 10, apartat 6, diu que no podran circular els vehicles amb nivells d'emissió de soroll superior als establerts, com tampoc emetent gasos o fums amb valors superiors als límits establerts i en els supòsits d'haver estat objecte d'una reforma no autoritzada. Tots els conductors de vehicles resten obligats a col·laborar a fer les proves reglamentàries de detecció que permetin comprovar les possibles deficiències.

L'article 70 de la LSV tracta de la immobilització del vehicle: «Els agents de l'autoritat podran immobilitzar el vehicle en els casos de superar els nivells de gasos, fums i sorolls permesos reglamentàriament segons el tipus de vehicle, i també en el cas que aquest hagi estat objecte d'una reforma d'importància no autoritzada [...]». Aquest article és el que justifica la immobilització dels vehicles que superin els nivells permesos, ja que considera que circular amb nivells de soroll superiors als permesos és un risc greu per als béns i per a les persones.

Els articles 62, 63.4 i 64 de la LSV són els que justifiquen la possibilitat de la intervenció cautelar, la suspensió cautelar i fins i tot la pèrdua de vigència dels permissos de circulació o llicència de circulació per haver perdut la idoneïtat del vehicle per poder circular.

- El *Reglament general de circulació (RGC)*, article 7, juntament amb la *Llei de seguretat viària*, article 10, són els que s'utilitzen per a la denúncia dels infractors.

Les actes i les denúncies. Tramitació

La tramitació de les actes i denúncies, és pot considerar una de les parts més importants d'una campanya de control del soroll en vehicles. Una tramitació inadequada pot condicionar l'èxit o el fracàs de la campanya.

També és l'apartat que pot causar més problemes a les administracions locals, sobretot als municipis petits, ja que requereix una disposició de recursos de què moltes vegades no es disposa.

Les denúncies es realitzen segons les normatives que hem vist. La tramitació d'aquestes denúncies no té per què ser diferent de les tramitades per qualsevol altra infracció referida al trànsit. L'organisme de gestió tributària pot portar a terme la tramitació de les denúncies regulades en les ordenances municipals.

La tramitació d'aquestes denúncies no té per què ser diferent de les tramitades per qualsevol altra infracció referida al trànsit.

És sabut que la Diputació de Barcelona, a través de Gestió Tributària, fa la tramitació de les denúncies de trànsit a molts dels municipis de la província, mitjançant un conveni entre administracions. El que no és tan conegut és que, a més, pot portar la tramitació de les ordenances municipals (ordenances de soroll, de tinença d'animals, de convivència ciutadana, etc.), i això pot facilitar i agilitar les dificultats de tramitació que tenen molts dels municipis. També poden incloure la tramitació de les denúncies amb la Llei de seguretat vial pel fet d'estar incloses als articles de l'1 al 59, que s'indica que són competència municipal.

Les actes són els instruments legals que s'utilitzen per donar fe de totes les accions pràctiques que es deriven de les infraccions.

Per fer una immobilització d'un vehicle per excés de soroll, a l'acta ha de constar de manera imprescindible:

- Tipus d'acta.
- Situació de l'acta a l'espai i al temps: lloc, dia i hora.
- Nivell de soroll ambiental, de control, i nivell permès per al vehicle en concret.
- Dades del vehicle i del seu conductor.
- Document que s'intervé (permís de circulació o llicència de circulació).
- Dades de l'agent que hi intervé.
- Observacions.
- Motius i descripció de la justificació legal que ha produït l'aixecament de l'acta i la immobilització del vehicle, com a mesura, en principi, cautelar.
- Període de temps de què disposa el conductor per adequar el vehicle.

A la mateixa acta, s'ha de fer constar una diligència de «Desimmobilització provisional» en un període determinat (deu dies) per portar el vehicle a reparar i a fer la revisió pertinent.

Si la inspecció és favorable i es presenta en els terminis indicats, s'aixeca la immobilització definitivament i es torna el permís o llicència pel fet d'haver desaparegut els motius que havien promogut la immobilització i la intervenció de l'autorització administrativa per circular.

En cas que no sigui favorable, o bé que no es presenti en els terminis reglamentaris, es proposa la pèrdua de vigència de l'autorització administrativa per circular i es remet tota la documentació al Servei Català de Trànsit perquè incoï l'expedient que correspongui.

Referències

- Directives 78/1015 i 24/1997 (al capítol 9 es regula el nivell sonor admissible en vehicles de motor de dues o tres rodes).
- Norma ISO 5130-1982 (explica la metodologia de mesura).
- Ordre de 30 de juny de 1999, DOGC 12/07/1999 (regula el control metrològic a Catalunya dels instruments destinats a mesurar els sorolls).
- Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica, annex 6 (tracta dels valors límit d'emissió de soroll dels vehicles).
- Llei de seguretat vial:
 - article 10, apartat 6 (els vehicles no podran circular amb nivells superiors als establerts);
 - articles 62, 63.4 i 64 (justifiquen la suspensió o pèrdua de vigència dels permisos de circulació);
 - article 70 (immobilització del vehicle).
- Reglament general de circulació, article 7 (soroll).
- «Taules de valors de referència per a l'assaig amb el vehicle aturat». www.anesdor.com. Hi figuren tots els nivells sonors en què ha estat homologat cada un dels tipus de ciclomotors o motocicletes.



Les ordenances municipals reguladores del soroll

Esteban Gaja Díaz
 Catedràtic d'Universitat
 Laboratori d'Enginyeria Acústica
 Universitat Politècnica de València
 A/e: egaja@fis.upv.es

Resum

La contaminació acústica constitueix una de les problemàtiques més importants amb què s'enfronten contínuament els gestors municipals de les principals poblacions de l'Estat espanyol. Avui, la contaminació acústica és un dels principals indicadors de la qualitat ambiental de les nostres ciutats. Els nivells sonors actuals ens indiquen que estan molt per sobre de les recomanacions de l'OMS. Segons l'OCDE, Espanya és el segon país més sorollós després del Japó. Per poder lluitar contra aquest tipus de contaminació, és necessària l'actuació municipal, que per a això necessita una eina legal imprescindible: les ordenances municipals contra els soroll i les vibracions.

Avui, la contaminació acústica és un dels principals indicadors de la qualitat ambiental de les nostres ciutats

Introducció

La Constitució Espanyola no assenyala atribucions competencials expresses als ens locals. Malgrat això, conté dos articles que permeten un primer acostament a la qüestió:

- Article 137: «L'Estat s'organitza territorialment en *municipis*, en províncies i en les comunitats autònomes que es constitueixin. Totes aquestes entitats *gaudeixen d'autonomia per a la gestió dels interessos respectius*.»
- Article 140: «La Constitució garanteix l'autonomia dels municipis [...].»

D'altra banda, a la Llei 7/1985, reguladora de les bases de règim local, s'especifiquen les matèries sobre les quals cal atribuir un nivell de competència als ens locals. Així doncs, l'article 25.2.1 recull de manera genèrica «la protecció del medi ambient». No obstant això, d'acord amb nombre d'habitants, s'estableixen uns serveis mínims que han de ser prestats per les autoritats locals.

- En general:
 - Recollida de residus sòlids urbans.
 - Proveïment domiciliari d'aigua potable.
 - Clavegueram.
- Als municipis de més de 5.000 habitants:
 - Tractament de residus sòlids urbans.
- Als municipis de més de 20.000 habitants:
 - Prevenció i extinció d'incendis.
- Als municipis de més de 50.000 habitants:
 - Protecció del *medi ambient*.

D'altra banda, la contaminació per soroll i vibracions, objecte d'aquest article, és inclosa a l'ítem «Contaminació atmosfèrica per formes d'energia (sorolls)» de la Llei 38/1972, de protecció de l'ambient atmosfèric, que és desenvolupada pel Reglament 833/1975, com també pel Reglament d'activitats molestes, insalubres, nocives i perilloses (RAMINP), del 1961, que actualment té els seus corresponents decrets en la majoria de les comunitats autònomes (CC.AA.).

Aquesta darrera referència (RAMINP) ha estat tradicionalment la norma utilitzada per les entitats locals en absència de les ordenances municipals (OO.MM.), ja que permet, a través de la tramitació de les llicències d'activitats qualificades, l'exigència de mesures correctores adequades. Posteriorment, la majoria de CC.AA. han desenvolupat diverses normatives específiques en l'àmbit de les seves competències, però complint uns mínims; sense que hi hagi, però, uns criteris unificats, per absència de legislació de rang superior.



Foto: Salvador Fuentes

Les terrasses musicals poden arribar a generar problemes amb els veïns.

Aquestes normes legals, juntament amb el Decret d'homologació de vehicles automòbils, el Reial decret sobre la protecció dels treballadors exposats al soroll, i la NBE CA-88, són la referència per a l'elaboració de les OO.MM.

Estat actual

Des de la primera Ordenança municipal de l'Ajuntament de Madrid, de l'any 1969, fins avui, són moltes les OO.MM. vigents a nombroses poblacions de l'Estat espanyol. En l'actualitat continua sense existir una legislació de rang superior que permeti unificar criteris en l'elaboració d'ordenances municipals. S'han fet accions en aquest sentit, per part d'algunes CC.AA., consistents a desenvolupar ordenances municipals tipus, com ara les elaborades per la Comunitat Valenciana, la Junta d'Andalusia i Catalunya.

Recentment, s'ha aprovat la Llei 7/2002, de protecció contra la contaminació acústica, de la Generalitat Valenciana, que al seu article 18, «Instruments de planificació i gestió acústica», inclou, dins del contingut del Pla acústic autonòmic: «i) Models orientatius d'ordenances municipals».

Per al desenvolupament de l'esmentat model orientatiu d'OM, vam elaborar una enquesta que es va enviar als aproximadament cinc-cents municipis del País Valencià, tant per carta com per correu electrònic. Entre els municipis que van respondre, hi ha des del més gran, València, amb 750.000 habitants, fins als més petits, amb un centenar d'habitants. En aquesta enquesta, se sol·licitava informació que vam considerar molt interessant per

poder desenvolupar l'OM model, d'acord amb les necessitats de les corporacions municipals. Tothom qui hi estigui interessat, pot trobar l'enquesta a la pàgina web www.gfa.upv.es.

D'entre les preguntes que es van efectuar, analitzem les següents:

3. *¿Disposa el vostre Ajuntament d'ordenances municipals contra el soroll i les vibracions?*

Sí No

(En cas afirmatiu, contesteu la pregunta 4; en cas negatiu, contesteu la pregunta 5)

En aquesta pregunta, només el 44% dels ajuntaments del País Valencià disposen d'OO.MM. específiques contra el soroll, sense entrar a valorar la seva qualitat o adaptació a les noves normatives.

4. *En cas afirmatiu, ¿considerau que les ordenances municipals han contribuït a solucionar els problemes del soroll?*

Molt Força Poc Gens

Hi ha una majoria de poblacions que consideren que hi han contribuït poc o no gens (poc, 44%; gens, 12%), enfront dels que creuen que sí que hi han contribuït (molt, 3%; bastant, 41%). D'entre els ajuntaments que consideren que les ordenances han contribuït a solucionar els problemes de soroll, cal destacar els de València i Benidorm, ciutats on la problemàtica del soroll és bastant pronunciada, però on segons els seus gestors disposen d'ordenances eficaces. Com a opinió personal i atès el meu coneixement de les OO.MM. d'aquestes dues poblacions, haig de dir que són bastant bones i que, a més, els gestors municipals implicats demostren un notable interès a actuar en aquest camp.

5. *En cas negatiu, ¿considerau que les ordenances municipals poden contribuir a solucionar els problemes de soroll?*

Molt Força Poc Gens

Hi ha una majoria de poblacions que tenen grans esperances a disposar d'OO.MM., ja que consideren que aquestes poden contribuir a solucionar els problemes de soroll (molt, 12,6%; bastant, 57%), enfront dels que creuen que no hi contribuiran (poc, 24,4%; gens, 6%). Les respostes en aquest cas corresponen a poblacions de poca grandària, que són les que no solen tenir ordenances en aquest àmbit.

8. *¿Es reben a l'Ajuntament queixes o denúncies dels veïns a causa del soroll?*

Moltes Força Poques Cap

Únicament al 37,5% de les poblacions es reben nombroses queixes referents al soroll (moltes, 7%; bastants, 30,5%), enfront del 62,5% en què se'n reben menys (poques, 50%; cap, 12,5%). Cal destacar que a poblacions on el turisme és predominant com ara Orpesa del

Mar, Guardamar del Segura, etc., o tenen zones de lleure nocturn com ara València, és on es localitzen la majoria de queixes.

10. En quin època de l'any es reben més queixes?

Primavera Estiu Tardor Hivern

Fonamentalment es produeixen les queixes a l'estiu (80%), i moltes menys a la primavera (10%), i encara menys a la tardor (5%) i a l'hivern (5%).

11. A quin moment del dia corresponen les queixes?

Matinada Matí Tarda Nit

Les queixes per sorolls es reben majoritàriament a la matinada (24%) i a la nit (58%), i moltes menys al matí (10%) i a la tarda (8%). És a dir, que la font de soroll que més molesta a efectes de denúncies és la nocturna, fonamentalment a les zones de lleure; mentre que la font de soroll més extensa en termes de superfície, el trànsit, gairebé no té denúncies.

La font de soroll que més molesta a efectes de denúncies és la nocturna, mentre que la font de soroll més extensa en termes de superfície, el trànsit, gairebé no té denúncies

Un altre aspecte que considerem interessant és la dotació de mitjans tant tècnics com humans. Per això vam fer les preguntes següents:

13. ¿Disposeu a l'Ajuntament d'instruments de mesurament de soroll?

Sonòmetre: Sí No (marca:)
 Calibrador: Sí No (marca:)

14. En cas de disposar d'instruments de mesurament de soroll, ¿compleixen aquests la legislació vigent quant a la verificació periòdica anual?

Sí No

La resposta va ser molt preocupant. Només el 23% dels ajuntaments estan en condicions d'efectuar mesuraments de soroll d'una manera legal. Si bé el 52% disposa de sonòmetres, tan sols el 29% disposen de calibrador –la utilització del qual és preceptiva abans i després del mesurament–, i solament el 34% fan una verificació periòdica dels seus instruments. Únicament el 23% compleixen les tres condicions.

15. ¿Hi ha a l'Ajuntament tècnics amb coneixements en la qüestió del soroll?

Sí No



Foto: Ajuntament de Montgat

La formació acústica dels policies locals és bàsica.

Un 43% dels ajuntaments no disposen de tècnics amb coneixements en contaminació acústica. Cal destacar que, des de fa uns cinc anys, com a Unitat Operativa de Control Acústic de la Generalitat Valenciana, mitjançant conveni amb la Conselleria de Medi Ambient, impartim els cursos «L'acústica en l'activitat municipal» per a tècnics municipals, i «Iniciació a les tècniques de mesurament del soroll», per a les policies locals. Creiem que la formació és una qüestió bàsica, i com a novetat per al present any 2003, hi incloem l'opció en línia, íntegrament per Internet, per al desenvolupament dels cursos.

Les conclusions d'aquesta enquesta han estat molt aclaridores pel que fa a les qüestions que més interès tenen per als ajuntaments i que haurien d'estar plasmades en les OO.MM. D'entre aquestes qüestions, cal destacar la de les activitats no industrials qualificades com a molestes pel soroll que generen.

Contingut de les ordenances municipals

Una de les principals funcions de les OO.MM. és la protecció dels ciutadans de les poblacions enfront de les agressions degudes a la contaminació acústica. Si analitzem les possibles fonts de soroll que afecten els habitants de les nostres poblacions, n'hi ha dues que destaquen: les produïdes pels mitjans de transport i les produïdes per les activitats de lleure. L'altre grup de fonts sonores importants el constitueixen les activitats industrials, que, per sort, cada vegada són més lluny dels nuclis urbans, de manera que la seva influència cada vegada és menor. A l'enquesta que vam fer als municipis del País Valencià es va fer una última pregunta sobre quins aspectes caldria incloure en una OM. La majoria de les respostes indiquen una gran preocupació pel control dels locals de lleure nocturn, tant pel que fa a la concessió de la llicència d'obertura, com als controls sonomètrics que caldria aplicar a aquestes activi-

tats, com també al soroll ambiental que produeix l'afluència de persones a zones de concentració d'aquestes activitats.

A grans trets, la gran majoria de les OO.MM. segueixen l'esquema següent:

Títol I. Disposicions generals

En aquest títol se sol definir l'objecte de l'OM, com també el seu àmbit d'aplicació. Aquest punt és molt important, ja que indica que les activitats, instal·lacions, obres, vehicles, etc. estan sotmesos a les seves prescripcions.

Títol II. Sistemes de mesurament i avaluació del nivell sonor i les vibracions

En aquest títol es detallen els procediments generals que cal tenir en compte en els mesuraments, correcció per soroll de fons, presència de components tonals o impulsius, i també es defineix el tipus de sonòmetre que cal utilitzar en els mesuraments previstos a l'OM. Jo recomano que siguin del tipus 1, ja que els mesuraments que puguin implicar sanció han de ser al més exactes possible, i per això cal evitar la desviació que produeixen altres sonòmetres de tipus inferior. Així mateix, cal subratllar l'obligatorietat de fer la calibració prèvia i posterior al mesurament, com també l'exigència de la verificació primitiva o periòdica anual.

Títol III. Nivells admissibles de nivell sonor i vibracions en el medi ambient urbà

Aquest títol és fonamental, ja que indica els valors del nivell sonor i de les vibracions que no es podran superar, d'acord amb l'ús dominant de les zones urbanes, període temporal, localització en l'exterior o interior, etc.

A títol orientatiu, s'exposen a continuació unes taules extretes de l'Ordenança municipal de medi ambient: soroll i vibracions de l'Ajuntament de València, sobre els nivells sonors màxims admissibles:

| Nivells de recepció interns | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------|--------------|
| Ús | Locals | Nivell sonor, L_A | |
| | | dB(A), dia* | dB(A), nit** |
| Sanitari | Zones comunes | 50 | 40 |
| | Estances | 45 | 30 |
| | Dormitoris | 30 | 25 |
| Residencial | Peces habitables (excepte cuines) | 40 | 30 |
| | Passadissos, banys, cuines | 45 | 35 |
| | Zones comunes edifici | 50 | 40 |
| Docent | Aules | 40 | 30 |
| | Sales de lectura | 35 | 30 |
| Cultural | Sales de concerts | 30 | 30 |
| | Biblioteques | 35 | 35 |
| | Museus | 40 | 40 |
| | Exposicions | 40 | 40 |
| Recreatiu | Cinemes | 30 | 30 |
| | Teatres | 30 | 30 |
| | Bingos i sales de joc | 40 | 40 |
| | Hostaleria | 45 | 45 |
| Comercial | Bars i establiments comercials | 45 | 45 |
| Administratiu i oficines | Despatxos professionals | 40 | 40 |
| | Oficines | 45 | 45 |

* de 8.00 a 22.00 h; ** de 22.00 a 8.00 h.

Així mateix, un altre aspecte que possiblement crearà problemes, serà la definició dels períodes legals diürn i nocturn actuals a la majoria d'OO.MM. (de 8.00 a 22.00 h dia i de 22.00 a 8.00 h nit) enfront de la proposta de la Directiva europea sobre gestió del soroll ambiental i de l'Avantprojecte de llei del soroll, ja que

| Nivells de recepció externs | | |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|
| Ús dominant | Dia (8.00-22.00 h) | Nit (22.00-8.00 h) |
| Sanitari | 45 dB(A) | 35 dB(A) |
| Residencial unifamiliar | 50 dB(A) | 40 dB(A) |
| Residencial plurifamiliar | 55 dB(A) | 45 dB(A) |
| Terciari | 65 dB(A) | 55 dB(A) |
| Industrial | 70 dB(A) | 60 dB(A) |

No obstant això, caldrà tenir molt en compte la futura «Llei del soroll», en fase d'avantprojecte per part del Ministeri de Medi Ambient, en què es proposa definir els objectius de qualitat acústica d'acord amb els diferents tipus d'«àrees acústiques».



Mesurament acústic al costat d'una activitat.

Foto: Salvador Fuentes

aquest darrer defineix tres períodes: diürn, vespertí i nocturn.

Títol IV. Normes de prevenció del nivell sonor i les vibracions en el medi ambient urbà

És en aquest títol on hi ha el gros de les accions que cal dur a terme en la lluita contra el soroll i les vibracions. Normalment s'hi inclouen aspectes com ara els següents:

- *Condicions exigibles a l'edificació.* A la NBE CA-88, es detallen les condicions exigibles quant als elements constructius de les edificacions dedicades a habitatges. La norma, però, no fa cap referència a la comprovació *in situ* de l'efectivitat de l'aïllament acústic. Per això hi ha algunes OO.MM. que inclouen en el seu articulat l'obligatorietat de presentar certificació dels aïllaments acústics als habitatges de nova construcció si així es decideix. Com a referència esmentarem l'OM de l'Ajuntament de València, que al seu article 17, «Comprovacions», indica l'obligatorietat de presentar aquesta certificació, realitzada d'acord amb la norma UNE-EN ISO 140, corresponent a l'obtenció de les llicències d'ocupació dels edificis. Com a aspectes que cal tenir en compte en el futur, l'esborrany del futur Codi tècnic de l'edificació indica la realització d'aquestes proves.
- *Condicions exigibles a les activitats.* Aquest aspecte és probablement un dels més importants d'una OM, ja que cal detallar clarament totes les exigències, com també els requisits per a la concessió de la llicència d'obertura de les activitats qualificades com a molestes pel que fa al soroll; el seu àmbit d'aplicació; les exigències dels aïllaments acústics tant per a locals tancats com per a locals a l'aire lliure; les condicions administratives i tècniques en la concessió de llicències d'obra i d'obertura, i el contingut del projecte acústic, com també el seu control *in situ*.
- *Regulació del soroll del trànsit.* En aquest capítol es potser on més errors es produeixen a la majoria d'OO.MM. En efecte, els controls sonomètrics de vehicles realitzats normalment per la policia local, se solen dur a terme d'acord amb una metodologia operativa i amb uns límits sonors que no són els correctes. Hi ha moltes OO.MM. en què s'indica que el soroll que fa el vehicle s'ha de mesurar a una distància de 3,5 metres (hi pot haver influències del soroll ambiental), quan la distància correcta, indicada al Reglament d'homologació de vehicles, és de 0,5 metres; i utilitzen com a referència els valors d'homologació per a les proves de vehicles en moviment, quan la prova en qüestió és estàtica i els seus valors admissibles figuren a les fitxes d'homologació de cada vehicle. És per això que aquest aspecte caldria revisar-lo per tal de poder fer una aplicació correcta de la normativa. Un altre aspecte és la valoració del soroll del trànsit en conjunt, que està perfectament

especificat en la recentment aprovada Directiva europea de gestió del soroll ambiental.

- *Condicions exigibles a activitats d'una altra mena.* En aquest capítol, s'inclouen tots els aspectes que no són inclosos als capítols anteriors. En algunes OO.MM. figura la qüestió de les zones acústicament saturades, amb la regulació administrativa i el procediment operatiu necessaris per formular la declaració d'aquestes zones.

Títol V. Règim jurídic

Finalment, hi sol haver un títol en què s'especifiquen tots els aspectes referents a la inspecció i el control, com també les infraccions i les sancions.

Annexos

D'entre els annexos, el primer sol estar dedicat a les definicions dels diversos conceptes que figuren a l'articulat. És molt important l'existència d'aquest annex, ja que pot evitar problemes d'interpretació en alguns casos. El segon annex ha d'estar dedicat a un altre dels aspectes que més pot aclarir com dur a la pràctica l'articulat d'una OM: «els procediments operatius». És en aquest annex on cal especificar la preparació del sonòmetre quant a la resposta temporal; l'índex que cal utilitzar; la durada del mesurament; el nombre de mesuraments; la localització del sonòmetre d'acord amb mesuraments a l'interior o a l'exterior; si és a l'interior, la situació de les finestres (obertes o tancades); la valoració del soroll ambiental; la detecció de tons purs i/o de components impulsius, etc.

Així mateix, cal incloure-hi el procediment operatiu per practicar sonometries a vehicles a la via pública, com també els valors de referència.

Les ordenances i les noves legislacions

En un futur no gaire llunyà, nous reptes afectaran els gestors municipals, alguns dels quals ja els hem comentat. En efecte, l'aprovació i entrada en vigor de noves normatives obligaran a modificar i/o actualitzar nombrosos aspectes de les actuals ordenances municipals. Esmento ara algunes normes recentment aprovades o de suposada propera aprovació:

- Directiva 2002/49/CE, de 25 de juny, sobre avaluació i gestió del soroll ambiental.
- Avantprojecte de llei del soroll (Ministeri de Medi Ambient).
- Projecte de codi tècnic de l'edificació.
- Elaboració de noves normes UNE-EN ISO.

Quant a l'Avantprojecte de llei del soroll, d'entre els molts aspectes que conté, cal destacar l'article 6 del capítol I, «Ordenances municipals i planejament urbanístic», on s'especifica que correspon als ajuntaments adaptar les ordenances en relació amb les matèries objecte d'aquesta llei.

Un altre aspecte important és el de la qualitat acústica (capítol II), on es defineixen els tipus d'àrees acústiques i s'indica que el Govern aprovarà reglamentàriament els criteris per a la delimitació dels diferents tipus d'àrees acústiques, i també que definirà els objectius de qualitat acústica aplicables als diferents tipus d'àrees acústiques.

L'aprovació i entrada en vigor de noves normatives obligaran a modificar i/o actualitzar nombrosos aspectes de les actuals ordenances municipals

També és fonamental la determinació dels índexs acústics, que correspondran a les vint-i-quatre hores del dia, amb períodes diürns, vespertins i nocturns.

També es regularan els mètodes d'avaluació dels valors dels índexs acústics.

Bibliografia

- Dirección General de Política Ambiental del MOPTMA. «Modelo de ordenanza Municipal de protección ambiental». ISBN 84-498-0001-3. Madrid, 1995.
- Generalitat de Catalunya. «Ordenanza municipal tipus reguladora del soroll i les vibracions». 1995.
- Generalitat Valenciana; Federació Valenciana de Municipis. «Model d'ordenança municipal sobre prevenció de la contaminació acústica contra soroll i vibracions». 1995.
- Generalitat Valenciana. «Llei 7/2002 (DOGV del 9-12-2002), de protecció contra la contaminació acústica». Desembre del 2002.
- Junta de Andalucía. «Modelo tipo de ordenanza municipal de protección del medio ambiente contra los ruidos y vibraciones». Setembre del 1998.



Els mapes acústics. L'experiència del Prat de Llobregat

Àngel Simon

Cap d'Activitats i Medi Ambient Urbà
Ajuntament del Prat de Llobregat

El control del soroll i la seva incidència sobre el medi com un factor de contaminació estan perfectament regulats a través de la diferent normativa existent en les diverses instàncies administratives i governamentals –comunitària, estatal, autonòmica i local. Però no cal dir que ens quedaríem a mig camí en la valoració de la incidència del soroll a la nostra ciutat si només tinguéssim en compte aquesta legislació estructurada i concreta, sense conèixer els nivells de sorolls existents al nostre municipi.

Encara més: difícilment podrem plantejar programes d'actuació en la lluita contra el soroll, prioritzar accions i donar informació sobre la qualitat del sòl del nostre municipi, sense tenir una informació bàsica de soroll de la ciutat.

Per aquest motiu s'utilitzen els mapes acústics com a eines que ens aporten una fotografia en el temps dels nivells de sorolls del municipi. I és en aquesta línia que la comunitat Europea va instaurar, a través d'una directiva europea, l'obligatorietat de fer mapes acústics a totes les ciutats de més de 250.000 habitants abans del 31 de desembre de l'any 2004. I de la mateixa manera la Generalitat de Catalunya va engegar diferents programes per a la realització de mapes i cadastres de sorolls en els diferents municipals de Catalunya.



Foto: Àngel Simon

Circulació de vehicles per vies urbanes d'alta capacitat.

S'utilitzen els mapes acústics com a eines que ens aporten una fotografia en el temps dels nivells de sorolls del municipi

Però, què es un mapa acústic? Quina es la seva metodologia d'elaboració? Què podem concloure a partir de l'obtenció de un mapa acústic? Totes aquestes preguntes i d'altres són les que el municipi del Prat de Llobregat es va fer abans d'encetar l'estudi acústic de la ciutat i intentar donar-hi resposta a través del present article.

Mapa acústic. Definició

Hi ha moltes definicions de mapa acústic, però d'una manera molt simple i entenedora el podem definir com «un conjunt de mesures dels nivells sonors d'una zona –barri, poble o ciutat– distribuïdes de manera adequada en l'espai i el temps.»

Metodologia d'elaboració de mapes acústics. Tipologies

Hi ha moltes i variades metodologies per elaborar mapes acústics, però aquestes les podem agrupar en tres grans grups:

a) Mètode per predicció de nivells. S'utilitza un sistema de càlcul mitjançant un programa –simulador acústic– que considera diferents variables (topografia del terreny, característiques de les vies i intensitat del trànsit, focus emissors, dades climatològiques, edificis, etc.).

b) Mètode de mesuraments *in situ*. Aquest sistema utilitza equips de sonometria per mesurar els nivells acústics a diferents punts de la ciutat, els quals han estat determinats prèviament.

c) *Sistema mixt.* És un procediment en què es fa una predicció de nivells sonors mitjançant el simulador acústic, que són validats i/o complementats amb mesures reals *in situ*. Independentment del procediment utilitzat, és important escollir prèviament els punts de mostreig dels quals s'obtindrà la informació que donarà lloc al mapa acústic.

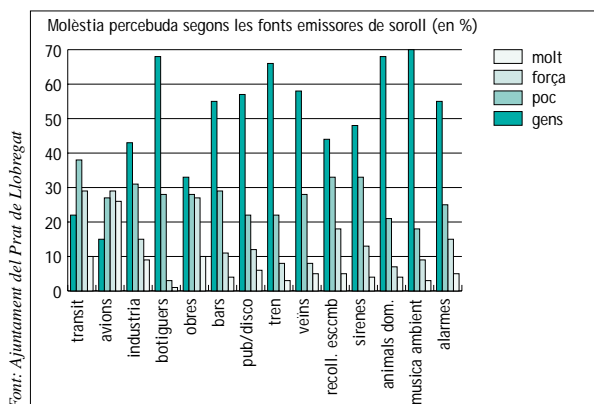
Tots els sistemes d'elaboració de mapes acústics tenen avantatges i inconvenients. Per exemple, els mapes obtinguts pel procediment de càlculs tenen un caràcter predictiu en tant que reflecteixen en certa manera una mitjana. Per tant, no es podria establir una comparació estricta amb mesuraments reals, com sí que podia fer amb el segon mètode (mesuraments acústics), atès que aquest mètode proporciona una foto fixa de la zona, que es correspon amb els valors sonors obtinguts en un moment determinat. Malgrat això, un avantatge important del mètode de predicció és que qualsevol variació en els paràmetres de la ciutat (urbanitzacions, nous edificis, carrers, fluxos de circulació, etc.) són recollits de manera immediata, amb una nova entrada de dades i tot recalculant el mapa per adaptar-lo a la nova situació.

Com a exemple de mapes acústics realitzats amb el mètode de mesuraments acústics, tenim els mapes acústics de Barcelona, Madrid i Bilbao. Com a exemple de mètode de predicció acústica, tenim els mapes acústics de Saragossa i Birmingham.

El mapa acústic del Prat de Llobregat es va obtenir, tal com veurem posteriorment, mitjançant el segon sistema –mesures reals–; no obstant això, actualment es fa servir un sistema mixt, com a actualització d'aquest.

El Mapa acústic del Prat de Llobregat

El terme municipal del Prat de Llobregat s'estén íntegrament per la plana deltaica, entre el marge dret del riu Llobregat i l'estany del Remolar, al llarg d'un front marítim de 8 km de llarg. Amb una superfície de 32,23 km², totalitza la tercera part del total del Delta.



Molèstia percebuda segons les fonts emissores de soroll.

El Prat limita a llevant amb Barcelona (Zona Franca), al nord amb l'Hospitalet i Cornellà de Llobregat, al nord-oest amb Sant Boi de Llobregat i a ponent amb Viladecans. La banda de migdia és ocupada pel mar.

La població del Prat de Llobregat és de 63.121 habitants, segons les dades censals del 2002. En relació amb el gran creixement produït durant aquest segle, actualment es pot dir que la població es manté aproximadament estable des del 1980.

És un municipi amb una gran implantació industrial i amb grans infraestructures de comunicació –aeroport, carreteres i port–, que constitueixen uns focus emissors de sorolls amb una gran incidència sobre la qualitat acústica al municipi. Les característiques d'aquests d'aquests grans focus de soroll fan que la problemàtica de contaminació acústica existent al municipi tingui uns aspectes especials que la diferencien de moltes altres poblacions.

L'any 1995, l'Ajuntament del Prat va decidir elaborar un pla d'actuació municipal de lluita contra el soroll que permetés reduir els nivells de soroll de fons existents al municipi.

Amb aquesta finalitat, es va veure la necessitat d'elaborar una sèrie d'estudis tècnics que ens permetin conèixer com es genera el soroll i quina és la seva via de transmissió, la seva distribució i l'impacte que genera sobre la població.

Entre altres estudis, podem mencionar, per la seva importància, els següents:

a) Estudi de percepció del soroll per part dels ciutadans del Prat

Aquest estudi tenia com a objectius principals conèixer quina percepció tenien els ciutadans del Prat, tant de les fonts emissores de sorolls, com dels efectes que provocaven i la seva percepció enfront dels nivells existents. I, d'altra banda, pretenia verificar l'existència de relació entre els nivells acústics reals –aquest estudi es va fer de forma paral·lela amb el mapa acústic del municipi– i les percepcions dels ciutadans.

L'estudi es va fer per mitjà d'una enquesta representativa de la població del Prat de Llobregat i amb un nivell de confiança del 95%. Va ser realitzat l'any 1996-1997, i, entre altres conclusions, podem extreure les següents:

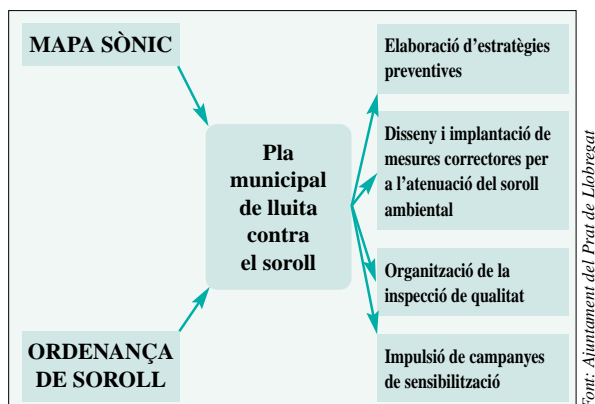


Diagrama del Pla municipal d'actuació del municipi del Prat de Llobregat.

- Els principals focus generadors de molèsties per sorolls segons l'apreciació del ciutadans són els avions, seguits de les obres i el trànsit. Aquest ordre d'apreciació es va comprovar que no coincidía amb el primer generador de sorolls al municipi, que és el trànsit. Malgrat això, els avions sí que consitueixen el focus generador de nivells màxims de soroll (episodis de 8-10 segons) en la població, cosa que coincidía amb les observacions dels ciutadans. Hem de tenir en compte que aquests episodis sonors, segons quina activitat es faci (ensenyança, descans, estudi, etc.), poden arribar a impedir-la, i la incomoditat que genera pot ser superior que la produïda per un nivell sonor continu d'una intensitat més baixa.

Els principals focus generadors de molèsties per sorolls segons l'apreciació dels ciutadans són els avions, seguits de les obres i el trànsit

- Els horaris en què més gran és la molèstia del soroll, són el nocturn i a l'època d'estiu.
- Hi ha divisió d'opinions en la valoració del soroll com a contaminant. La meitat de la població veu el soroll com un problema, i els nivells que perceben els qualifiquen com a alts, mentre que per a l'altra meitat els nivells percebuts són baixos o molt baixos i, per tant, no el valoren com un contaminat principal.
- La consciència que tenen el ciutadans dels efectes (en activitats específiques, fisiològics i psicosociològics) que el soroll té en la persona, assoleix un nivell molt baix.

b) Mapa acústic

Tal com hem comentat, a la vegada que es feia l'estudi de percepció acústica, s'elaborava el mapa acústic de la ciutat.

Aquest mapa es va realitzar amb mesuraments reals en punts definits prèviament i tenint en compte, respecte a altres mapes acústics, la incidència de les infraestructures –especialment el focus emissor de l'aeroport del Prat.

Els criteris utilitzats per a la elaboració del mapa van ser els següents:

1. Metodologia

- Mesuraments *in situ*. Utilització del nivell equivalent (L_{eq}) com a patró i obtenció dels paràmetres estadístics (L_1 , L_{10} , L_{90} , L_{99}).
 - Aplicació de la corba de ponderació «A» i utilització de la constant de temps «Fast» i amb temps d'integració de 15 minuts, tant per a les mesures puntuals, com per a les de vint-i-quatre hores.

- Els aparells de mesura utilitzats van ser fonamentalment sonòmetres de tipus 1.
- El mostreig es va efectuar en dies laborables, sense pluja i sense vent.

2. Representació gràfica

Per a la representació gràfica dels resultats es va utilitzar l'escala de colors definida en la Norma DIN 18005.

Es van obtenir diferents representacions gràfiques en les quals s'han representat els nivells de soroll ambiental existents durant els trams de dia i de nit, els punts de mesurament, els nivells de soroll procedents de les aeronaus, l'evolució del soroll ambiental durant vint-i-quatre hores, etc.

3. Explotació estadística de les dades

L'explotació del gran volum de dades obtingudes ens va permetre extreure moltes conclusions i prioritzar unes primeres actuacions.

Podem exposar com a dades globals més rellevants les següents:

a) Evolució de soroll ambiental en un període de 24 h.

Aquesta corba es repeteix de manera sorprenent en cada cicle de vint-i-quatre hores, exceptuant-ne els dies festius. Aquesta dada mostra amb molta claredat el ritme de l'activitat ciutadana.

b) Exposició de la població del Prat de Llobregat i els espais públics del municipi a diferents nivells de soroll.

A través d'aquestes dades, podem valorar si el objectius comunitaris, recollits en el V Programa de política i actuació mediambiental de CE, sobre nivells d'exposició de la població al soroll, es compleixen a la nostra ciutat. Aquests objectius són els següents:

- No es pot sobrepassar en cap punt de la ciutat els 85 dB(A).
- Els punts amb exposició de nivells de soroll superiors als 65 dB(A) hauran de desaparèixer.
- No pot augmentar el percentatge de població exposada a nivells de 55-65 dB(A).
- No pot disminuir la població exposada a nivells inferiors a 55 dB(A).

És obvi que, contrastant aquests objectius amb la realitat de la ciutat obtinguda a través del mapa sonor, podem valorar el compliment de la nostra ciutat respecte als objectius marcats i dissenyar una actuació en la prevenció i control del soroll.

Es va veure, però, que amb els dos estudis realitzats –percepció acústica i mapa sonor– no es donava una imatge suficient de la incidència del soroll al Prat de Llobregat, atesa la importància que té sobre el municipi una infraestructura com l'aeroport. Per la qual cosa, es va valorar com a necessària l'elaboració de l'impacte sonor de l'aeroport del Prat de Llobregat sobre la població, no tan sols al moment actual (horitzó 2003), sinó tenint en compte la futura ampliació d'aquest (horitzó 2010, ampliació de la tercera pista).

La petja sonora de l'aeroport del Prat de Llobregat

Per a la realització de la petja sonora de l'aeroport sobre el territori amb l'horitzó de l'any 2001-2003, es va utilitzar el sistema mixt d'elaboració de mapes acústics. Es va jugar un sistema de predicció mitjançant el programa INM (*Integrated Noise Model*), de la Federal Aviation Administration Office of Environment and Energy dels Estats Units d'Amèrica, programa utilitzat internacionalment per a la valoració dels impactes acústics d'aeronaus, conjuntament amb els mesuraments *in situ* proporcionats pel sistema de monitorització de sorolls (TMR) emplaçats a l'aeroport del Prat de Llobregat i mesuraments efectuats pels serveis tècnics municipals i del Servei de Medi Ambient de la Diputació de Barcelona.

Per a la realització de la petja sonora de l'aeroport es va utilitzar el sistema mixt d'elaboració de mapes acústics

En el sistema de predicció acústica s'integren nombrosos paràmetres, com ara els següents: tipus d'aeronaus, condicions climatològiques, sistemes d'aterratge i enlairament, topografia, etcètera.

L'ordenança municipal

Evidentment, un cop ja es té una idea clara i quantificada de la situació del municipi respecte dels sorolls, el pas següent és aprovar una ordenança municipal que constitueixi un marc regulador, complementari de la normativa de nivell superior (autonòmica, estatal i comunitària), i que serveixi per a la defensa i la promoció d'uns nivells sonors d'acord amb els nivells de qualitat de vida exigibles avui dia.

Al Prat de Llobregat, es va crear una ordenança reguladora del sorolls i vibracions que avui dia està pendent d'aprovació definitiva. En aquesta ordenança, s'ha pre-

vist la creació de cinc zones de sensibilitat acústica exterior diferent, cadascuna amb els seus valors guia d'immissió, que van des de 50 dB(A) per a la zona I (zona d'alt confort acústic), fins a valors que cal determinar en cada cas en concret per a sectors del territori amb servituds acústiques (zona V), com per ara els sistemes generals d'infraestructura de transport.

La zonificació acústica del municipi s'ha realitzat tenint en compte:

- L'estructura urbanística.
- El coneixement dels nivells sonors existents, obtinguts durant l'elaboració del mapa acústic.
- Les activitats instal·lades.
- El grau d'exposició de la població.

L'últim pas efectuat ha estat l'encreuament de dades entre la zonificació acústica del municipi i el mapa de soroll i la posterior elaboració a partir dels resultats obtinguts d'uns mapes de desviació acústica. Aquests mapes ens mostren la situació real acústicament parlant de cada àrea, o sigui, que estableix una comparativa entre els valors d'immissió reals obtinguts durant els mesuraments i els valors màxims que haurien d'assolir d'acord amb la zonificació acústica que s'ha atorgat a aquella àrea.

La importància d'aquests mapes de desviació acústica és que et permeten visualitzar ràpidament quines són les àrees que s'allunyen més dels objectius previstos i, per tant, faciliten la tasca de prioritzar on caldrà adoptar un règim especial d'actuacions encaminades a la progressiva disminució del soroll i apropar-nos tant com sigui possible als valors objectiu.

Bibliografia

- GARCIA SANS, Benjamín; GARRIDO, Francisco Javier (2003). *La contaminació acústica a les nostres ciutats*. Barcelona: Fundació La Caixa (Col·lecció Estudis Socials).
- REJANO DE LA ROSA, Manuel (2000). *Ruido industrial y urbano*. Madrid: Paraninfo.
- LANG, J. *Comparative study of noise prediction models in the urban environment*. Copenhagen: W.H.O.
- Mapa acústic del municipi del Prat de Llobregat* (1997). Prat de Llobregat: Ajuntament.
- Zonificació acústica del municipi de Prat de Llobregat*. (2002). Prat de Llobregat: Ajuntament.

Experiència

Tres dècades d'assistència als ajuntaments en el tractament de la problemàtica acústica i les vibracions

Jordi Mulet Arias

Tècnic d'acústica i vibracions del Servei del Medi Ambient de la Diputació de Barcelona

1. Introducció

Des de la dècada del anys vuitanta, el Servei del Medi Ambient ha prestat serveis a les corporacions municipals en la problemàtica del tractament de la contaminació acústica i les vibracions.

Podem dir amb orgull que fórem la primera administració supramunicipal a prestar aquests serveis als ajuntaments i la pionera en molts procediments d'avaluació del soroll.

Durant aquest temps les coses han anat evolucionant:

- Han canviat les normes que detallaven els procediments de mesura i avaluació.
- Han sorgit noves directives comunitàries respecte a la contaminació acústica i per vibracions.
- Els requisits dels organismes internacionals i estatals han prefixat un nivell de qualitat millor que l'instrumental de mesura de què es disposa habitualment.
- Han aparegut recomanacions de l'OCDE, l'OMS i altres organismes internacionals en què es donaven nous estàndards de soroll més restrictius.
- La població en general ha pres més consciència respecte al soroll, fins al punt que han sorgit associacions per a la preservació d'un ambient acústic saludable.

Una conseqüència d'això és que, a la Sindicatura de Greuges de Catalunya, una de les problemàtiques que es presenten amb més freqüència és la relacionada amb el soroll, bé perquè qui posa la queixa no està satisfet amb l'actuació que ha fet l'Administració, bé perquè de vega-

des de la normativa existent no s'adapta a la molèstia percebuda, o bé perquè no es dona una resposta en un temps apropiat.

A la Sindicatura de Greuges de Catalunya, una de les problemàtiques que es presenten amb més freqüència és la relacionada amb el soroll



Seu de la Sindicatura de Greuges.

La Diputació de Barcelona, sempre que ha pogut fer-ho, ha intentat donar resposta a les sol·licituds dels ajuntaments, i, quan no ha estat possible, s'ha orientat o adreçat a estaments i organismes que poguessin prestar algun tipus d'ajuda.

2. Situació actual

2.1. Instrumental de mesura i formació del personal dels ajuntaments

La situació quant a disponibilitat de sonòmetres per part dels ajuntaments ha millorat, tant pel que fa al tipus de sonòmetres de què disposen, com per la millor formació dels tècnics que els fan servir.

Afortunadament, l'oferta d'instrumental disponible al mercat ha augmentat considerablement, i el preu relatiu de l'instrumental de mesura ha baixat.

En aquest àmbit, la Diputació ha tractat sempre d'oferir suport, tot assessorant sobre els equips que s'adaptaven millor a les necessitats de cada corporació, o bé aconsellant la millor manera d'estudiar la problemàtica que se li presentava al tècnic municipal en cada cas concret.

Malgrat el que s'ha dit fins ara, moltes corporacions petites (i no tan petites) de la província han pogut disposar de sonòmetres quan ens han estat demanats, amb la consegüent explicació del seu funcionament; això ha estat possible per mitjà de cessions temporals d'instruments.

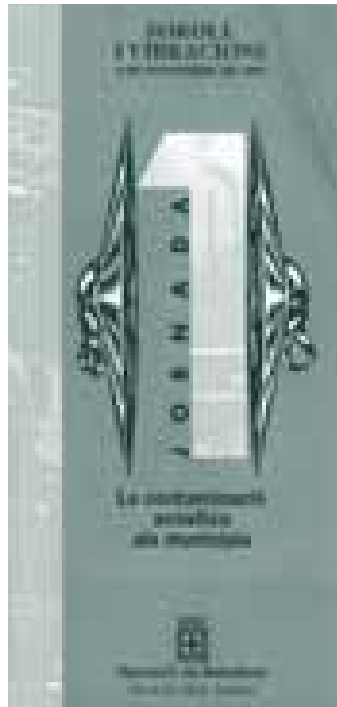
No obstant això, ateses les majors exigències de les normatives, caldrà que els tècnics municipals facin un esforç important en el coneixement de les tècniques de mesura i avaluació.

Aquesta tasca ja fa anys que la duem a terme amb un dels col·lectius més importants de la funció pública local, com són els policies locals; no en va una de les primeres tasques engegades va ser la de fer campanyes de control de soroll dels tubs d'escapament, qüestió de què es parla més àmpliament en un altre article; i en això també fórem pioners a Catalunya, ja que fins aleshores solament es feien controls a la ciutat de Barcelona.



Foto: Jordi Mulet

Mesurament de sorolls al carrer.



Primera de les sis jornades dedicades a la contaminació acústica als municipis.

Aquest treball implicava una formació pràctica sistemàtica, la qual es continua duent a terme des d'aleshores.

Malgrat que s'han fet jornades específiques sobre el tractament de la problemàtica acústica i de vibracions, encara ens queda el repte de la informació pràctica dels tècnics municipals.

2.2. Noves normatives en la regulació del soroll i les vibracions

A l'actualitat, pel que fa als nivells sonors ja no s'avalua el soroll amb mesures que el representen d'una forma global, és a dir, que ja no és suficient dir que el soroll mesurat durant un temps determinat té un nivell de pressió sonora continu equivalent de 55 dB(A) solament, per exemple.

A hores d'ara cal precisar com és el soroll, és a dir, introduir aspectes qualitius, com ara els següents:

- L'origen del soroll.
- La presència de freqüències predominants en un soroll determinat, el que se'n diu caràcter tonal del soroll.
- El possible caràcter impulsiu del soroll, per exemple soroll de telers, cops, etc.
- La durada del soroll.
- La incidència dels factors meteorològics i arquitectònics.
- El caràcter aleatori, continuat o periòdic del soroll.

D'aquesta necessitat de caracteritzar el soroll han sorgit els coeficients de correcció K1, K2 i K3 que figuren a la vigent Llei 16/2002 del Parlament de Catalunya, el text de la qual està publicat al DOGC 3675, de l'11-7-2002. Aquesta Llei va entrar en vigor l'11 d'octubre de l'any 2002.

Els factors de correcció, excepte en el cas K1, s'ementen per primera vegada a les normes ISO 1996, i es recullen també en altres normatives estatals.

Potser caldria afegir-hi altres factors, com ara el fet de si el soroll porta una informació associada o no, o si el soroll té fluctuacions entre nivells molt baixos i nivells bastant més alts, factors que a hores d'ara no es recullen a la normativa de la majoria de països.

Una conseqüència del que s'ha dit en aquest subapartat és la necessitat de disposar d'instrumental de mesura de moltes i millors prestacions, i la necessitat que el tècnic que mesura tingui més coneixements d'acústica i millors formes de mesurament. Això fa que es tendeixi a gravar el so per a una millor avaluació.

2.3. Normatives respecte a l'instrumental de mesura i calibratge

La Comissió Electrotècnica Internacional (CEI) ha rebatejat les antigues normes CEI 651 i CEI 804 a la nomenclatura respectiva CEI 60651 i CEI 60804 per als sonòmetres. Els calibradors, per exemple, han de complir la norma CEI 942, avui anomenada CEI 60942.

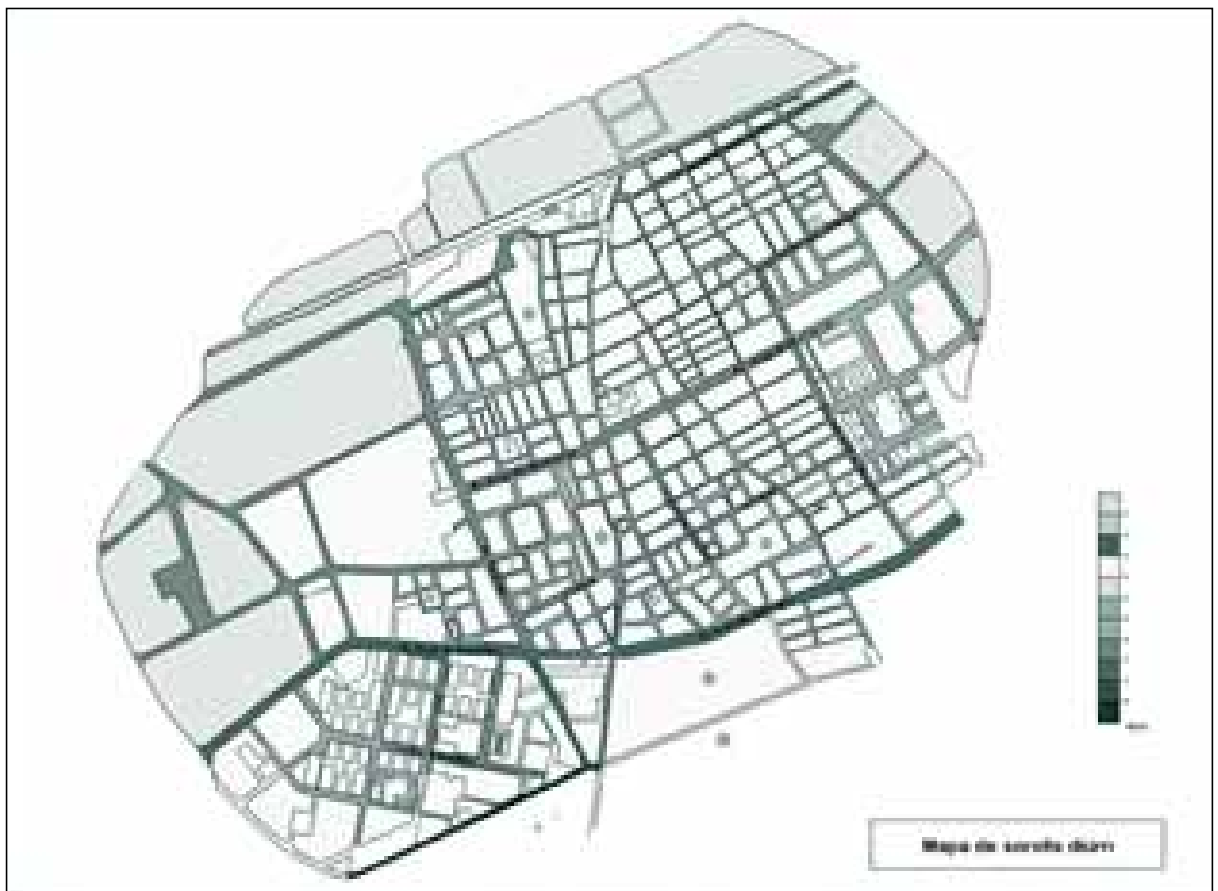
Aquestes normes, respecte dels sonòmetres, han de ser substituïdes per la norma CEI 61672. Aquesta darre-ra norma no és un simple canvi de nom, sinó que exigeix al sonòmetre una major qualitat i precisió; posem l'e-

xemple d'un sonòmetre de tipus 1 (de precisió) segons la CEI 60651, que pot ser ja no és considerat de classe 1 segons la CEI 61672 i que, per tant, ja no sigui apropiat per a determinats tipus de mesurament.

Quant a la qualitat i l'estat que es requereix per a l'instrumental de mesura del soroll i els calibradors, hem d'esmentar les disposicions següents:

- Ordre de 16 de desembre de 1998 del Ministeri de Foment (BOE núm. 311, del 29-12-1998), per la qual es regula el control metrològic de l'Estat sobre els instruments destinats a mesurar els nivells de so audible.
- Ordre de 30 de juny de 1999 del Departament de Medi Ambient (DOGC núm. 2928, del 12-7-1999).

El Servei del Medi Ambient ha renovat quasi tot el seu material de mesura, tant pel que fa a l'instrumental que se cedeix temporalment als ajuntaments, com el material que usa el mateix Servei



Mapa de soroll diurn.

Foto: Servei del Medi Ambient

Segons les disposicions anteriors, alguns aparells de què disposaven els ajuntaments no complien els requisits que s'exigeixen a les verificacions anuals de què parlen les disposicions anteriors.

Conscient d'aquesta situació, el Servei del Medi Ambient ha renovat quasi tot el seu material de mesura, tant pel que fa a l'instrumental que se cedeix temporalment als ajuntaments, com el material que usa el mateix Servei.

Els sonòmetres adquirits donen millors prestacions i són molt més sofisticats que no els anteriors. El fet que sigui material sofisticat, però, no vol dir necessàriament que sigui més complicat d'ús per als tècnics que l'han d'utilitzar.

3. Actuacions que ha dut a terme el Servei del Medi Ambient

Des dels inicis, el Servei ha actuat en els camps següents:

- Mapes de soroll des del 1989.
- Avaluació del soroll i vibracions de les activitats industrials i instal·lacions.
- Avaluació dels soroll de vies de trànsit automobilístic.
- Avaluació del soroll d'aeroports.
- Avaluació del soroll i vibracions de línies ferroviàries.
- Realització de mapes estratègics de soroll.
- Zonificació acústica de poblacions.
- Predicció i modelització de nivells sonors d'infraestructures viàries i indústries.
- Càlcul de pantalles acústiques.
- Campanyes de control de les emissions sonores de vehicles automòbils.
- Avaluació de l'eficàcia de paviments sonoredactors, tot col·laborant amb el Servei de Projectes, Obres i Manteniment (SPOM), des del 1993.



Foto: Manuel de Zanobe

Estació de tren.

- Assessorament en la redacció d'ordenances municipals.
- Cessió temporal d'ús d'instrumental de mesura.
- Formació i assessorament en la mesura del soroll a personal dels ajuntaments.
- Supervisió de l'apartat acústic d'estudis d'impacte ambiental i ecoauditories.
- Estudis de percepció social del soroll des del 1993.

En els estudis d'impactes sonors d'infraestructures del transport terrestres, és important l'avaluació de l'efecte de sortida del túnel com a font suplementària de soroll.

Cal aprofundir en alguns del apartats esmentats.

3.1. Mapes de soroll

Des del començament i fins ara, hi ha hagut una coincidència progressiva en la realització dels mapes de soroll que hem elaborat, i no deixa de sorprendre'ns la coincidència en el criteris proposats per la Directiva europea CE/49/2002, de contaminació acústica.

Això es verifica per la presència dels paràmetres socials que han estat avaluats (estudis de percepció social del soroll, percentatge de població afectada, etc.). També es verifica en la forma de prendre la mesura. I es verifica també en els comptatges simultanis a la mesura del soroll, i la caracterització tipològica de vial i trànsit.

S'han començat a aplicar sistemes d'informació geogràfica (GIS), tant per a una millor representació, com per facilitar les dades als ciutadans, tal com prescriuen la Directiva CE/49/2002 i el Projecte de llei del soroll del Parlament espanyol. El repte que ens cal ara és introduir de manera sistemàtica la modelització en l'elaboració dels mapes de soroll.

La metodologia emprada en l'avaluació dels mapes de soroll ens facilita l'obtenció d'*aranyes* de trànsit aproximades, que es poden perfeccionar amb les campanyes d'aforament de trànsit que aquest Servei ja presta en els estudis de mobilitat o en els aforaments concrets de vials que els ajuntaments ens demanen.

3.2. Paviments sonoredactors

Incidim aquí en aquest aspecte, ja que hi ha una gran confusió quant a la validesa d'aquests paviments a les poblacions.

En primer lloc, hem de dir que els paviments sonoredactors (segons el Programa ACUSFERM de la Generalitat de Catalunya) els podem dividir en:

- Paviments drenants, que donen una atenuació comprovada d'entre 3 i 4 dB(A), depenent de l'estat del paviment.
- Paviments microaglomerats discontinus, que donen una atenuació d'entre 2 i 3 dB(A).

Aquesta atenuació es deu principalment a l'absorció del soroll, la disminució de la superfície de contacte entre el pneumàtic i el paviment, i la disminució de l'efecte díedre o també anomenat *horn*, 'corn' o 'trompa' en alemany, ja que, similarment al que provoca la forma

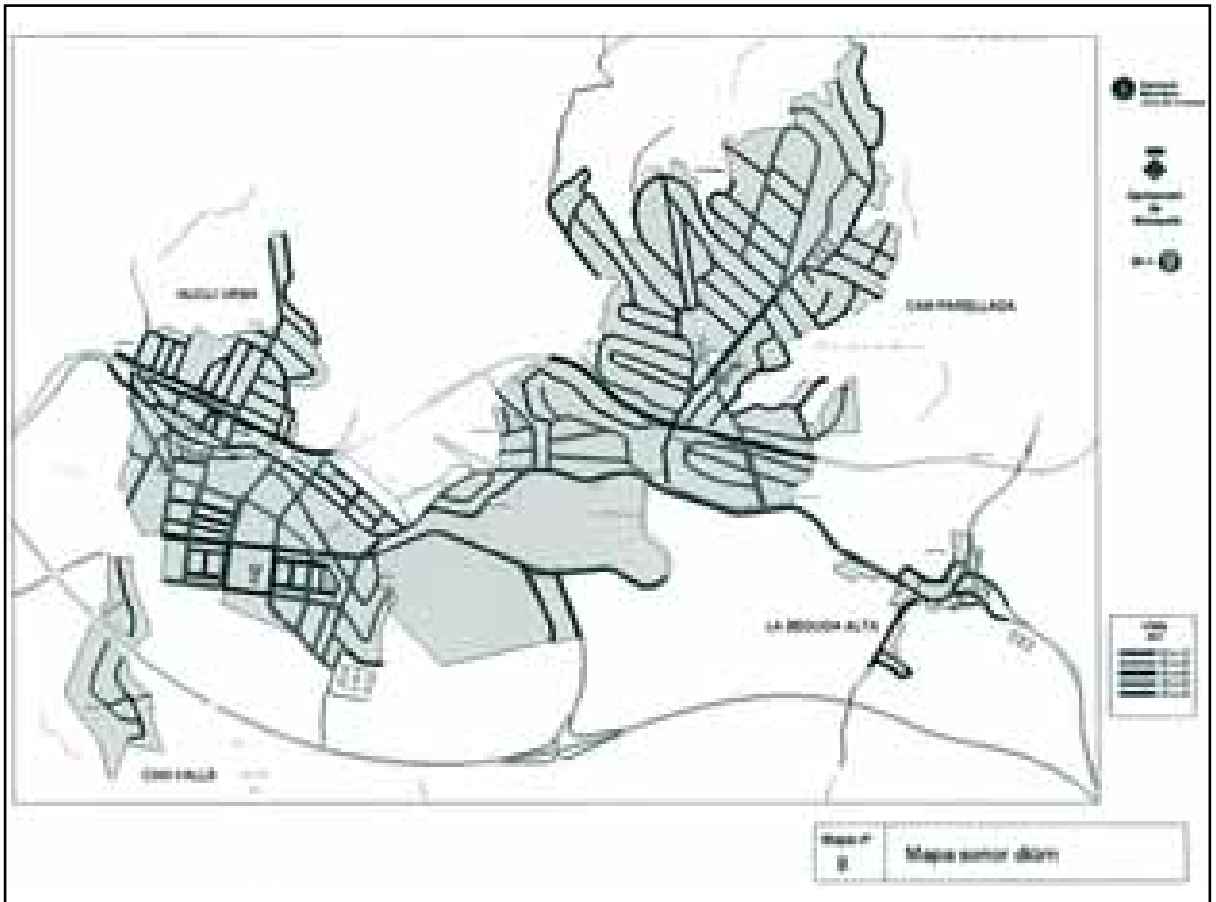


Foto: Servei del Medi Ambient

Mapa de soroll diürn amb GIS.

d'aquests instruments, el soroll és incrementat per ressonància i directivitat, a causa del perfil del pneumàtic i de la superfície vial de contacte.

Aquest paviment, és desaconsellable posar-lo a llocs on el trànsit pesant hagi de fer frenades brusques o derrapades, ja que es produeix un efecte abrasiu del paviment.

Hi ha autors que diuen que a les poblacions aquests paviments no són efectius perquè els vehicles no circulen a velocitats superiors a 50 km/h, i a aquestes velocitats predomina el soroll del motor. Però això no és estrictament així perquè el rodament dels pneumàtics en contacte amb el paviment també produeix soroll d'alta freqüència; en dades contrastades a laboratoris diversos, s'observa que hi ha un coeficient d'absorció, $\alpha = 0,85$, a la banda de freqüència de 1.000 Hz. L'atenuació a baixes freqüències és molt menor.

Per tant, el que fan aquests paviments és modificar qualitativament el soroll de trànsit tot eliminant part del soroll de les freqüències més molestes per a la orella humana.

Quant a la decisió de col·locar paviment drenant o paviment microaglomerat discontinu, cal dir el següent:

- El paviment drenant requereix òbviament drenatge i presenta més perill de reblliment i, per tant, d'eliminació dels porus.

- El paviment microaglomerat discontinu, amb el pas dels cotxes s'autoneteja per succió, fins a un cert límit en què ho s'haurà de netejar o canviar, i això pot arribar en casos excepcionals fins a deu anys.

Hem d'esmentar que la reducció del soroll en una ciutat no és una tasca fàcil, i cal sumar-hi tot una sèrie de mesures correctores diferents.

3.3. Els estudis de percepció social del soroll

Són eines molt útils per definir estratègies i prioritats en el tractament de la problemàtica acústica.

Sol passar que uns mateixos nivells sonors en uns llocs molesten més que en d'altres, fins i tot quan els nivells són més baixos que els que les normatives reguladores prescriuen com a nivells de referència de soroll i vibracions.

Altres vegades pot succeir que els tècnics municipals creguin que hi ha una molèstia important però que, un cop consultats els veïns, s'observi que la importància era menor que la que se suposava. Això solament es pot esbrinar per mitjà d'enquestes fetes per professionals formats específicament.

Com hem insinuat, això permet actuar a zones en què la prioritat social és més important que la prioritat física, i determinar el grau de tolerància respecte al soroll,



Foto: Salvador Fuentes

Corredor biològic de Martorelles.

o bé respecte a quin tipus de soroll la gent se sent més molesta.

4. Reptes de futur

Els reptes de futur estan marcats per l'adaptabilitat a les noves lleis i directives comunitàries que vagin sorgint.

Caldrà donar als ajuntaments els mitjans perquè tinguin la màxima autonomia en la resolució del seus pro-

blemes. Centrar les ajudes en els municipis petits que no tinguin mitjans materials o humans adequats. Aprofundir en el tractament de la informació territorial del soroll per mitjà de sistemes d'informació geogràfica. Establir sistemàticament la predicció per mitjà de models de simulació, complementats per mesures que validin el model, o que donin informació que no aporta el model.

Un camp que se'ns obre és el de l'impacte del soroll en les espècies animals, corredors verds, parcs naturals i altres indrets d'interès natural, tal com ja es preveu en el Projecte estatal de llei del soroll.

Efectes nocius del soroll sobre la salut mental

Neus Monllor Rico

Llicenciada en Ciències Ambientals

Lola Rico Bodi

Dra. en Medicina i Cirurgia. Psiquiatra. Psicoterapeuta

Introducció

La ment humana es nodreix dels estímuls que rep del món exterior i que són captats pels cinc òrgans dels sentits. Tant la intensitat dels estímuls, carència o excés, com la qualitat, agradables o desagradables, poden afectar el funcionament mental i produir sensacions que es registren com a confortables o incòmodes. Si els estímuls són positius, poden produir creixement emocional i intel·lectual; però, si són desagradables, intensos i/o permanents, produiran alteracions funcionals i/o orgàniques més o menys patològiques.

Clàssicament la salut mental s'ha definit com l'absència de malaltia. Però en els darrers temps la societat i en concret l'OMS (OMS, 1999) són més exigents en el concepte. Aquest s'ha ampliat tot considerant, a més a més, la qualitat que té la vida de les persones, en la qual influeix notablement el medi ambient on es desenvolupen.

La paraula castellana «ruido» deriva de *rugitus* 'rugit', és a dir, que la seva accepció original pretenia provocar alarma en el receptor del soroll

Per a una millor comprensió de la resposta fisiològica de l'organisme humà al soroll desagradable, és interessant remuntar-se al seu sentit antropològic i comprendre quins canvis s'han produït amb l'evolució de la cultura. En llengua castellana, la paraula «ruido» etimològicament deriva de *rugitus* 'rugit', la qual cosa vol dir que la seva accepció original pretenia provocar alarma en el receptor del soroll. Els sorolls desagradables solen indicar una situació d'alerta. Davant l'amenaça, l'organisme humà respon activant els sistemes fisiològics d'alerta¹ per fer front al perill.

La reacció primitiva dels animals davant el soroll desagradable és la defensa mitjançant la fugida, o bé l'atac a l'emissor del soroll. En les persones, instintivament es dona la mateixa reacció. Un soroll desagradable activa el sistema limbicohipofisari² i el sistema nerviós autònom (SNA), que és el que respon fisiològicament davant del perill (augment de la resposta cardíaca i respiratòria, vasoconstricció perifèrica amb el consegüent augment de la tensió arterial, augment de la tensió muscular, etc.). Però la diferència és que en la cultura actual els sorolls que emanen del medi ambient ja no comuniquen un perill, sinó que, en la majoria d'ocasions, són tan sols contaminants ambientals. Això ho coneixen les parts més desenvolupades del nostre cervell situades a l'escorça cerebral. L'escorça dissocia la resposta i facilita l'adaptació al soroll: per una banda, la voluntat avorta l'instint de fugir o d'atacar: és com si no se sentís el soroll; i, per l'altra banda, instintivament, no conscientment, s'activa el sistema nerviós autònom sense cap mena de sentit funcional. L'activació crònica d'aquest sistema adrenergic genera un seguit de canvis funcionals i orgànics en el cos humà que, quan esdevenen crònics, es deslli-



Foto: Salvador Fuentes

Originàriament el soroll tenia una funció comunitària.

guen inconscientment de l'estressor que els ha produït, i constitueixen la base del que anomenem malalties psicopatològiques.³

Ens detindrem en la qüestió dels estressors ambientals com els factors desencadenats de malalties mentals, ja que aquest punt és clau en el desencontre actual entre les dues ciències que ens ocupen en aquest article: les ciències ambientals i la salut mental.

Segons el DSM IV (Manual diagnòstic i estadístic dels trastorns mentals) (DSM IV, 1995), un estressor psicossocial és qualsevol esdeveniment i/o canvi vital que pugui associar-se temporalment (i pot ser causalment) a l'inici, ocurrència o exacerbació d'un trastorn mental. L'estressor pot ser un esdeveniment simple –acabar una relació sentimental– o incloure factors múltiples –dificultats importants en els negocis i problemes conjugals. Els estressors són de vegades recurrents –associats a crisis estacionals en els negocis– o continus –viure en un barri de criminalitat elevada. L'estressor pot afectar una persona, una família, un grup o una comunitat. També hi ha estressors dependents d'esdeveniments específics del desenvolupament –anar a l'escola, abandonar el domicili familiar, casar-se, ser pare, fracassar en els objectius professionals o jubilar-se. Si bé és clar que, segons aquesta definició, els estressors generats en el medi ambient encaixen perfectament en el concepte, no hem trobat cap classificació en salut mental que els consideri com a tals. Caldria, doncs, reconsiderar-los tant des del punt de vista genèric, com des del punt de vista específic. Per exemple, un estressor simple seria el soroll agut produït per la bomba de l'atemptat terrorista a Hipercor: tan sols va ser un cop, però va desencadenar i exacerbar molts trastorns mentals. També els estressors acústics poden ser recurrents, com ara el fet d'escoltar el soroll d'un bar cada nit a la mateixa hora; o continu, com ara el que ha de suportar un quiosquer en un carrer amb molt de trànsit de vehicles. I a més és clar que la contaminació acústica pot afectar tant una persona, com una família, un grup o una comunitat.

Malgrat que la teoria d'activació no funcional aguda o crònica del sistema adrenèrgic explica els canvis fisiològics que s'observen en les persones exposades a un factor estressant com és el soroll, no respon a la pregunta de per què aquestes alteracions passen a uns individus i a d'altres no.

Sigmund Freud, al llarg de la seva vida, es va interessar a conèixer per què els factors estressants de la vida quotidiana produeixen malalties en unes persones i en d'altres no, per què una malaltia té una forma determinada, i per què algunes experiències i no d'altres predisposen una persona a la psicopatologia. Va atorgar un pes important als factors constitucionals (en aquest cas, seria a les característiques d'excitabilitat del SNA, condicionades genèticament), i va interpretar que interactuaven amb les experiències vitals d'una persona per produir un conflicte emocional. Hi ha tres factors importants per comprendre la relació entre un estressor i un trastorn mental: la naturalesa de l'estressor, el seu significat

conscient o inconscient i la vulnerabilitat de qui el pateix. Successos actuals poden despertar de nou traumes o frustracions de la infància (Kaplan i Sadock, 1999). Aquesta interacció entre la vulnerabilitat genètica i la psicològica explicaria, en gran manera, les diferents susceptibilitats al soroll en adults sans. Per exemple, probablement sentir els bells dels anyells no molesta ningú excepte Jodie Foster quan interpretava el seu paper en el conegut film *El silenci dels anyells*, ja que per a la protagonista aquests bells estaven associats a un conflicte o trauma psicològic.

Hi ha tres factors importants per comprendre la relació entre un estressor i un trastorn mental: la naturalesa de l'estressor, el seu significat conscient o inconscient i la vulnerabilitat de qui el pateix.

Una altra qüestió més específica és la que fa referència als grups d'alta sensibilitat, o grups anomenats vulnerables. Els grups més vulnerables al soroll estan poc representats en la literatura. Aquests grups inclouen poblacions amb discapacitats sensorials (sords, cecs, etc.), malalts mentals, persones que pateixen una malaltia crònica, persones amb dificultats en la cognició (deficients, dementes, etc.), nens en l'etapa d'aprenentatge del llenguatge o l'escriptura, fetus, nounats i gent gran. Aquestes poblacions s'adapten pitjor a l'impacte de l'exposició al soroll i tenen un risc més gran de patir els seus efectes nocius.

Un altre factor que matisa la susceptibilitat al soroll és el context sociocultural: una mateixa música pot ser considerada com a so o com a soroll en funció dels antecedents culturals de qui l'escolti, o dels records que li porti.

Pel que fa a la susceptibilitat al soroll, metaanàlisis recents han conclòs que la relació entre l'exposició al soroll i la sensació de malestar és més feble en les persones que són poc sensibles al soroll i més forta en les que hi són hipersensibles (Miedema i Vos, 2003).

La contaminació acústica no és una causa directa de malaltia mental

La contaminació acústica no és una causa directa de malaltia mental, en el sentit pur de causa-efecte, sinó que aquesta actua com un estressor psicossocial. Constitueix, doncs, un factor més de risc i pot desencadenar una

malaltia mental latent o agreujar una altra de ja existent. Hi ha fonamentalment dos mecanismes d'habitució al soroll: el primer és la disminució de la sensibilitat al soroll, i el seu preu, la sordesa temporal o permanent; es deixa de sentir el soroll desagradable, però també altres d'agradables. I el segon és l'augment de la tolerància al soroll, tot ignorant-lo. És l'escorça del cervell, qui fa aquesta funció. No som conscients del soroll, però aquest activa tot el sistema adrenèrgic d'alerta, i el seu preu és la malaltia psicosomàtica.

Constitueix, doncs, un factor més de risc i pot desencadenar una malaltia mental latent o agreujar una altra de ja existent

Els efectes del soroll sobre la salut són diversos, però tan sols aprofundirem en els que estan relacionats més directament amb la salut mental i esmentarem només de passada els que afecten fonamentalment la salut física.

Efectes adversos auditiu

Es tracta d'un efecte purament físic en el qual no estan involucrats els aspectes més subjectius o culturals del soroll. Depenent de la intensitat del so, la freqüència de les ones acústiques i la durada del soroll, es poden produir dos tipus de lesions:

1. Sordesa transitòria, que és de caràcter funcional i recuperable mitjançant el confort acústic després del trauma auditiu.
2. Sordesa permanent, que és de caràcter estructural, i en la qual la lesió orgànica és irreversible.

Es creu que el soroll ambiental de 70 dB(A) o menys no causa deficiències auditives, fins i tot després d'una exposició durant tota una vida. Segons el primer informe Dobris del 1995, elaborat per encàrrec de l'Agència Europea del Medi Ambient, un soroll de més de 120 dB(A) pot causar danys auditiu fins i tot en exposicions de molt curta durada.

L'adaptació de l'organisme a la pèrdua auditiva depèn de molts factors associats a la personalitat del receptor. En la sordesa de tipus transitori, els efectes nocius estan relacionats amb la frustració que produeix tot allò que s'ha vist afectat per les interferències del soroll: alteracions en l'atenció i la concentració, i emmascarament de senyals de comunicació com ara el llenguatge o de senyals d'alarma necessàries. La frustració és la porta d'entrada a tota mena de trastorns psiquiàtrics fonamentalment de caràcter adaptatiu,⁴ que poden cursar amb ansietat i depressió, i amb alteracions emocionals com ara la ràbia, la irritabilitat, la pèrdua del control impulsiu, etc. Tot això pot generar con-

flictes en les relacions interpersonals que perpetuen el cercle de malestar.

L'adaptació a una sordesa permanent requereix recursos personals més sòlids per fer front a una situació de pèrdua irreversible. En general, una resposta habitual a la sordesa és l'aïllament per evitar el malestar que genera una confrontació constant amb una comunicació oral difícil i parcial. Si la persona s'aïlla, es pot deprimir o psicotitzar. La pèrdua auditiva pot afavorir la presència d'al·lucinacions o d'interpretacions delirants i actituds paranoiques. La sordesa pot acompanyar-se de bronzit d'oïda (acúfens o *tinnitus*) o pèrdues de l'equilibri (vertigen), que poden complicar més la salut de la persona afectada.

Efectes adversos no auditiu

1. Trastorns mentals adaptatiu

Es poden manifestar com a alteracions amb predomini de diversos símptomes: trastorns adaptatiu amb símptomes depressius, d'ansietat, de la conducta, etc.; o bé agrupar-se en més d'un, i llavors parlem de trastorns adaptatiu mixtos.

1.1. Trastorns de la conducta

Els trastorns de la conducta es manifesten fonamentalment en comportaments asocials: hostilitat, intolerància, agressivitat, aïllament social, empobriment relacional, etc.

Hi ha proves consistents que el soroll per damunt de 80 dB(A) redueix l'actitud cooperativa en el treball i que el soroll fort també augmenta el comportament agressiu en individus predisposats. També s'ha relacionat amb sentiments de desemparament en escolars (OMS, 1998). Els treballadors de torns nocturns que treballen en ambients menys sorollosos tenen millors relacions interpersonals que els que treballen en un ambient sorollós i no poden sentir-se els uns als altres (Suter, 1991).

Hi ha proves consistents que el soroll per damunt de 80 dB(A) redueix l'actitud cooperativa en el treball i que el soroll fort també augmenta el comportament agressiu en individus predisposats

1.2. Trastorns del son

El dormir té una funció restauradora i homeostàtica, que sembla que és crucial per al metabolisme, la termoregulació i la conservació de l'energia del cos humà.

L'efecte advers més important –per la seva freqüència– que produeix el soroll ambiental, és el trastorn del son. La

majoria d'estudis recents sobre els trastorns del son s'han realitzat en comunitats que viuen a prop d'un aeroport, o bé en relació amb el trànsit o el soroll dels trens.

La contaminació acústica pot causar efectes primaris durant el son, i efectes secundaris que apareixen l'endemà.

Per descansar adequadament, el nivell de soroll equivalent no ha d'excedir els 30 dB(A) per al soroll continu de fons, i s'han d'evitar puntes de soroll pel damunt dels 65 dB(A)

Els efectes primaris són els següents: dificultat per adormir-se (augment del temps de latència per dormir), interrupcions del son, alteracions en la duració i/o profunditat de les etapes del son, especialment en la reducció de la proporció del temps REM² enfront del temps no REM. En disminuir la quantitat del son REM, que és el més reparador, malgrat que no hi hagi insomni, el son disminueix la seva qualitat i no es produeix la típica sensació d'haver descansat que un té quan es desperta. Altres efectes primaris tenen una repercussió somàtica, com ara augment de la pressió sanguínia, augment de les pulsacions cardíaques, vasoconstricció perifèrica, hipertensió, arítmies cardíaques i increment del nombre de moviments corporals.

Entre els efectes secundaris que es produeixen l'endemà, hi ha els següents: fatiga, depressió, augment de la irritabilitat i reducció del rendiment.

L'insomni crònic pot ser un dels primers símptomes de qualsevol trastorn mental. Es pot trobar entre els símptomes podròmics dels trastorns depressius, d'ansietat, psicòtics, etc.

Diferents estudis han demostrat que tot sovint s'intenta evitar l'insomni mitjançant el consum de tranquil·litzants, fet que torna a obrir una porta perillosa a la malaltia mental, com són les dependències pel consum de tòxics i un seguit de patologies associades.

1.3. El malestar

Probablement és l'efecte més comú del soroll sobre les persones i la causa més immediata de la major part de les queixes. Les emocions són diverses i la gent parla d'intranquil·litat, inquietud, confusió, atordiment o ràbia. Totes aquestes, com a resposta davant la sensació d'estar sent pertorbat per un estímul no desitjat.

En aquest cas, el grau de malestar va més enllà de les característiques purament físiques del soroll i s'associa a factors més subjectius que tenen una càrrega emocional per al receptor i que depenen de la font que emet el soroll (què representa per al receptor, què o qui l'emeta, etc.) i de la legitimitat que li atribueix.

Durant el dia, es pot experimentar malestar moderat a partir de 50 dB(A), i fort a partir de 55 dB(A). Durant la nit, aquestes xifres disminueixen de 5 a 10 dB(A).

1.4. Alteracions del rendiment ocupacional

El soroll pot disminuir el rendiment dels processos cognitius. Entre els més afectats, hi ha la lectura, l'atenció, la solució de problemes i la memorització, que poden produir conseqüències irreversibles, com ara una major freqüència d'accidents, fracassos escolars, etc.

2. Trastorns psicossomàtics

Les situacions d'estrès perllongades produeixen l'activació crònica del SNA, que pot desembocar en malalties psicossomàtiques, manifestades en diferents aparells i sistemes del cos humà:

- 1. Aparell cardiovascular:** la patologia cardiovascular i la relació amb el soroll és un dels aspectes de la salut al qual s'han dedicat més estudis, ja que la seva importància rau en la quantitat de persones exposades i en el seu risc potencialment mortal. Els estudis assenyalen que a partir de 60 dB(A) hi ha reaccions neurovegetatives i hipertensió arterial en la majoria de persones exposades. També, el risc de patir atacs cardíacs augmenta entre un 20 i un 30% en persones exposades a més de 65 dB(A) durant tot un dia.
 - 2. Aparell osteoarticular:** aquest aparell es veu típicament afectat per les malalties autoimmunes, que són les malalties psicossomàtiques per excel·lència. Aquestes malalties es caracteritzen pel dèficit del sistema autoimmunitari. Entre les més conegudes hi ha l'artritis reumatoide, la fibromiàlgia i la síndrome d'astènia o cansament crònic. L'augment de la tensió muscular pot produir pinçaments musculars amb símptomes de lumbàlgia o torticòli.
- E**l risc de patir atacs cardíacs augmenta entre un 20 i un 30% en persones exposades a més de 65 dB(A) durant tot un dia
- 3. Aparell immunològic:** la via fisiològica d'alteració d'aquest aparell és la disminució dels limfòcits que es produeix en situacions d'estrès, disminució que redueix les defenses corporals per combatre les infeccions o els tumors.
 - 4. Aparell digestiu:** el soroll pot augmentar les secrecions i la motilitat gastrointestinal i, consegüentment, produir dispèpsies, úlceres gàstriques i duodenals, còlon irritable, etc.
 - 5. Aparell endocrí:** es pot produir un augment dels nivells de cortisol i d'adrenalina i, secundàriament, tot un seguit d'afeccions com ara hipertensió arterial, diabetis, etc.

- 6. **Aparell reproductor:** es poden produir alteracions menstruals, com també baix pes, prematuritat i riscos auditius en el fetus.
- 7. **Sistema nerviós central:** l'augment de la tensió psíquica i muscular i la vasoconstricció perifèrica poden augmentar el risc de patir més cefalees i migranyes.

3. Trastorns mentals específics

Com ja hem assenyalat al llarg de l'article, el soroll ambiental no causa directament malalties mentals, però es creu que pot accelerar i intensificar el desenvolupament de trastorns mentals latents, així com agreujar els ja existents.

L'exposició a alts nivells de soroll ocupacional s'ha associat al desenvolupament de la neurosi, però els resultats de la relació entre el soroll ambiental i els efectes sobre la salut mental no són concloents. No obstant això, els estudis sobre l'ús de medicaments hipnòtics o tranquil·litzats, l'augment d'alguns símptomes psiquiàtrics específics i les taxes d'ingressos en hospitals psiquiàtrics suggereixen que el soroll urbà pot tenir efectes adversos sobre la salut mental (OMS, 1999). Les associacions trobades són dèbils, i els resultats, de vegades contradictoris. Alguns estudis, per altra banda, han assenyalat que les recaigudes dels trastorns psiquiàtrics s'associen més a la sensibilitat al soroll que no pas a l'exposició a aquest.

El soroll ambiental no causa directament malalties mentals, però es creu que pot accelerar i intensificar el desenvolupament de trastorns mentals latents, així com agreujar els ja existents

Fins ara hem exposat els efectes del soroll en alteracions mentals considerats com a trastorns psiquiàtrics menors. Però hi ha algunes qüestions interessants, sobre les quals caldria aprofundir en el futur, en determinats trastorns psiquiàtrics majors específics.

3.1 Esquizofrènia

L'esquizofrènia és un trastorn mental greu que pertany al grup de les psicosis. Típicament hi ha una alteració de la percepció de la realitat. Els símptomes més característics són les idees delirants i les al·lucinacions. Però en els darrers anys cada vegada més es valoren els anomenats símptomes primaris o deficitaris. Els símptomes primaris estan relacionats amb la pèrdua de capacitats cognitives i emocionals.

Entre aquests dèficits, hi ha una incapacitat per filtrar sons irrellevants, i aquests malalts són extremament sensibles al soroll de fons. Quan senten més d'un soroll, no

poden diferenciar ben bé els sons rellevants dels irrellevants: se'ls barregen tots al cervell i els produeixen l'estat de confusió mental típic de l'esquizofrènia. La «inundació» de so resultant fa difícil la concentració, i pot ser un element en la producció d'al·lucinacions auditives. Aquesta sensibilitat al soroll podria estar associada a un defecte genètic (Kaplan i Sadock, 1999).

Caldria, doncs, elaborar estudis específics que esbrinin la relació de la contaminació acústica i les recaigudes en l'esquizofrènia

Si considerem que els sons representen el 70% dels estímuls que rep el cervell (tan sols podem registrar el tacte d'una cosa o dues al mateix temps, i mirar en una sola direcció), i que a més són estímuls que no es poden evitar, trobem que la contaminació acústica és molt rellevant en l'esquizofrènia. Cal tenir en compte la seva alta prevalença, que és de l'1% en la població general, així com l'alt grau de patiment personal, familiar i social i les grans despeses sanitàries que genera. Caldria, doncs, elaborar estudis específics que esbrinin la relació de la contaminació acústica i les recaigudes en l'esquizofrènia.

3.2 Paranoia o trastorns d'idees delirants cròniques

Clàssicament s'ha relacionat la sordesa amb la paranoia. En la paranoia hi ha una mala interpretació dels estímuls ambientals, fonamentalment auditius, que fa que l'individu distorsioni la realitat i construeixi un sistema d'idees delirants o falses: per exemple, que el persegueix la màfia, o que tothom està en contra seu.

Hi ha un subgrup de malalts paranoics en els quals s'ha observat una hiperacúsia. En la hiperacúsia, el subjecte experimenta alguns sorolls com a insuportables, mentre que d'altres que poden ser més intensos els senten millor. En aquests pacients, els potencials d'acció nerviosos evocats auditius, tenen major amplitud que en la població general. Aquest fet indica una especial sensibilitat al soroll, ja que la transmissió nerviosa de les ones acústiques és diferent a la de les persones no afectades per la malaltia.

No hi ha, en la literatura, estudis que posin en relació la contaminació acústica i el seu efecte en les persones que pateixen una hiperacúsia. Creiem que és un camp d'estudi que podria donar alguna llum a aquest trastorn mental del qual se'n desconeix pràcticament l'etiologia.

Conclusions

Com hem anat exposant al llarg de l'article, hi ha una certa reflexió i coneixement, amb prou evidència científica, de la relació entre la contaminació acústica i els

trastorns mentals menors. Però, pel que fa als trastorns mentals severos, tan sols no hi ha estudis concrets, sinó tampoc autors ni articles que es qüestionin la relació entre el soroll i aquestes malalties mentals tan greus i relativament freqüents.

Bibliografia

- BAIGORRI, Armenio. *Conferencia en el 5.º Congreso Español sobre sociología*. Granada, 1995. <http://www.ruidos.org/documentos/sociologiaruido.html>. Consultat l'abril del 2003.
- Glosario de psiquiatria* (adaptació castellana de la 7a edició de l'*American Psychiatric*. Press, Inc.). Madrid: Ed. Díaz de Santos, SA, 1996.
- KAPLAN, H.T.; SADOCK, B.J. *Sinópsis de psiquiatria*. Ed. Médica Panamericana, 1999.
- MIEDEMA, H.M.; VOS, H. «Noise sensitivity and reactions to noise and other environmental conditions». *J. Acoust Soc. Am.* 113 (3) (març 2003): 1492-504.
- Primer Informe «Dobris» sobre el medi ambient a Europa*. Copenhaguen: Agència Europea del Medi Ambient, 1995.
- OMS. *Guías para el ruido urbano*, 1999. <http://www.who.int/peh/noise/noiseindex.html>. Consultat l'abril del 2003.
- DSM IV. *Manual diagnóstico i estadístico de los trastornos mentales*. Barcelona: Masson, SA, 1995.
- SUTER, A.H. *Noise and its effects. Administrative conference of the United States*. <http://www.nonoise.org/library/suter/suter.html>. 1991. Consultat l'abril del 2003.

Resulta paradoxal el fet que la contaminació acústica hagi anat augmentant en les societats més «desenvolupades». Alguns sociòlegs, com ara Marcús, han assenyalat que les condicions d'aglomeració i estrepitositat de les societats de masses provoca en l'individu tota mena de frustracions, repressions i pors que es resolen en autèntiques neurosis. El capitalisme ens prefereix atordits, perquè d'altra manera no suportaríem una societat irracional, demencial i injusta, i no respondríem a les necessitats productives del sistema. El soroll seria, doncs, com una droga, i la seva funció, no pensar. (Artemio Baigorri, 1995)

Notes

1. El sistema fisiològic d'alerta estan mediat pel sistema nerviós autònom simpàtic, també denominat adrenèrgic o noradrenèrgic, ja que l'adrenalina o noradrenalina és el seu principal neurotransmissor.
2. El sistema límbic és un conjunt d'estructures filogenèticament molt antigues. És el responsable de generar i modificar els records i d'assignar una càrrega emocional a les experiències sensorials i a les evocades.
3. Les malalties psicosomàtiques són un grup de trastorns caracteritzats per símptomes físics influïts per factors emocionals que afecten un sistema orgànic controlat pel SNA (sistema nerviós autònom) (DSM IV, 1995).
4. S'entén per *trastorn mental adaptatiu* el fracàs dels processos mentals necessaris per fer front a un factor estressor identificable que suposa una alteració de l'homeòstasi psíquica. La característica essencial del trastorn mental adaptatiu és el desenvolupament de símptomes emocionals o del comportament en resposta a un estressor psicosocial identificable. L'expressió clínica de la reacció consisteix en un pronunciat malestar, superior a allò que es pot esperar atesa la naturalesa de l'estressor o en un deteriorament significatiu de l'activitat social o professional (DSM IV, 1995).
5. REM: *rapid eye movement* (moviment ràpid dels ulls). Aquest estadi del son es caracteritza per un alt nivell d'activitat cerebral i una paràlisi de la musculatura esquelètica. En aquest estadi es produeixen la major part dels somnis, i aquests són profunds, abstractes i surrealistes. És el son més reparador.

Tècniques d'aïllament de vibracions

Rafael Torres del Castillo
 Director tècnic de VIBCON
 MAAM per Ingeniería La Salle

Preàmbul

Cada vegada més s'aconsegueixen assoliments en el desenvolupament de nous mecanismes i instal·lacions d'equips que milloren la nostra qualitat de vida i ens la fan més confortable. Així doncs, per exemple, fa trenta anys el fet de posseir l'habitatge climatitzat solament era el luxe d'uns quants, igual que aconseguir instal·lar ascensor al mateix edifici representava un gran assoliment després d'aconseguir convèncer tot el veïnat. I, si amb el temps algun veí no podia descansar per les aturades brusques d'aquell ascensor, la seva queixa era òbviament desestimada per la resta de la comunitat i a més podia ser titllat de «rondinaire».

En conseqüència, és fàcil pensar, pel tema que tractem, que una de les conseqüències que això ha originat, i de manera creixent, és la presència d'un nou agent contaminant físic: la vibració mecànica, que indueix a més «soroll estructural» i que, per la seva complexitat, és poc tractat.

Un nou agent contaminant físic: la vibració mecànica, que indueix a més «soroll estructural» i que, per la seva complexitat, és poc tractat

Les seves causes poden ser atribuïbles a diversos factors, com ara la miniaturització creixent dels equips, la utilització d'estructures lleugeres més sensibles a les vibracions, l'adopció de components electrònics i digitals molt sensibles davant qualsevol pertorbació, la durabilitat que ha cedit enfront de béns d'equips gairebé amb data caducitat, i així podríem continuar enumerant. Tot això és a causa de l'increment de la competitivitat de les empreses, les quals aconseguixen produccions massives que permeten desenvolupaments de màquines més evolucionades a cost més reduït.

Finalment, cal indicar que en aquest treball parlaré sobre la parcel·la de les «males vibracions», és a dir, la part negativa de les vibracions mecàniques en la mesura

que generen molèstia tant a l'individu, als edificis o al mateix mecanisme que les genera. El terme utilitzat de «males vibracions» l'esmento perquè és l'altra cara d'una moneda que al seu revés posseeix una connotació totalment contrària, ja que s'utilitzen per a una multitud d'aplicacions industrials dins d'uns límits previstos; més encara: imprescindibles des d'altres aspectes de la ciència, ja que podríem dir que, si hi ha vibració, hi ha moviment i, per tant, hi ha vida.

1. Introducció: el fenomen vibratori

Per al disseny de màquines i mecanismes, partim de premisses que posteriorment s'allunyen de la realitat. D'una banda, podem dir que una màquina ideal no produeix vibracions, ja que tota l'energia absorbida l'emprarà en el treball per a la qual va ser concebuda. I, d'altra banda, el moviment es transmet des de la baula conductora a l'òrgan de treball mitjançant mecanismes transmissors que, en l'estudi cinemàtic i dinàmic, els considerem com un conjunt d'elements i membres rígids i indeformables, enllaçats entre si.



Foto: Rafael Torres

El concepte de males vibracions s'ha estès avui a una multitud d'àmbits.

Però en realitat la transmissió de forces i parells d'uns mecanismes a uns altres generen perturbacions dinàmiques variables en el temps, a causa, d'una banda, de la inèrcia d'aquests i, de l'altra, del fet que en realitat tots els cossos són elàstics, i per això es deformaran poc o molt per aquestes accions, tot dissipant part de l'energia motriu.

Aquestes perturbacions dinàmiques es converteixen en vibracions persistents en el temps, o bé en impactes, si es concentren en un instant determinat.

Efectivament, tots els cossos són capaços de vibrar perquè posseeixen inèrcia i flexibilitat, i per això, quan es deformen, ho fan al voltant de la seva posició d'equilibri durant més o menys temps, depenent de l'amortiment d'aquests.

En aquesta fase d'amortiment, una part de l'energia es degradarà en calor i una altra es radiarà en forma de so, que en la gamma audible generarà «soroll» que, en propagar-se per superfícies vibrants, donarà lloc a un soroll estructural característic.

1.1. Tipus de forces perturbadores

Les forces que produeixen perturbacions dinàmiques en una màquina són molt diverses; per exemple, podem esmentar les següents:

- Forces d'impacte entre components, assentament incorrecte d'algun dels suports de la màquina al sòl de manera que es generi un tust continu, etc.
- Forces de fregament: la mala lubricació, descentraments o mals ajustaments generen friccions. En ocasions, les friccions transitòries produeixen severes vibracions que en la gamma audible es manifesta com a «petarrelleig» o «grinyol de frens».
- Forces electromagnètiques, com les que generen els motors elèctrics o centrals transformadors (fenòmens de magnetoestricció).
- Forces pulsacionals de fluids, com les que resulten d'equips que mouen fluids (grups de pressió, ventiladors, compressors, extractors, etc.).
- Forces inestables d'interacció mecànica, com les que es produeixen entre engranatges encreuats o en rodaments de boles.
- Forces degudes a la interacció fluid-estructura. Quan són fruit de la interacció de moviments estructurals amb forces fluides associades a l'expansió del vòrtex a partir de l'estructura.

Cal no oblidar, d'altra banda, que, a mesura que la màquina funcioni, en el transcurs del temps es produiran altres forces afegides a les anteriors que provocaran canvis en les seves propietats dinàmiques, allò que denominem habitualment «procés d'envelliment».

Per tant, generalment els nivells vibratoris augmentaran progressivament, i fins i tot poden arribar de manera sobtada a nivells molt elevats a causa de la presència de ressonàncies; algunes vegades són fàcilment detectables perquè emeten sons característics, com ara petarrellejos de rodaments, grinyols, capcinejos, etc.

Aquestes altres forces que es manifestaran progressivament es deuen fonamentalment a fenòmens com ara els següents:

- Desequilibri de rotors.
- Desalineacions d'elements rotatius com ara eixos.
- Deformacions d'estructures de màquines per assentament en suports amb falta de planitat.
- Desgast de components que augmenten el joc dels ajustaments que tenen entre si.
- Afluixament de fixacions.

Així doncs, els nivells vibratoris seran baixos en una màquina si partim d'un bon disseny, i és per això que l'estudi dinàmic d'aquestes és cada vegada més important, ja que afecta tant la seva funcionalitat com la seva integritat.

Si establim el símil que les forces perturbadores són una patologia de la màquina, la seva manifestació més immediata és la presència d'un increment del nivell de vibració com la pujada de febre en una persona quan contreu una malaltia. Atesa aquesta situació, és necessari aplicar tècniques adequades de control i aïllament vibratori, que poden induir posteriorment emissió de soroll tant aeri com estructural; és a dir, que parlem de la «vibroacústica».

2. Control i aïllament de vibracions

Com s'ha dit, quan diagnosticuem patologia de vibracions en una màquina i pronostiquem el seu estat, es fa necessària la utilització de les dues tècniques segons sigui el cas. Al llarg d'aquest apartat farem una diferenciació de les dues tècniques, sabent per endavant que el fet d'establir una frontera entre les dues ens és una qüestió difícil, i més quan en moltes intervencions es prenen primerament mesures de control i posteriorment s'acaben fent accions d'aïllament de vibracions.

2.1. Control de vibracions

Són les tècniques i les accions encaminades a mantenir els nivells de vibració dins d'uns límits que determinem com a acceptables.

La Norma ISO 10816-1:1995 considera com a valors correctes, per a components i màquines de no més de 75 kW, els compresos entre 0,28 i 1,12 mm/s de velocitat d'amplitud de vibració. En canvi, es consideraran admissibles els que no ultrapassin el 2,8 mm/s.

La manera més habitual de procedir és actuar en la mateixa màquina, ja que aquesta és la font generadora de les vibracions. Sol ser el mètode més eficaç si hi ha possibilitat de dur-lo a terme, cosa que en moltes ocasions no és factible a causa del mateix mecanisme, que ho fa impossible, o bé simplement perquè no ens ho permet el fabricant o l'empresa de manteniment.

La reducció de la vibració en aquest cas requerirà dues actuacions possibles:

- Modificar o reduir les forces pertorbadores.
- Reduir els moviments dels components de l'equipament sobre els quals aquestes forces actuen directament.

La utilització d'una actuació o de totes dues podrà implicar fer canvis, modificacions o reparacions en les línies següents:

- a) Substituir un element per un altre que vibri menys: canviar un engranatge metàl·lic per un altre de niló, un compressor alternatiu per un altre de rotatiu, etc.
- b) Millorar l'equilibri dinàmic si no ha estat revisat anteriorment, o bé si fa massa temps que ha estat revisat.
- c) Reorientar determinats components respecte a d'altres de manera que les forces vibratòries dominants actuïn en la direcció la radiació de la qual perjudiqui menys. És el cas típic de les centrals frigorífiques en càmeres de refrigeració.
- d) Modificar els mecanismes interns, o bé rigiditzar la mateixa estructura de suport de la màquina per minorar els valors d'amplitud deguts al fet que una de les freqüències d'algun component és propera a la fonamental de gir (rigidesa tensional, fer nervadures, etc.).
- e) Reduir folgances per millorar els ajustaments, corregir desgast, etc.
- f) Dessintonitzar el règim de gir d'un mecanisme que excita un altre element de la mateixa màquina.

Les tècniques de control de vibracions es completen molt bé amb les de manteniment predictiu pel seu paper d'anar indicant constantment com és l'estat de les màquines, i per a això s'haurà determinat prèviament com és el seu estat de normalitat, és a dir, quins eren els seus nivells inicials de vibració (nivells zero).

2.2. Aïllament de vibracions

Aquestes tècniques consisteixen bàsicament a fer actuacions per impedir que l'energia vibratòria que la

| Material de construcció | Densitat ρ kg/m ³ | Mòdul d'elasticitat E N/m ² |
|-------------------------|-----------------------------------|--|
| Acer | 7.800 | $2,20 \cdot 10^{11}$ |
| Formigó | 2.300 | $2,3 \cdot 10^{10}$ |
| Maó massís | 1.800 | $1,6 \cdot 10^{10}$ |
| Fusta (avet) | 600 | $0,3 \cdot 10^9$ |
| Suro | 250 | $3 \cdot 10^7$ |
| Cautxú 75° ShA | 1.100 | $5 \cdot 10^6$ |
| Cautxú 35° ShA | 1.300 | $8 \cdot 10^5$ |



Foto: THISEN

Es pot observar que aquest motor d'ascensor està sobre bigues encastades a parets; però, encara que poseeix tacs de cautxú, l'efectivitat d'aquests és nul·la.

màquina genera es transmeti al seu voltant a través dels seus punts de contacte: suports, connexions, etc.

Les tècniques són variades, i la més comunament utilitzada per a màquines i instal·lacions en edificis és la de l'«aïllament per discontinuïtat».

Es basa senzillament a intercalar, en tot punt d'unió de qualsevol màquina al forjat de l'edifici, un element de rigidesa i massa completament diferent dels que posseïx aquest equip i la solera. Com més grans siguin les diferències entre tots dos elements, més discontinuïtat en el medi es produirà i, per tant, més efectiu serà l'aïllament vibratori.

Els materials a què ens referim són, d'una banda, els «elastòmers» com ara la silicona, el cautxú natural o sintètic (neoprens), amb els quals, a causa de la seva gran elasticitat i baixa densitat, s'aconsegueix que la vibració al seu pas es redueixi per fenòmens reflexius i es degradi per dissipació en calor. Aquestes propietats es modifiquen segons la necessitat mitjançant la seva geometria o, si són armats, mitjançant peces metàl·liques (amortidors de cautxú-metall o *silentblocs*). Es pot constatar a la taula adjunta que, amb els cautxús respecte a l'acer i el formigó, es produeix aquest canvi bruscat de rigidesa i densitat. La magnitud que ho quantifica és la diferència d'impedàncies entre aquests materials, entenent aquesta com la resistència al pas de flux.

D'altra banda, tenim materials que posseïxen una gran capacitat d'emmagatzemar energia (molles antivibratòries), de manera que, quan l'equip genera una vibració a una freqüència determinada, es posen en joc canvis d'energia cinètica i potencial de manera que a cada cicle una gran part de l'energia vibratòria és retornada, mentre que una altra es consumeix en forma de calor a causa de l'amortiment intern que, poc o molt, posseïxen tots els elements elàstics.

2.3. Plantejament de treball en l'aïllament de vibracions

Quan se'ns sol·licita que intervinguem davant una patologia vibroacústica, és útil plantejar la situació, sigui



Foto: Rafael Torres

Molles antivibratòries.

una màquina o tota una instal·lació complexa, en termes dels tres elements que intervenen en l'emissió d'un senyal, tal com es mostra a l'esquema següent:



La màquina, en general, és la font generadora de les vibracions que està unida al sòl o l'estructura suport mitjançant elements de fixació rígids i/o encastats o simplement recolzada directament. La transmissió de tota l'energia vibratòria al medi, a més de molèsties i vibracions, induirà soroll estructural i, com a conseqüència, soroll aeri en considerar les superfícies sòlides radiants com a fonts secundàries d'emissions vibroacústiques.

D'això deduïm que, pel que fa al disseny d'una instal·lació, el fet de centrar-se únicament a cercar la màquina amb els nivells de potència sonora i vibratòria més baixos com a possible única causa de molèsties vibroacústiques, sol ser desencertat si deixem de banda on es col·locarà i quins elements sensibles o susceptibles de molèsties hi pot haver al seu voltant.

Cal saber conjugar aquests tres elements a priori, ja que el fet d'haver de fer mesures correctores posteriors comporta en molts casos no obtenir els resultats conformes a les expectatives esperades, a més d'haver ocasionat un cost moltíssim més elevat que no pas si s'hagués previst correctament. Valgui com a exemple esmentar que el pont del Millenium que travessa el Tàmesi pel centre de Londres es va reobrir el 22 de febrer de l'any passat per importants problemes de vibracions, i el cost de solucionar-les va ascendir a vuit milions d'euros, una xifra exorbitant si la comparem amb els trenta milions d'euros que va costar la construcció del pont.

Convé col·locar les màquines allunyades de zones potencialment crítiques (receptor), tal com poden ser equips sensibles a la recepció de nivells vibratòris perjudicials per al seu funcionament correcte o zones com ara dormitoris on es necessita un confort alt. Per tant, en el

camí de transmissió és convenient prendre mesures d'aïllament, com pot ser el fet de crear unions elàstiques als trams llargs de canonades, i en l'aïllament de freqüències altes és efectiu fer canvis en la secció transversal de la via.

2.4. Vibracions actives i vibracions passives

Es tracta, en la majoria de casos, de fenòmens de «vibracions actives», ja que és una font concreta la causant de la transmissió de forces periòdiques a l'estructura del forjat fins a arribar al receptor, i per tant és convenient sempre fer les mesures d'aïllament antivibratori al més prop possible d'aquesta.

Per contra, succeeix en ocasions que del sòl prové l'excitació periòdica que afecta el receptor, i és en aquest on es realitzarà l'actuació precisa d'aïllament. Aquest fenomen, per contra, el denominarem transmissió de «vibracions passives». Casos freqüents els tenim quan la font generadora se situa a l'exterior (maquinària situada en una fàbrica propera), o bé quan la font és poc probable de poder aïllar, com ocorre amb els problemes de transmissió que genera el pas del metro i afecta els edificis.

2.5. Determinació de l'eficàcia de l'aïllament antivibratori

Per conèixer el rendiment de l'aïllament antivibratori, en aquests darrers anys s'ha optat per determinar la quantitat d'energia vibratòria que es transmetrà a l'estructura. Per a això es procedirà a fer-ne un càlcul mitjançant una funció de transferència que relacionarà el senyal de sortida (*output*) amb el d'entrada (*input*).

Un cop efectuat aquest càlcul i esgrafiat, podem definir la transmissibilitat (*T*) com la capacitat que posseeix el sistema mecànic (màquina amb muntatge antivibratori) per facilitar el pas de la vibració a l'estructura de l'edifici, que dependrà de la seva modulació o la relació quadràtica entre la freqüència pertorbadora de la màquina i la natural de la suspensió elàstica antivibratòria.

Grau d'aïllament vibratori és el terme que quantifica aquesta eficàcia del sistema adoptat per aïllar la vibració

Així doncs, quan la modulació s'iguali a la unitat, això ens indicarà que el sistema està en una situació no gens desitjable, ja que entra en ressonància i, per tant l'amplitud del sistema serà molt elevada (tindrà a ser infinita). A partir d'aquest punt, la transmissibilitat disminuirà a mesura que vagi augmentant aquesta modulació, és a dir, que el sistema deixarà passar cada vegada menys energia vibratòria al forjat i per tant, el muntatge antivibratori serà cada vegada més efectiu. El «graü d'aïllament vibratori» és el terme que quantifica aquesta efi-

càcia del sistema adoptat per aïllar la vibració. És un valor adimensional, i en general s'indica en percentatge respecte a l'energia incident.

La Norma UNE 100-153/88 específica per a instal·lacions de climatització indica valors de grau d'aïllament segons el tipus de maquinària i les característiques del forjat. Aquí reflectim els valors recomanats segons el tipus d'edificació.

Hi ha una normativa estatal que indica valors de nivells màxims d'amplitud de vibració: la «Llei del soroll», aprovada recentment, igual que la Llei 16/2002 de la Generalitat de Catalunya, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica. S'hi recullen valors expressats en dB d'amplitud de vibració respecte a un valor de referència a_0 d'acord amb l'expressió:

$$L_{AW} = 20 \log(a / a_0) a_0 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}^2.$$

El valor d'acceleració s'obté mesurant segons un protocol acordat, per així unificar criteris d'actuació i permetre que mesuraments i procediments obtinguts de fonts diferents siguin comparables entre si.

Seguidament recollim valors orientatius de nivells de vibració i sonsors:

| L_{AW} | <i>dB vibratoris acceleració d'amplitud</i> |
|---|---|
| Nivell mínim | 40 |
| Sala d'estar | 58-61 |
| Plantes frigorífiques mesurades a la seva base | 100-110 |
| Nivell màxim | 140 |

Com es pot observar, no som tan sensibles a la percepció de vibracions com de sorolls; i això és lògic, ja que per a aquest últim fenomen posseïm un sentit específic per a percebre'l, «l'oïda», i en canvi les vibracions les notem a través de la pell, del tacte de la planta dels peus, de les mans i de l'oïda mitjana i interna. És per això que la problemàtica de les vibracions passa d'esquitllentes en les ciutats lleis i en moltes ordenances municipals. No oblidem que en certs treballs amb exposicions perllongades de vibracions poden sorgir síndro-

| L_{AP} | <i>dB(A) Pressió sonora</i> |
|------------------|---------------------------------|
| Dormitoris | 30-35 |
| Sala d'estar | 35-40 |
| Zones de serveis | 40-55 |
| Conversa | 60 |
| Soroll indústria | > 80 |

mes com ara la del dit blanc, amb la qual es perd la sensibilitat en els dits, per exemple.

3. La vibració indueix soroll estructural

Probablement la veritable importància de la transmissió de vibracions en instal·lacions d'edificis és, com hem indicat reiteradament, la capacitat d'induir soroll estructural.

Quan es transmet vibració a través dels forjats, s'hi generen ones de flexió caracteritzats per formar-se per l'acció simultània d'ones transversals i d'ones longitudinals o de pressió. El so es propaga generant aquest últim tipus d'ones, i per això les vibracions en forjats induïxen soroll estructural. Per tant el so, en viatjar a través de la via sòlida, es trobarà amb la més variada tipologia de materials constructius de naturalesa i característiques molt heterogènies, de manera que es propagarà de forma notablement distinta segons la direcció i amb quin medi es trobi, i això farà molt difícil predir el comportament que tindrà.

En canvi, quan aquest mateix so canviï del medi sòlid a l'aeri, es transmetrà més lentament però amb la notable diferència que en aquest darrer es podrà propagar uniformement i omnidireccionalment, pel fet de ser totalment homogeni. Les úniques petites variacions que presenta la propagació del so a l'aire són degudes al canvi de la humitat i el gradient de temperatura ambiental. Per tant, es pot predir el seu comportament a partir de les lleis de propagació del so a l'aire.

| <i>Tipus</i> | <i>Característiques</i> | <i>Grau d'aïllament S/UNE 100-153/88</i> | <i>Expressat en dB d'acceleració d'amplitud respecte a $10^{-6} \mu\text{m/s}^2$</i> |
|-----------------------------|--|--|---|
| Zones molt crítiques | Edificacions d'ús cultural (auditoris, teatres, cinemes, etc.), hotels i hospitals | > 95% | > 25 |
| Zones crítiques | Zones properes a dormitoris, oficines i estudis | > 90% | > 20 |
| Zones no crítiques | Magatzems, soterranis i zones de poc compromís | > 80% | > 18 |

Per posar un exemple, quan donem un fort cop de martell al terra d'un edifici, el podran sentir gairebé «tots» els veïns d'aquest. En canvi, quan pugem el volum del televisor, el qui es veuran més afectats són els veïns més propers.

Al quadre adjunt, es pot observar la notable diferència que hi ha entre la velocitat de propagació del so a l'acer i a l'aire.

| Material | Velocitat del so en m/s |
|---------------------------|-------------------------|
| Acer | 5.010 |
| Vidre | 5.000 |
| Coure | 3.500 |
| Formigó | 3.100 |
| Maó | 2.500 |
| Fusta | 1.500 |
| Plom | 1.320 |
| Aire (condicions normals) | 340 |
| Cautxú 70° ShA | 230 |
| Cautxú 60° ShA | 100 |
| Cautxú 50° ShA | 64 |
| Cautxú 40° ShA | 50 |
| Cautxú 30° ShA | 35 |

Les diferències fonamentals del soroll estructural originat per vibracions enfront del soroll aeri són, bàsicament, les següents:

- La seva propagació és més ràpida i pot arribar a major distància.
- Les vibracions generen ones de flexió que són més complexes que les ones de pressió del so en l'aire. Es caracteritzen per propagar-se proporcionalment a l'arrel quadrada de la freqüència, de manera que a altes freqüències la velocitat és més gran que a baixes freqüències, i és per això que sentim abans les primeres.
- El seu espectre mostra que en les baixes freqüències es concentra més l'energia sonora, i, a més, són ones més complexes que les ones longitudinals o de pressió, i per tant les tècniques d'aïllament acústic basades en la llei de masses són poc efectives, i per això cal trobar tècniques específiques.
- Com a conseqüència del punt anterior, els sorolls estructurals fan la sensació de soroll evolutiu, i els sorolls aeris, en ser més rics en freqüències mitjanes i altes, són més direccionals (es focalitzen en una direcció determinada) pel fet de posseir longituds d'ona més petites.

- La seva resposta no és uniforme en totes les direccions com en el cas del medi aeri. El medi sòlid posseeix unes forces de cohesió a escala molecular més fortes que les de qualsevol gas, amb la particularitat que poden ser més grans o més petites segons en quin sentit de la seva cadena molecular siguin més intenses, i per això la seva resposta enfront de la propagació de les vibracions mecàniques no és igual.

Per aquest motiu, el tractament de les vibracions en una instal·lació és prioritari enfront de tractaments acústics, i més dependent de si la instal·lació és situada a prop de zones crítiques de l'edifici.

EI tractament de les vibracions en una instal·lació és prioritari enfront de tractaments acústics, i més dependent de si la instal·lació és situada a prop de zones crítiques de l'edifici

L'aspecte que darrerament té més d'interès en l'estudi de les tècniques d'aïllament de vibracions d'acord amb el que hem comentat, consisteix a qüestionar-se el següent: ¿fins a quin punt concret cal aïllar les vibracions d'una màquina o instal·lació per evitar que generi soroll estructural? Si per aconseguir una reducció de soroll aeri important cal baixar de 6 a 10 dB d'aïllament brut, per a l'aïllament de vibracions es requereix com a mínim una reducció de 20 dB per començar a notar una reducció de soroll estructural apreciable.

Referències

- ASHRAE. *A practical guide to noise and vibration control for HVAC systems*. ASHRAE Special Publications, 1991.
- BOLAÑOS, Fernando. «Las resonancias mecánicas en el diagnóstico de fallos. Teoría y Práctica». *Mantenimiento*, novembre-desembre del 1992.
- BOLAÑOS, Fernando. «Mantenimiento predictivo de maquinaria análogo a la medicina». *Ingeniería Química*, octubre del 1995.
- HARRIS, Cyril M. *Shock and Vibration Handbook*. McGraw Hill, 1988.
- TORRES DEL CASTILLO, Rafael. «Soluciones para el aislamiento de vibraciones adaptadas al Reglamento de instalaciones térmicas en edificios (RITE)». Ponència a *Climatización*. Madrid, 2001.
- TORRES DEL CASTILLO, Rafael. «Vibraciones y ruido estructural en máquinas e instalaciones en edificios». Conferència pronunciada a la seu del Colegio de Arquitectos de Asturias.

El soroll derivat de les instal·lacions de serveis

J. Romeu Garbí, S. Jiménez Díaz i R. Capdevila Pagès
Laboratori d'Enginyeria Acústica i Mecànica LEAM
ETS d'Enginyeria Industrial de Terrassa de la UPC

Introducció

Tradicionalment, l'acústica ha estat un dels temes més oblidats dins de la qualitat en l'edificació. Actualment, però, la situació està canviant. La societat desitja gaudir d'ambients menys sorollosos, especialment als habitatges, i l'Administració ha aprovat o està preparant noves normes i lleis per reduir la contaminació acústica.

Quan es parla d'acústica en l'edificació, es tendeix a pensar d'aconseguir un aïllament adequat al soroll provinent de l'exterior, i aquest és un camp que últimament ha rebut una empenta important, encara que a vegades més com a conseqüència de qüestions tèrmiques, que no pas acústiques per si mateixes.

Però no es poden deixar de banda els problemes de soroll que provenen de l'edifici mateix: el soroll de les seves instal·lacions. Aquesta àrea no ha estat tradicionalment gaire tractada, com ho demostra el fet que la NBE-CA-88 de «Condicions acústiques als edificis» no legisla valors màxims d'immissió acústica a causa d'aquestes fonts de soroll. D'altra banda, una dificultat afegida és el fet que només quan l'edifici està realment ocupat es poden percebre els sorolls generats per les instal·lacions que poden ser causa de molèstia. Cal fer esment aquí que enquestes fetes a Alemanya mostren que el soroll és el motiu principal de conflicte entre veïns, i un criteri important a l'hora d'escollir un habitatge.

Una dificultat afegida és el fet que només quan l'edifici està realment ocupat es poden percebre els sorolls generats per les instal·lacions

Un edifici pot contenir una multitud d'instal·lacions; en aquest article es comentaran les més generalitzades, que són les instal·lacions de subministrament d'aigua,

d'ascensors i d'aire condicionat. Però n'hi ha d'altres, en general poc sorolloses, com ara els sistemes d'extracció d'aire de cuines i lavabos o les calderes de calefacció, i també d'altres de menys habituals, com ara les portes de garatge i els mecanismes de manipulació de persianes. Totes aquestes instal·lacions són potencials fonts de soroll si no és prenen les mesures adients, que, com es veurà, no requereixen grans inversions, sinó només tenir consciència de la problemàtica del soroll.

Marc normatiu

En el moment d'escriure aquest article, la qualitat acústica en l'edificació es regeix per la NBE-CA-88, però aquesta només presenta recomanacions sobre els nivells d'immissió deguts al soroll provocat per instal·lacions de l'edifici mateix, la qual cosa no representa res aplicable.

La Llei de protecció contra la contaminació acústica de la Generalitat de Catalunya tampoc no fa esment explícit de les instal·lacions. A més, el nivell d'avaluació de soroll d'activitats (el cas més assimilable) s'estén a un temps de càlcul que comprèn tot el període diürn o nocturn, la qual cosa dificulta la quantificació del soroll de les instal·lacions, normalment d'ús intermitent i irregular.

Aquesta realitat obliga que, en cas de problemes, es busqui la solució a les ordenances municipals. Aquestes són d'aplicació evident quan les instal·lacions (per exemple, una bomba de calor) provoquen molèstia en edificis veïns, perquè es pot avaluar com a soroll emès a l'ambient. Però quan la instal·lació és de l'edifici mateix, és difícil establir responsabilitats, perquè, al capdavall, un ascensor no és una activitat. Així doncs, si es tracta d'una obra nova, els propietaris dels habitatges poden reclamar al promotor i, si no hi ha acord, la via judicial pot ser l'única sortida. Si l'habitatge és antic, només l'acord entre la comunitat de veïns pot solucionar el problema. El paper dels ajuntaments en aquests casos pot ser el d'assessorament, ja que no es pot pensar a tancar el subministrament d'aigua a l'edifici, per exemple.

Atesa l'existència d'aquest buit, l'any 1997 la Direcció General de l'Habitatge va emprendre els primers passos per crear una Norma reglamentaria en l'edificació que actualitzés a la NBE-CA, però el projecte es va cancel·lar perquè just aleshores es va saber que el Govern estatal preparava una Llei del soroll i la consegüent revisió de l'esmentada NBE. Set anys després, sembla que la Llei del soroll està a punt de ser aprovada, i encara que al seu text no es fa referència a les instal·lacions, sembla que és possible que el nou Codi tècnic de l'edificació (CTE), no aprovat tampoc al moment d'escriure el present article, aportí alguna novetat en aquest sentit, ja que probablement regularà el nivell d'immissió ocasionat per les instal·lacions col·lectives o individuals de l'edifici, tot seguint les tendències europees.

El nou Codi tècnic de l'edificació (CTE) regularà el nivell d'immissió ocasionat per les instal·lacions col·lectives o individuals de l'edifici

En tot cas, els nivells d'immissió màxims acostumen a estar al voltant de 30 dB(A), tant pel que fa a les ordenances com al que sembla que pot regular el Codi tècnic, i també tal com es considera el cas en diferents normatives europees. El que sí que pot variar, i de manera notable, és l'avaluació del nivell d'immissió, ja que algunes ordenances poden obligar a avaluar períodes llargs de temps, mentre que en altres casos el nivell màxim es determina a partir de mesures de molt curta durada. Però els esborranys de la Llei del soroll preveuen que el temps d'avaluació per a activitats situades a l'edifici mateix sigui de 10 segons, de manera que, si finalment s'aprova d'aquesta forma, com que aquesta llei és bàsica, i el criteri, prou exigent, la resta de normatives convergiran cap a aquest procediment d'avaluació.

Instal·lacions de subministrament d'aigua sanitària

A les instal·lacions d'aigua sanitària s'hi pot incloure des de la connexió del ramal principal de l'edifici a la xarxa pública d'aigua, fins a la connexió dels desguassos dels habitatges a la xarxa de clavegueram. En el subministrament d'aigua es disposa d'un conjunt de canonades que travessen diferents dependències fins que arriben a la destinació final, que normalment consisteix en una aixeta o dispositiu similar. Normalment, l'aigua circula a una velocitat prou elevada perquè es generi turbulència responsable de la vibració de canonades i tancaments i es comportin aquests com a fonts de soroll. En conseqüència, aquest tipus de soroll es pot donar no solament en

estances annexes a cuines i lavabos, si no que es pot propagar al llarg dels habitatges.

Les fonts de soroll lligades a l'ús de l'aigua poden ser variades; la més evident és la de l'impacte de l'aigua en piques o dutxes, que sol ocasionar molèstia als habitatges situats a la planta immediatament inferior. També la descàrrega de les cisternes de vàter acostuma a generar soroll.

El nivell d'immissió sonora depèn tant del tipus de construcció (parets tradicionals o de cartró guix), com del tipus instal·lació (material de les canonades, tipus de fixació, aixetes, etc.). El Grup de Treball per a la Prevenció del Soroll i les Vibracions del Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya va portar a terme, l'any 2000, una campanya de cinquanta mesures de soroll en diferents habitatges de nova construcció. Es va mesurar el nivell equivalent ponderat A, determinat per a un temps representatiu de les condicions de funcionament de les aixetes. En general, els nivells de soroll van estar entre 35 i 60 dBA, de manera que se superen àmpliament les recomanacions de la NBE-CA-88, el que prescriu l'esborrany del CTE i també els criteris d'altres països europeus aplicables a soroll d'instal·lacions.

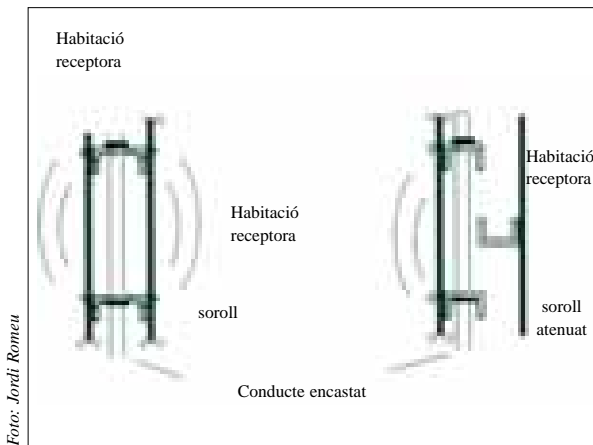
Tot i que és difícil de poder preveure els nivells d'immissió ocasionats per aquest tipus instal·lacions, sí que es pot formular una sèrie de recomanacions que garantirán una minimització d'aquest soroll. Es pot dir, però, que la norma general és evitar la transmissió de vibracions entre la font (aixetes, canonades, piques, etc.) i les parets.

En general, les aixetes són la principal font de soroll de les instal·lacions de subministrament d'aigua. Les proves realitzades en habitatges demostren que els nivells d'immissió en habitacions contigües a banys i cuines pot disminuir entre 4 i 12 dB(A) si es canvien les aixetes no classificades per aixetes de tipus I. Aleshores és recomanable utilitzar components de qualitat. Així mateix, convindria limitar la pressió de la xarxa a 2 o 3 bars com a màxim.

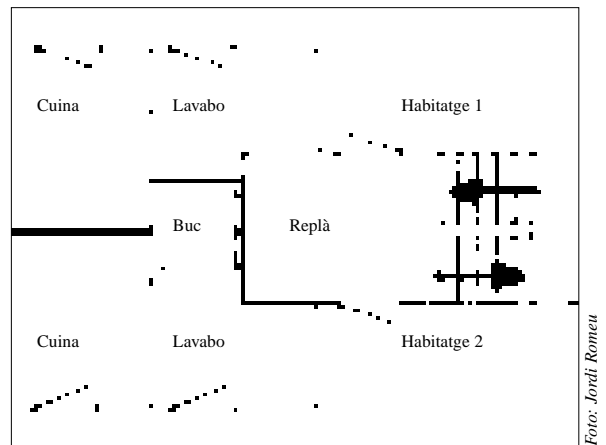


Foto: Jordi Romeu

La imatge mostra canonades de coure, que es munten per l'interior de tubs corrugats que permeten la dilatació de les canonades. Un altre problema és el possible debilitament de l'aïllament acústic de les parets.



Disposició habitual de les canonades en parets de cartró guix (esquerra). La disposició de la dreta evitaria la transmissió de soroll i augmentaria l'aïllament acústic.



La distribució interna de l'edifici també pot optimitzar-se per reduir la possibilitat de molèstia.

L'ús de brides elàstiques, canonades de PB flexibles, unions flexibles i ús de passamurs són mesures que contribueixen a reduir l'emissió sonora. Per aquest motiu, la particular configuració de les parets de cartró guix esmorteix la transmissió de vibració cap a l'habitació contigua, la qual cosa representa una reducció en els nivells d'immissió respecte a les parets tradicionals d'obra. Els resultats serien encara millors si les parets de cartró guix es muntessin en perfils verticals independents. L'augment del cost no seria significatiu i, per contra, l'augment de la qualitat acústica seria notable, tant pel que fa al soroll produït per instal·lacions, com per l'aïllament acústic general de l'habitatge.

Seria convenient disposar els banys i cuines de manera que compartissin parets i confrontessin amb passadissos, tot evitant el contacte amb dormitoris i altres habitatges. També cal evitar que els serveis d'activitats com ara cinemes, restaurants, etc. confrontin amb habitatges, ja que l'elevada freqüència d'ús d'aquests locals augmentaria la molèstia, llevat que es tinguessin en compte les mesures adequades.

Instal·lacions d'ascensors

Les instal·lacions d'ascensors es poden agrupar en dues grans tipologies en funció de la seva maquinària: electromecànica i oleodinàmica. D'una manera general, el sistema electromecànic està format per un grup de tracció situat damunt del recinte per on es desplaça l'ascensor, de manera que la sala de màquines pot confrontar amb els àtics dúplex. Per contra, el sistema oleodinàmic consta d'una bomba d'oli que actua sobre un pistó que mou la cabina, i en aquest cas la sala de màquines pot ser situada lluny del buc. En l'actualitat, però, és possible d'emplaçar la maquinària en el buc mateix, de manera que han sortit al mercat diferents dissenys amb maquinària situada tant a la part alta del buc, com a la part baixa.

Els sistemes electromecànics poden ser audibles a l'interior dels àtics. Normalment, el funcionament del

motor no és perceptible, excepte en el moment de la frenada i l'engegada i l'accionament dels contactors. En conseqüència, el soroll que causa aquest tipus d'instal·lació és de tipus impulsiu, més molest que un soroll continu, tal com reconeix la mateixa Llei de protecció contra la contaminació acústica de la Generalitat de Catalunya, quan penalitza aquest tipus de sorolls amb un increment del valor mesurat. En una campanya de mesures realitzada pel mateix grup del COEIC durant l'any 1998, es va trobar que el nivell de soroll mitjà (mesurat en $L_{pA, max}$) va ser de prop de 55 dB(A), la qual cosa (atenent els esborranys del CTE) quasi assegura que en un període d'avaluació de 10 segons se superi el valor de 30 dB(A), màxim previst per a soroll interior.

En general, s'observa que els sistemes oleodinàmics no presenten problemes de soroll pel fet d'estar situada normalment la sala de màquines lluny dels habitatges i pel fet de tenir un funcionament suau i progressiu. De totes maneres, hi ha excepcions, ja que s'ha trobat algun tipus particular de maquinària que transmet vibració al pistó hidràulic, i aquest, en ser solidari de les parets del buc, causa nivells de soroll inacceptables a l'interior de tots els habitatges veïns al buc.

Un altre component sorollós poden ser les portes d'accés a l'ascensor. N'hi ha de dos tipus: l'automàtica, que s'obre automàticament, i l'anomenada semiautomàtica, que s'ha d'obrir manualment, però que consta d'un sistema molla-amortidor que garanteix que la porta es tanqui de manera suau. Les portes semiautomàtiques d'accés al recinte van proveïdes d'un sistema d'enclavament que impossibilita l'obertura de les portes excepte la del pis on estigui aturada la cabina. Segons el sistema utilitzat, es pot produir un soroll impulsiu que es pot propagar per l'estructura de l'edifici.

La recomanació general és mantenir tots els sistemes mecànics i hidràulics aïllats de l'estructura de l'edifici. Això vol dir que, per exemple, s'ha d'evitar que el quadre de maniobres estigui clavat directament a la paret, perquè el final de carrera dels contactors causa un impacte que es pot transmetre via estructural als habitat-

ges propers. També és important que tota la instal·lació hidràulica es dessolidaritzi de les parets, i per a això cal que la canonada entre la maquinària i el pistó es munti amb brides elàstiques i amb passamurs.

Normalment, la maquinària (hidràulica o elèctrica) s'intenta aïllar de l'estructura mitjançant aïlladors de vibració, però s'ha constatat que, en molts casos, aquests aïlladors no s'han calculat i se'n col·loquen uns qualssevol, de manera que no compleixen correctament la seva tasca i es produeix una transmissió de soroll estructural. Aquest problema, amb el càlcul adequat, se soluciona amb facilitat.

I, per últim, cal dur a terme un bon manteniment de les portes d'accés i de la maquinària en general.

Aire condicionat

Els equips de climatització que es poden trobar al mercat es poden agrupar de la manera següent:

- Equips individuals, típics de despatxos, en què la unitat condicionadora disposa de bescanviador propi.
- Climatitzadors, típics de grans volums o instal·lacions, on el generador de calor o fred està centralitzat, i l'aire es distribueix per conductes fins als punts d'interès.
- Climatitzadors individuals, en què cada recinte disposa d'un terminal independent, però que està connectat a una gran instal·lació centralitzada. Són les instal·lacions típiques d'hotel.

Es dona la circumstància que a moltes poblacions les ordenances prohibeixen que els equips individuals típics dels habitatges siguin visibles a les façanes, de manera que, sobretot en habitatges ja existents, una solució fàcil és instal·lar la unitat exterior a les eixides o patis interiors. En aquest cas, el soroll s'amplifica i es condueix per totes les façanes interiors. A més, el soroll d'aquestes unitats pot contenir components tonals, amb una capacitat de molèstia més gran que un altre tipus de soroll, de manera que aquest tipus de configuracions acostumen a ser un problema. Tant és així, que hi ha ordenances, com ara la de la ciutat de Barcelona, que regulen la instal·lació d'unitats en patis interiors.

Les grans instal·lacions poden presentar problemes tant d'emissió sonora com de transmissió estructural de soroll. Pel què fa a l'emissió sonora, les unitats impulsores d'aire i bombes de calor en general són equips de grans dimensions, d'una potència acústica d'uns 100 dB(A), i que s'instal·len normalment al sostre dels edificis. En determinats casos, caldrà estudiar l'apantallament o encapsulament d'aquests equips per evitar la propagació de soroll aeri cap als habitatges veïns. La transmissió estructural pot donar-se si la unitat central està rígidament unida a l'estructura de l'edifici. En aquest cas, les vibracions de la màquina es transmeten a les parets i forjats de l'edifici en qüestió i també a les

d'altres d'adjacents en cas d'absència de junta de dilatació, de manera que s'ocasiona soroll a l'interior i fins i tot a dependències allunyades de la font. La solució consisteix en una acurada selecció dels aïlladors de vibració i la dessolidarització de tots els conductes respecte de la unitat principal.

Un altre problema pot ser el soroll ocasionat pel subministrament d'aire a l'interior dels recintes, però és una circumstància que afecta la comoditat d'ús dels recintes, com pot ser el cas de sales de reunions, hospitals, auditoris, etc.

Per evitar problemes, en el cas d'instal·lacions individuals, cal intentar que les unitats exteriors es muntin al sostre de l'edifici o bé a les galeries exteriors, si la distribució dels habitatges ho permet. En el cas de grans instal·lacions, és necessari que la unitat central disposi de dades fiables de potència acústica, a fi i efecte de poder fer un estudi previ del nivell d'immissió als habitatges del voltant que permeti escollir el millor emplaçament de l'equip i determinar la necessitat de mesures correctores, com ara pantalles, encapsulaments o silenciadors. Així mateix, aquestes unitats hauran d'estar equipades amb aïlladors de vibració degudament calculats. A més, la connexió dels conductes a les unitats centrals haurien de fer-se mitjançant unions elàstiques, que evitessin la propagació de vibracions a través dels conductes.



Apantallament de bombes de calor emplaçades en un terrat.

Foto: Jordi Romeu

Pel que fa referència al soroll transmès a l'interior de les dependències pels conductes d'aire, cal dir que el projecte de la instal·lació hauria de contenir l'estudi acústic, atesa la complexitat d'aquests sistemes, però hi ha consideracions generalistes que sempre s'han de tenir presents en la xarxa de distribució d'aire, com ara evitar colzes en angle recte; utilitzar difusors de marques reconegudes, que subministrin informació sobre la seva potència acústica; situar els *fancoils* (en cas que n'hi hagi) lluny d'estances sensibles; evitar velocitats d'aire elevades, o suavitzar les connexions de les derivacions.

Conclusions

El Grup del Treball del COEIC, en les seves campanyes de mesures, va constatar fins a quin punt el soroll de les instal·lacions pot arribar a ser molest. Es van trobar persones que volien canviar de casa només per aquest motiu, d'altres que no podien dormir, d'altres que reconeixien quin era el veí que feia ús de l'ascensor, i un llarg etcètera. Aquesta situació està donada, d'una banda, pel desconeixement de les bones pràctiques en acústica per part dels professionals de la construcció, ja que al llarg de l'article s'ha demostrat que en molts casos aconseguir una baixa emissió sonora no és qüestió de grans despeses, sinó de tenir coneixement de causa. I, d'altra banda, l'absència de legislació aplicable ha dificultat l'establiment de criteris de qualitat acústica, però

la sortida del nou CTE pot canviar la situació, tot i que seria desitjable que el mateix CTE obligués a efectuar controls *in situ* dels habitatges de nova construcció, de manera prèvia a l'obtenció de la cèdula d'habitabilitat, una qüestió que a hores d'ara no està clara.

Seria desitjable que el mateix CTE obligués a efectuar controls *in situ* dels habitatges de nova construcció

Bibliografia

- JIMÉNEZ, S.; SALUEÑA, X.; ROMEU, J.; CAPDEVILA, R. (2001). *Qualitat acústica a l'edificació: Soroll a instal·lacions d'aigua*. Associació/Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya.
- ROMEU, J.; JIMÉNEZ, S.; SALUEÑA, X.; CAPDEVILA, R. (1999). *Qualitat acústica a l'edificació: Instal·lacions d'ascensors*. Associació/Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya.
- SCHAFFER, M.E. (1991). *A Practical Guide to Noise and Vibration Control for HVAC Systems*. ASHRAE.
- KUERER, R. (1997). «Classes of acoustical comfort in housing: Improved information about noise control in buildings». A: *Applied Acoustics*, 52 (3): 197-210.
- HAMAYON, L. (1996). *Réussir l'acoustique d'un bâtiment*. París: Le Moniteur.



De la zonificació acústica al projecte acústic d'activitats

Josep M. Querol i Noguera
Enginyer industrial, consultor acústic

1. Introducció

Els projectes acústics de les activitats i les indústries han de determinar les mesures correctores que convé adoptar, basant-se en els nivells d'emissió sonora propis de l'activitat, i en els nivells d'immissió màxims que cal no sobrepassar segons les normatives i ordenances municipals de sorolls aplicables segons la zonificació acústica.

A més de zones especials, el nombre de zones acústiques que estableix la Llei de protecció contra la contaminació acústica (DOGC, 3675, de l'11-7-2002), i per tant els nivells màxims admissibles, són tres zones de sensibilitat acústica, mentre que la Llei del soroll¹ en considera cinc. Aquesta Llei estatal diu que les comunitats autònomes hauran de classificar el sòl com a mínim a les set àrees que aquesta especifica. Tot i que les àrees no són coincidents, són equiparables, segons es mostra al quadre adjunt.

Per tant, tots els municipis es veuen obligats –i com més aviat ho facin, millor, per tal de no deixar buits legislatius– a zonificar el seu territori prèviament a l'aplicació de les normatives de soroll vigents.

2. Criteris de zonificació

El municipi ha de vetllar per un ambient de soroll urbà saludable i, per consegüent, tant ha de gestionar el soroll del trànsit, com el de les activitats, com el de les aeronaus si escau, el de la via pública o el de veïnat si la normativa li ho encomana. Els municipis han estat a Catalunya especialment sensibles amb el soroll de les activitats, ja que és el mateix ajuntament qui atorga les llicències i qui controla i vigila la seva correcta ubicació i comportament mediambiental, i la tradició així ho confirma, ja que a Catalunya hi ha municipis que tenen ordenances sobre sorolls d'activitats des de fa més de cin-

| Llei de protecció contra la contaminació acústica | Llei del soroll |
|--|---|
| <i>Zones de sensibilitat acústica</i> | <i>Àrees acústiques</i> |
| Zona de sensibilitat acústica alta (A) | a) Predomini de sòl d'ús residencial e) Predomini de sòl d'ús sanitari i docent |
| Zona de sensibilitat acústica moderada (B) | f) Predomini de sòl d'ús recreatiu i espectacle d) Predomini de sòl d'ús terciari, diferent de l'anterior |
| Zona de sensibilitat acústica baixa (C) | b) Predomini de sòl d'ús industrial |
| Zones de soroll | f) Sistemes generals d'infraestructures de transport o altres equipaments |
| Zona d'especial protecció de la qualitat acústica (ZEPQA) | g) Espais naturals que requereixin una especial protecció contra la contaminació acústica |
| Zones acústiques de règim especial (ZARE) Els ajuntaments poden declarar on es produeix una elevada contaminació acústica a causa de la presència de nombroses activitats | Zones de protecció acústica especial Les àrees acústiques on s'incomplixen els objectius aplicables de qualitat acústica, tot i que els emissors acústics observin els valors límit aplicables, seran declarades zones de protecció acústica especial per l'Administració pública competent. |

Quadre 1. Zones i àrees segons la sensibilitat acústica al soroll.

quanta anys. També els ajuntaments han de dur una política de gestió del soroll del trànsit urbà. Però quines són les eines adients per gestionar l'un i l'altre?

La divisió del territori en tres o quatre zones, de manera que, segons la zona, es permetin o no certs usos o activitats i determinats nivells de soroll d'immissió, ha demostrat ser una eina eficaç, *eminentment preventiva* i també de vigilància ambiental. La zonificació s'ha realitzat sempre basant-se en superfície d'illes. El trànsit, però, varia d'un carrer a l'altre, i més a les nostres ciutats i pobles que tenen un predomini de carrers en forma d'«U». El soroll del trànsit presenta aleshores una estructura representable en forma lineal –ja que afecta les façanes exposades dels carrers amb molt de trànsit, però poc els patis d'illa– i que pot variar considerablement d'un carrer a l'altre. L'eina adient per gestionar el soroll d'activitats és la zonificació en superfície, i l'eina adient per gestionar el soroll de trànsit urbà és el mapa de soroll.

Mapes de soroll

Un mapa de soroll és l'expressió gràfica de la situació sonora d'un territori en un moment determinat (Querol, 1995). És, per tant, una eina *eminentment dinàmica*, adient per determinar «on som», establir on volem arribar i anar comprovant l'evolució assolida.

La utilització de mapes de soroll del trànsit com a eina de zonificació acústica del territori i per a la regulació dels soroll admissible d'activitats no és el procediment adient

La utilització de mapes de soroll del trànsit com a eina de zonificació acústica del territori i per a la regulació dels soroll admissible d'activitats no és el procediment adient, i això, per les raons següents:

- Com hem vist, la zonificació segons usos i nivells admissibles d'activitats és eminentment preventiva i a llarg termini, mentre que els mapes de soroll del trànsit es fan a partir de nivells mesurats o calculats de la realitat. La inadequació rau en el fet que el soroll del trànsit varia. Per exemple, pot augmentar quan en un carrer s'hi fan passar camions o autobusos de transport públic, o pot disminuir si s'hi restringeix el trànsit pesant o la velocitat de circulació, o si s'hi canvia el ferm per un d'absorbent o s'hi estableix una zona de vianants.
- A la matinada, de tres a cinc del matí en les nostres latituds, el soroll del trànsit disminueix notablement i, per tant, també el soroll ambiental; de manera que el soroll de les activitats es posa de manifest a la nit si és que de dia havia estat emmascarat pel del trànsit.

Si la reglamentació dels nivells admissibles per a les activitats es fixa a partir del nivell de soroll del trànsit, com que aquest es redueix a la nit, el soroll de les activitats emergeix i pot originar molèsties pel fet de ser aquesta reglamentació excessivament tolerant (i precisament a la nit, moment en què prop del 90% de la població descansa).

Per tant, els mapes de soroll –i més encara quan la Directiva de la UE exigeix elaborar-los amb un índex L_{den} que mesura les vint-i-quatre hores del dia– són l'eina adient per gestionar el soroll del trànsit urbà, mentre que la zonificació acústica, que limita l'ús del territori i el soroll de les activitats, requereix un mapatge específic, que molt difícilment pot ser coincident amb el soroll generat pel trànsit.

No reflecteix la realitat pensar-se que els mapes de soroll realitzats a peu de carrer i amb sonòmetre a la mà són representatius a la vegada del soroll del trànsit i del de les activitats. No ens enganyem: el soroll predominant als nostres carrers és el del trànsit.

Zones industrials i habitatges

Considerem aquí alhora la problemàtica dels polígons industrials i de zones d'indústria consolidada que es veuen rodejades per habitatges ja existents, o en molts casos afectades per nous plans d'ordenació que els admeten molt a prop de les indústries. El problema que es planteja és doble: per una banda, on establir la llinda de zona i, per l'altra, com establir-la.

És evident que la zonificació té en aquest cas per objectiu principal protegir els habitatges, és a dir els ciutadans, de nivells excessius de soroll que provinguin de les zones industrials. Els criteris de límits de soroll *en zona industrial* es van fixar a Catalunya al començament de la dècada del 1970 per protegir els habitatges presents dins la mateixa indústria, com ho era de vegades l'habi-



No totes les poblacions disposen d'una zona industrial diferenciada del nucli habitat.

Foto: Salvador Fuentes

tatge de porteria, usual encara en aquells anys. Per tant, fer coincidir físicament el límit de la zona de baixa sensibilitat acústica amb el límit del polígon industrial, no té altra conseqüència que penalitzar el soroll dins el polígon mateix, ja que en un polígon industrial de fet no pot haver-hi habitatges. Cal que els límits es fixin fora i més enllà del polígon, de manera que s'estableixi una zona d'influència del polígon sobre el seu entorn i s'arribi a un cert equilibri entre el que és el desenvolupament normal de la indústria i el nivell de soroll admissible en possibles habitatges ja existents o en els futurs, més o menys propers al polígon.

Passa el mateix quan es delimiten zones de mitjana sensibilitat acústica i altres de típicament d'habitatges. El límit ha d'intermar-se un cert espai dins el que són illes d'habitatge pur, probablement no gens més que les façanes de l'altra banda del carrer de les illes de sensibilitat mitjana. D'aquesta manera (vegeu la figura 1), els habitatges de les zones A i B poden gaudir d'un *nivell interior* adient que haurà de ser el de zona residencial, i només el nivell exterior procedent de la zona B influirà en les façanes de la zona A. Recordem que les ordenan-

ces poden ser més restrictives que la llei més general, i, per tant, no hi ha d'haver inconvenient que el soroll interior —és a dir, el tramès per estructura—, sobre el qual —a diferència de l'aeri— els habitatges no poden adoptar mesures correctores, sigui igual d'exigent als habitatges de la zona A que als de la zona B.

3. Com establir el límit de zona

Aquesta és la part més delicada i complicada de la zonificació del territori. El límit no es pot establir des d'un despatx. En primer lloc, cal efectuar, en diferents indrets, mesuraments a la nit del nivell de soroll procedent del polígon, soroll de trànsit exclòs en les lectures, i així avaluar fins on afecta aquest nivell. Per exemple, es poden fer mesuraments de curta o molt curta durada de L_{Aeq} o de L_{90} , de 5 a 10 segons si cal.

S'haurà d'avaluar si aquest nivell procedeix d'una o de poques fonts de soroll, i en aquest cas les indústries origen d'un excés de soroll haurien de col·laborar a rebaixar el soroll tot aplicant mesures correctores. No és difícil de fer entendre i exigir a les mateixes indústries que, si aquestes, tot i estar emplaçades en polígons industrials, tenen severes limitacions d'emissió de gasos i de partícules a l'atmosfera i d'abocament de líquids i de residus sòlids, també els és exigible que no emetin un excés de soroll a l'entorn.

Si les fonts de soroll procedeixen de múltiples indústries i els habitatges afectats estan consolidats, amb polítiques municipals a llarg termini probablement sigui possible exigir atenuacions a les indústries. Si no queda més alternativa, caldrà acceptar aquests nivells com un soroll de fons ambiental i no permetre edificar més habitatges a la zona afectada (si el soroll és molt elevat), o bé condicionar el permís d'edificació de nous habitatges a una distribució de les zones menys nobles, cuines, serveis i passadissos, amb façana orientada cap al polígon i, per altra banda, exigir un aïllament acústic més elevat ($D_{n,TW} + C_w$) de les façanes amb dormitoris que estiguin exposades a aquest soroll.

Regular els usos dins els polígons industrials

En la qualificació urbanística dels polígons industrials de nova implantació, també s'han d'adoptar mesures preventives de soroll, tot limitant l'emissió sonora segons la proximitat de zones sensibles d'habitatges i limitant el tipus d'indústria o d'activitat segons el lloc del polígon on s'emplaçarà l'activitat (Querol, 2003). Els magatzems (A), les indústries «aparador» (B), les indústries en naus totalment tancades (C), les indústries en naus amb ventilació a la coberta (D) i les plantes químiques a l'aire lliure (E) són tipus d'activitats que presenten una previsible gradació d'increment d'emissió sonora i susceptibles que, per distància i pel fet d'actuar uns edificis com a pantalles dels altres, atenuen sense costos addicionals l'impacte del polígon sobre zones pròximes més sensibles.

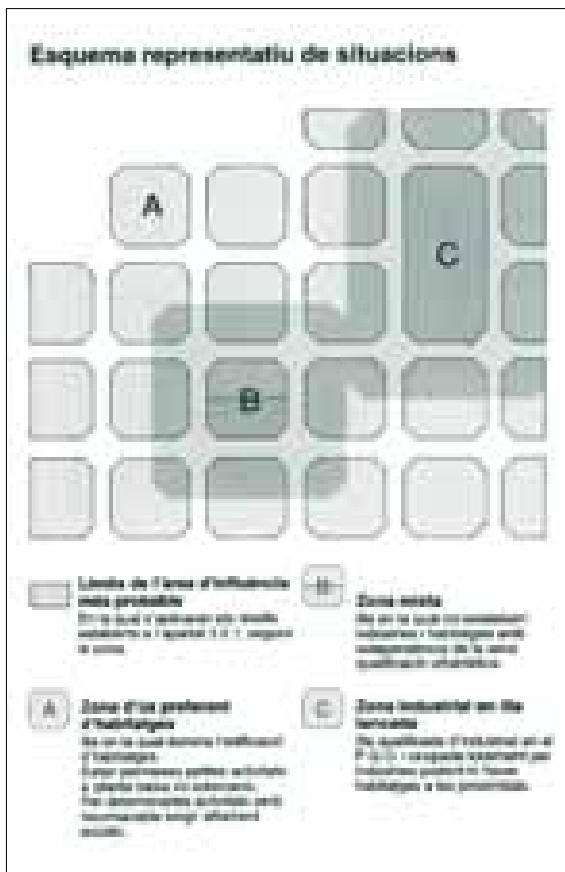


Foto: Jordi Romeu

Figura 1. Reproducció de l'annex 1 del document «La prevenció i correcció dels sorolls i les vibracions a les indústries i activitats classificades. Recomanacions sobre mesures correctores de sorolls i vibracions emeses per activitats que, establertes en la proximitat d'habitatges, requereixen autorització municipal», publicat en primera edició el 1989 per l'Associació/Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya, dins la col·lecció «Activitats classificades. Criteris tècnics per a la redacció de projectes», 25.

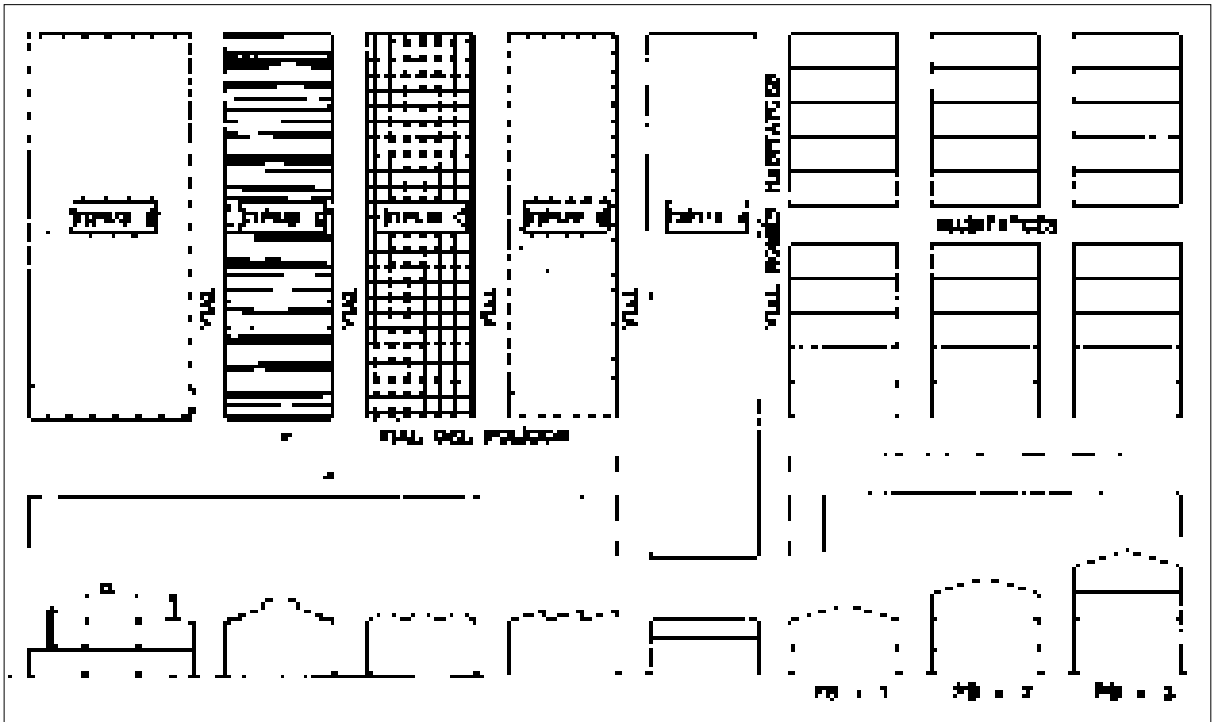


Figura 2. Planificació de l'espai d'ús industrial en polígons industrials, amb vials d'accés independents per al polígon i per als habitatges. Josep M. Querol.

En la qualificació urbanística dels polígons industrials de nova implantació, també s'han d'adoptar mesures preventives de soroll

Utilitzar espais tampó

La propagació del soroll d'infraestructures i zones industrials pot abastar grans extensions en el seu entorn. La previsió d'espais tampó, entre aquests usos i usos de major sensibilitat acústica, com ara els habitatges, és una opció que cal considerar en la planificació i requalificació del sòl. A l'inrevés, el sol urbà amb usos d'habitatges tendeix a apropar-se a zones ja equipades amb infraestructures i polígons industrials, amb perjudici de la qualitat acústica del futur espai habitable. La creació d'accessos independents, la d'espais tampó o la imposició de severes limitacions a l'edificació d'habitatges en la seva proximitat, són pal·liatius a la degradació del nou sòl urbà incrementat per la pressió de la demanda.

Limitació d'emissió sonora

Els espais tampó, si no ofereixen apantallaments per a les mateixes instal·lacions emplaçades en aquests espais, han de ser molt amplis, ja que l'atenuació del soroll originat per fons puntuals s'atenua tan sols de 6 dB(A) quan es dobla la distància.



Foto: Josep M. Querol

Figura 3. Exemple de l'extensió de contaminació per soroll industrial d'una font puntual, d'un ventilador d'una potència acústica L_{wa} 110.

Per tant, podria ser convenient limitar l'emissió sonora de les grans instal·lacions industrials limitant la potència acústica emesa, a més de limitar els nivells d'immissió. No és infreqüent que fonts de sorolls industrials influeixin amb nivells de 45 o més dB(A) a 400 metres de distància (vegeu l'exemple de la figura 2). Per tant, la no-limitació d'emissió sonora pot conduir a haver de disposar d'espais tampó excessivament amples.

La Llei del soroll preveu la possibilitat que el Govern de l'Estat estableixi límits d'emissió per a indústries, activitats i màquines, entre altre emissors.

Regular els usos a les àrees naturals

La manera més eficaç de protegir els espais naturals és zonificant el territori de l'entorn i el de la mateixa àrea. Però alguns usos són possibles dins els espais naturals quan aquests són molt amplis. En el document «Criteris de control de soroll a les àrees naturals» (Querol, 1996), es proposa com zonificar gradualment els espais naturals i el seu entorn amb cinc zones i les activitats i nivells d'immissió de soroll admissibles: zona 0, per a espais de reserva natural integral i àrees d'accés restrin-

git; zona I, de reserva natural; zona II, amb usos com ara cases de colònies i escoles de natura; zona III, amb restaurants i aparcaments; i, fins i tot, una zona IV, per a parcs d'atraccions. Les característiques dels biòtops a protegir i la topografia del terreny amb els vials d'accés i l'amplitud de la zona permeten determinar en cada cas els usos possibles.

4. El projecte acústic d'activitats

Quan la zonificació del territori ha estat programada també amb criteris acústics, el projecte acústic d'activitats es mou dins la normalitat. És a dir, que els objectius acústics a assolir són raonables i el tècnic projectista i el tècnic municipal no han de carregar amb responsabilitats que no els pertocuen.

Anomalies i limitacions de la zonificació

Si la zonificació que ha dut a terme l'ajuntament no ha tingut en compte la realitat, és a dir, posem per cas que s'ha zonificat amb criteris de «soroll de trànsit» que són excessivament permissius per a les activitats, el tècnic projectista sap que, si s'ajusta a la normativa, crea problemes de soroll als ciutadans i, si se sobrepassa suplint una deficient normativa amb més aïllament acústic, assumeix un paper difícil. De vegades ha de fer entendre al seu client que l'increment de cost és en benefici de no tenir problemes amb el veïnat. Per altra banda, el tècnic municipal que accepta a tràmit o «beneeix» amb silenci administratiu un projecte acústic, correcte respecte a normativa però escàs en qualitat acústica, no fa altra cosa que afavorir l'increment del nombre de queixes al municipi i del malestar dels ciutadans. Recordem que el municipi ha de vetllar per un ambient de soroll urbà saludable, i per consegüent ha d'afavorir aquest objectiu amb normatives assenyades i realistes.

Anomalies i limitacions de la normativa

Ens referim als municipis que encara fan servir criteris que la pràctica ha bandejat fa temps, com ara el criteri de fixar com a nivell d'emissió d'una activitat el del soroll de fons més 3 dB(A), derivat del Pla general metropolità del 1976, o a municipis que estarien temptats de conservar aquests criteris pel fet que la normativa municipal pot ser més restrictiva que l'autonòmica o l'estatal.

Dels prop de trenta municipis que componien el Pla general metropolità del 1976, són tan sols un 10% els que no han substituït el criteri del soroll de fons més 3 dB(A) per paràmetres fixos de soroll interior i exterior segons zones acústiques.

La dificultat intrínseca consisteix a establir quin és el soroll de fons, que de fet depèn del soroll del trànsit i aquest varia d'hora en hora i a cada minut. Basar una normativa en el soroll ambiental de fons és un element perturbador tant per al tècnic que projecta, com per al tècnic municipal que controla, com per al ciutadà, que no sap mai a què té dret.

El projecte acústic d'activitats

Els continguts d'un projecte acústic d'activitats han de comprendre, segons l'annex 10 de la Llei de protecció contra la contaminació acústica, els apartats següents:

a) Anàlisi acústica de la capacitat del territori

Descripció de les zones de sensibilitat acústica de l'activitat i el seu entorn.

Nivells d'emissió que atorga el Mapa de capacitat acústica a l'emplaçament i l'entorn de l'activitat.

b) Anàlisi acústica de l'activitat

Descripció del local de l'activitat especificant els usos dels locals adjacents i la seva situació respecte a usos sensibles al soroll, com ara habitatges, escoles i hospitals.

Detall dels focus sonors o vibratoris.

Estimació del nivell d'emissió d'aquests focus a l'interior i a l'exterior de l'activitat.

c) Avaluació de l'impacte acústic

Si els nivells d'emissió acústica de l'activitat estimats no incrementen els nivells de les zones de sensibilitat acústica de la capacitat del territori, l'impacte acústic serà compatible amb el seu entorn.

Si els nivells de l'activitat estimats poden sobrepassar els nivells de les zones de sensibilitat, l'impacte es podrà compatibilitzar amb el seu entorn mitjançant un projecte d'aïllament que assegurï els objectius establerts pel Mapa de capacitat acústica.

d) Projecte d'aïllament

El projecte d'aïllament constarà del disseny dels elements proposats, amb la descripció dels materials utilitzats i dels detalls constructius de muntatge.

Si la instal·lació projectada comporta focus emissors situats a gran alçària, com ara sobre cobertes, en xemeneies o en cims de sitges, el projecte haurà de tenir en compte que la propagació del soroll pot manifestar-se a llarga distància, i, per tant, s'han d'especificar els elements atenuadors adequats per evitar que les immissions sonores a llarga distància no superin els valors límit d'emissió establerts als annexos 3, 4, 5 i 7.

Justificació analítica o per assajos del rendiment dels elements d'aïllament proposats.

Justificació que el funcionament de l'activitat no supera els valors límit d'emissió establerts pel Mapa de capacitat acústica.

Un cop instal·lats els elements d'aïllament, cal acreditar, mitjançant certificació emesa per un tècnic o tècnica competent, que no se superen els valors límit d'emissió establerts per aquesta Llei i determinats segons la metodologia dels annexos 3, 4, 5 i 7.

Altres aspectes a considerar

Com a complement d'aquests requisits, caldria afegir les consideracions següents:

- La justificació analítica o per assajos del rendiment dels elements d'aïllament proposats que es demana a l'apartat d no garanteix els resultats de l'aïllament acústic global, ja que la qualitat de l'execució en acús-

tica sempre és determinant (junes, ponts acústics, etc.). Per tant, creiem que més important que les justificacions teòriques, que són complexes en acústica a causa de les transmissions indirectes, cal insistir en plànols de detalls i en els certificats finals dels resultats.

- **Plànols**

Els aïllaments acústics en parets, sostres i terres flotants s'han d'especificar en escala 1:10 per tal que sigui possible al municipi examinar la seva idoneïtat, i els plànols siguin fàcils d'interpretar i operatius quan vagin a l'obra i també per tal que permetin, en cas de fallades, determinar si aquestes són atribuïbles al projecte o bé a l'execució.

- **Horari de funcionament o ús de l'activitat**

Cal especificar en el projecte l'horari real de l'activitat, ja que els nivells d'immissió admissibles varien en horari diürn o nocturn. Només que l'horari compregui una petita part de l'horari nocturn, el projecte ha d'assumir que els límits de soroll aplicables seran els nocturns.

- **Nivell sonor d'emissió a la sala o recinte de l'activitat**

És el nivell de pressió sonora L_{pA} reverberat previsible al local emissor i es pot aconseguir amb mesuraments d'activitats equivalents, o bé a partir de dades com ara les que figuren en el document «Emissió acústica en activitats industrials: anàlisi freqüencial» (Associació/Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya, 1996), que comprèn l'emissió sonora de maquinària i de les activitats més freqüents en planta baixa d'edificis d'habitatges. Només cal puntualitzar que en l'emissió sonora de bars normals, sense música ambiental, l'experiència mostra que s'ha de considerar un nivell sonor de projecte en el local de 85 dB(A), que està per sobre del nivell especificat en el document de referència.

- **Mesures correctores necessàries**

Cal quantificar els nivells d'atenuació necessaris i especificar com es realitzaran.

Si l'activitat està situada en el mateix edifici d'habitatges o en un de contigu, l'aïllament acústic brut necessari a aconseguir serà la diferència entre el nivell d'emissió L_1 i el màxim admissible L_2 . Si la font es transmet per l'exterior, la diferència $L_1 - L_2$ serà la que hauran d'atenuar per exemple els silenciadors si la font de soroll és un ventilador, o bé una pantalla acústica o una cabina en altres casos.

- **Ventilació**

En locals d'activitat sorollosa, la ventilació mecànica d'aquests comporta haver de col·locar silenciadors per

tal que no surti un soroll excessiu del ventilador ni del local.

- **Mesures correctores de sorolls d'impacte**

Els locals de pública concurrència situats en planta baixa i en funcionament en horari nocturn, necessiten un terra flotant sempre que sota hi hagi un soterrani, pàrquing o similar, per tal d'evitar o d'atenuar la transmissió de sorolls d'impacte. També és necessari en determinades activitats i situacions, encara que a sota no hi hagi soterranis. Cal especificar detalladament la constitució, característiques i detall a escala 1:10 dels elements que constitueixen el terra flotant.

- **Correcció acústica del local**

La correcció acústica amb sostres absorbents és sempre un element de confort en locals públics, i, encara que no sempre les normatives ho exigeixen, és molt recomanable.

Bibliografia

- Associació/Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya (1989). «La prevenció i correcció dels sorolls i les vibracions a les indústries i activitats classificades». A: *Activitats classificades. Criteris tècnics per a la redacció de projectes*, núm. 25.
- Associació/Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya (1996). *Emissió acústica en activitats industrials: Anàlisi freqüencial*. Barcelona.
- QUEROL NOGUERA, J.M. (1995). *Manual de mesurament i avaluació del soroll*. Barcelona: Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient, Direcció General de Qualitat Ambiental.
- QUEROL NOGUERA, J.M. (1996). «Criteris de control de soroll a les àrees naturals». *II Simposium sobre espais naturals en àrees metropolitanes i periurbanes. Barcelona, 25-27 d'octubre de 1995*. Pàg. 455-461. Patronat Metropolità Parc de Collserola.
- QUEROL NOGUERA, J.M. (1999). «Projectes acústics d'activitats. Una perspectiva actual». SAM, juny del 1999. Diputació de Barcelona, Servei de Medi Ambient.
- QUEROL NOGUERA, J.M. (2003) *Aislamiento acústico en la edificación. Proyecto, cálculo, control técnico y administrativo*. Tarragona: Col·legi Oficial d'Arquitectes i Arquitectes Tècnics de Tarragona.

Notes

1. Llei 87/2003, de 17 de novembre, del soroll.

Experiència

L'impacte del soroll a causa del trànsit en les infraestructures

Ole Thorson

Consultor, Dr. enginyer de camins, canals i ports

Jytte Thomsen

Consultora, enginyera de camins, canals i ports

Marc

El soroll que emet la societat en la seva activitat quotidiana ha arribat a representar un excessiu grau de molèstia per als residents i diversos usuaris de la via pública. Les administracions i els mateixos ciutadans reaccionen davant d'aquest fet de manera diversa.

La ciutat mediterrània, per tradició, empra en la construcció de locals i de la via pública material que fa rebotar el soroll, tot creant caixes de ressonància. I la barreja d'activitats que es desenvolupen a la ciutat fa que la mobilitat sigui elevada durant moltes hores cada dia, la qual cosa fa augmentar el grau de soroll fins i tot quan hi ha residents que són a casa, descansant. Al carrer, són pocs els indrets on es pugui caminar o passejar sense que el soroll ens agredeixi i ens impedeixi conversar normalment.

Al llarg dels darrers anys, diverses administracions han començat a actuar tot legislant i redactant ordenances per fer minvar les molèsties ocasionades pel soroll. Aquesta reacció coincideix amb la creació, dins de les administracions, de departaments de Medi Ambient, que també es preocupen pel consum descontrolat d'energia

que absorbeix la mobilitat (prop del 40% de l'energia total emprada per la societat). Per exemple, els motors d'explosió afecten de dues maneres: ajuden a augmentar el soroll de la via pública i a la vegada contaminen l'aire.

Alguns estudis recents de l'Organització Mundial de la Salut (OMS) indiquen que hi ha un preocupant índex de mortalitat entre els ciutadans causat per malalties derivades de la contaminació per l'emissió dels automòbils (mortalitat que cal sumar a la ja causada pel mateix trànsit).

Creix el desig de la població urbana (i no urbana) de poder gaudir d'un ambient agradable, amb un aire net i un grau de soroll moderat. De fet, són molts els balcons on cartells i llençols penjats recorden la calma necessària, especialment a la nit.

Malgrat que al final dels anys setanta es van dur a terme mesuraments sistemàtics per establir la relació entre el trànsit i el soroll de molts carrers de Barcelona, i va quedar demostrada la gravetat del problema (ja que Barcelona és una de les ciutats més sorolloses del món), no es van aconseguir aleshores acords que mitiguessin aquestes molèsties. Només darrerament ha agafat força la idea de la necessitat de limitar el trànsit d'un nombre



Foto: Salvador Fuentes

Impacte del soroll d'obres a Barcelona.



Foto: Salvador Fuentes

Pancartes de protesta.

important de carrers urbans, per així crear carrers de convivència i àrees ambientals urbanes.

En el futur, el trànsit s'haurà de subordinar a l'exigència d'aconseguir un nivell de soroll tolerable per a cada carrer. S'ha d'introduir en el treball de planificació d'un carrer o d'una carretera el concepte de *volum de trànsit ambiental*.

A l'apartat de bibliografia podeu trobar una llista no gaire exhaustiva de normes que regulen les emissions de soroll en els entorns geogràfics diversos.

El soroll del trànsit

El soroll varia, i els éssers humans tendim a distingir i valorar de manera diferent el soroll de fons del d'altres sorolls puntuals. Per exemple, un soroll addicional com el d'una ambulància, un ciclomotor, un autobús que accelera o un camió de recollida d'escombraries es considera com una agressió acústica clarament diferenciada del soroll de fons. En aquests casos especials, no tot ens molesta de la mateixa manera. Tolerem el so d'una sirena de tant en tant, perquè ho considerem una molèstia necessària, pel bé de la societat; però, en canvi, el so d'un tub d'escapament de la motocicleta d'un jove que fa el boig es considera del tot inacceptable i s'exigeix una actuació per part de l'Administració.

Dins de les nostres ciutats, un carril que suporta un volum de trànsit d'entre 7.000 i 10.000 vehicles/dia ja produeix a les voreres un nivell de soroll tant alt, que fa difícil una conversa entre dos vianants. Perquè el soroll del trànsit afecti els residents, quan són dins de casa, el volum de trànsit ha de ser encara més elevat. El límit general de soroll s'ha establert en 65 dBA durant el dia i 55 dBA durant la nit, a la façana dels habitatges.

En un carrer amb tres carrils plens de trànsit (2.400 vehicles/hora) i amb un 10% de vehicles pesants, es produeix un nivell de soroll (si pensem en una alçada d'1,5 metres) de 72 dBA a 2 metres del voral. En canvi, a la façana de la casa i amb una amplada de vorera de 6 metres, el nivell sonor és de 71 dBA, i a l'alçada del quart pis el soroll ha baixat fins a 70 dBA.



Foto: Salvador Fuentes

Impacte de les infraestructures viàries a la comarca del Barcelonès.

Variació del soroll segons la vorera i l'alçada de l'habitatge

| | Vorera de 4 m | Vorera de 6 m |
|--------------------|---------------|---------------|
| A 2 m de la vorera | 72 | 72 |
| A la façana | 72 | 71 |
| Façana al 4t pis | 70 | 70 |

S'observa que el nivell a la vorera és pràcticament el mateix, i per tant tots els vianants hi estan exposats. Dos vianants no podran conversar a la vorera sense haver d'alçar la veu quan el nivell de soroll superi els 70 dBA.

Quan es redueix el trànsit a la meitat, el nivell sonor baixa uns 3 dBA. Aquesta és una norma bàsica per a distàncies superiors a 10 o 15 metres. S'obté la mateixa reducció quan es dobla la distància de l'emissor del soroll.

Els afectats

Dividirem els ciutadans en dos grans grups d'afectats: els residents, per un costat, i els vianants i ciclistes, usuaris de les vies públiques sense protecció respecte al soroll, per l'altre. Es creu que els motoristes, en dur casc, gaudeixen d'una certa protecció. Les administracions, mitjançant la legislació i les ordenances actuals, han treballat en la millora de les condicions del primer gran grup, el dels residents, en tant que usuaris del seu habitatge. Però no hi ha protecció específica per al segon grup, que són els usuaris de la via pública.

Caminar és un mitjà de transport sostenible que s'ha de promoure i protegir, i per tant, si tenim en compte que les ciutats mediterrànies són molt sorolloses, s'ha d'actuar en infraestructures i superestructures per tal que no augmenti aquest nivell de soroll de tal manera que disminueixi el nombre de vianants.

S'ha d'actuar en infraestructures i superestructures per tal que no augmenti aquest nivell de soroll de tal manera que disminueixi el nombre de vianants

Tots els qui treballem en planificació urbanística i de trànsit tenim la responsabilitat de fer que ja des de la primera fase del projecte els espais que es planifiquen siguin habitables. No s'ha d'elaborar cap pla d'urbanisme que no contingui un estudi previ del trànsit futur, ja que és així com es posa en relleu el soroll probable de l'horitzó marcat pel pla. Cal predir el volum de trànsit a

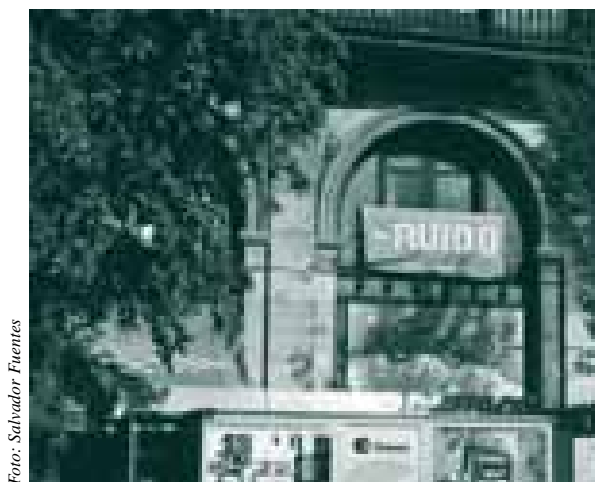


Foto: Salvador Fuentes

Pancarta contra el soroll.

l'alça, perquè, en cas de no fer-ho, és probable exposar els veïns i els vianants a sorolls excessius futurs. També és recomanable emprar com a volum de trànsit de referència el de la capacitat física de la via. Si no es fa així, s'ha d'usar un factor de seguretat no inferior a 1,3 sobre la previsió normal del trànsit futur, i sempre amb un percentatge de camions de prop del 20%.

Per dur a terme un projecte de disseny de carrers i/o d'avaluació del soroll, cal disposar de bon començament de totes aquelles dades referents a l'activitat humana que es desenvolupa al tram de carrer estudiat. Per exemple, parlem de la població resident, el nombre d'habitatges i persones que treballen a tocar de la via, el nombre de vianants i passatgers d'autobús de la parada en cas que hi hagi aquest servei, i la resta d'usuaris, etc. Sense comptar amb aquestes dades, el càlcul i l'avaluació del soroll no serien acurats.

Àrees ambientals

Hi ha moltes raons per les qual fóra recomanable que les ciutats mantinguessin una sèrie de carrers importants amb un límit màxim de velocitat de 50 km/h. També hi hauria d'haver vies per al trànsit entre barris i carrers d'accés a algunes àrees locals concretes amb un límit menor de velocitat. Aquestes àrees locals són les anomenades *àrees ambientals* o *zones 30 km/h*, en les quals canvia l'ús del carrer i es limita el volum de trànsit. Aquesta situació beneficia molt la resolució de quatre grans problemes de les externalitats provocats per l'ús del vehicle privat, ja que s'aconsegueix:

- Una minva del nivell de soroll.
- Una minimització del nivell d'emissions dels vehicles en favor d'un aire més sa.
- Una reducció sensible del nombre de sinistres en el trànsit.
- L'oferiment d'uns espais agradables per als vianants i els ciclistes de la ciutat.

Hi ha moltes raons per les quals fóra recomanable que a les ciutats hi hagués una sèrie de carrers amb un límit màxim de velocitat de 50 km/h

Una àrea ambiental ha de garantir, per damunt de tot, que es limiti a 30 km/h (o a 20 km/h) la velocitat dels vehicles, i que, d'aquests, només utilitzin el carrer aquells que tenen la seva destinació dintre de la pròpia àrea. La millor forma d'aconseguir-ho és amb canvis en els sentits únics que impediran creuar tota l'àrea sense canviar d'orientació i construint voreres contínues a l'entorn de l'àrea, de manera que els conductors es vegin forçats a frenar la velocitat abans d'entrar-hi.

Al gràfic adjunt es veu com construir el gual d'accés. La idea bàsica és que el vianant de l'artèria continuï a la vorera i que sigui el conductor que vol entrar a l'àrea el qui hagi de reduir la velocitat i passar per damunt de la vorera.

La reducció general de la velocitat dins de les àrees ambientals aconseguirà que el trànsit dels carrers locals interns quedi restringit només per als veïns, visitants, serveis i activitats de càrrega i descàrrega. El nivell de soroll i les emissions es reduiran així fins a arribar als mínims imprescindibles.

Quan es redueix la lliure circulació i s'alliberen de trànsit molts carrers de la ciutat, es produeix un augment dels desplaçaments i viatges curts realitzats a peu. És possible que la demanda de trànsit es mantingui o que augmenti lleugerament en alguna artèria, però es considera que el resultat global és altament favorable als ciutadans i residents, especialment per als vianants i els ciclistes.

Cal treballar perquè, de manera progressiva, hi hagi més dissenys d'àrees ambientals on es limiti o s'elimini l'aparcament segons l'amplada del carrer i on s'instal·li mobiliari urbà, es defineixin sentits únics, es posi paviment únic o s'elevi el paviment d'algunes interseccions, etc.

Aquí es pot veure un exemple de proposta d'àrea ambiental, amb l'actuació inicial per a una àrea bàsica-

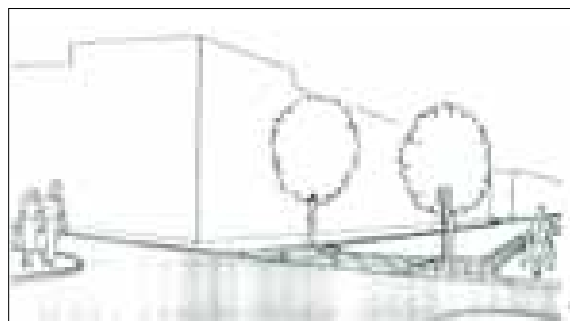


Foto: INTRA, SL

Plataforma d'accés en una àrea ambiental.

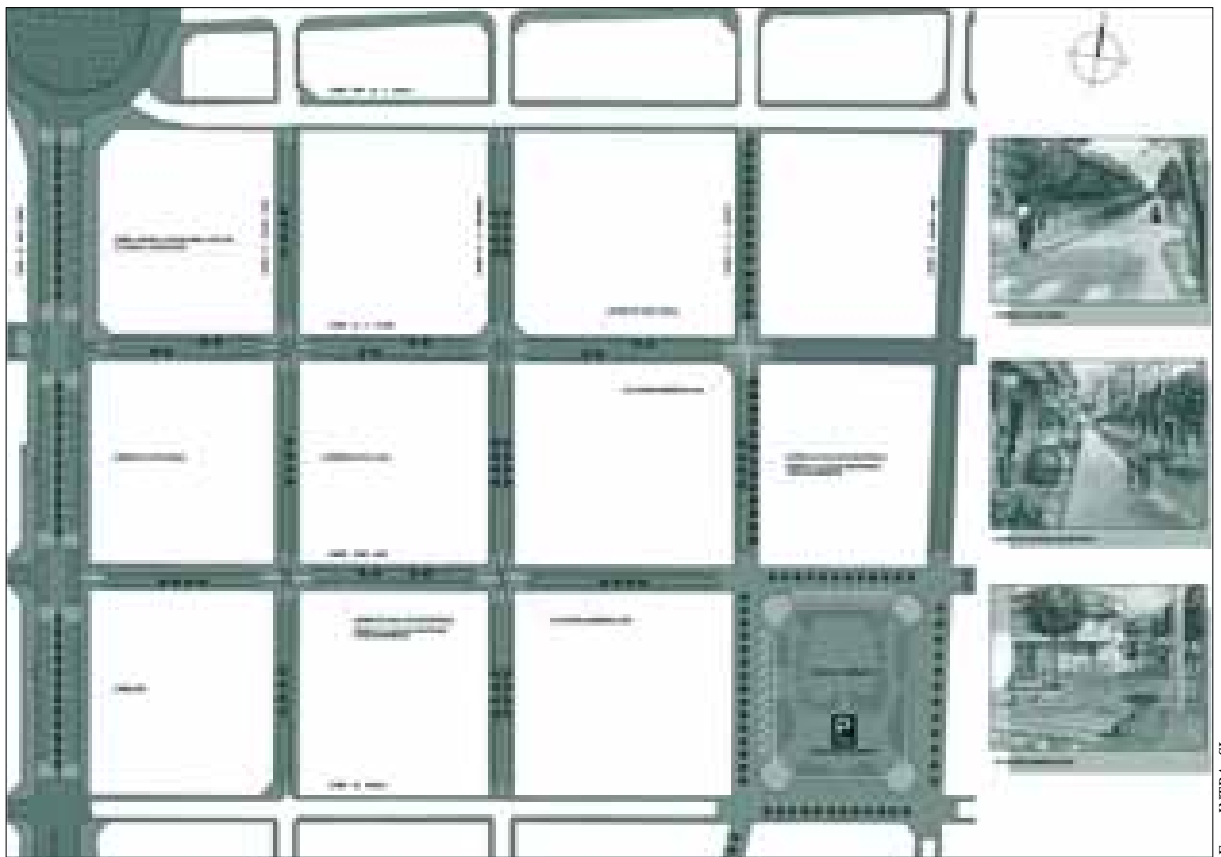


Foto: INTRA, SL

Exemple de tractament d'una àrea ambiental.

ment residencial d'una ciutat situada dins de l'àrea metropolitana de Barcelona.

Volum ambiental

Avui en dia, la major part dels enginyers que treballen en l'ordenació i regulació del trànsit solament utilitzen els conceptes de capacitat de trànsit relacionats amb un criteri d'optimització del nombre de vehicles que poden fer passar (per hora o per dia) per un carrer. Aquest criteri porta automàticament a una sobrecàrrega de nivell sonor, quan el carrer en qüestió té més de dos carrils.

Fóra recomanable treballar, des d'ara i de forma paral·lela, amb un altre concepte de capacitat: la «capacitat ambiental del trànsit d'un carrer» (el volum futur màxim d'un carrer que permetrà garantir que el nivell de soroll que afecti residents i vianants no superi els límits permesos i assumibles).

Per fer més entenedor el concepte, podem explicar que actualment participem en un projecte de la Unió Europea anomenat ARTISTS, que pretén donar un nou disseny sostenible a les artèries de les ciutats europees més grans (tenint en compte que una artèria és una via que habitualment té un trànsit considerable), amb la intenció de poder viure-hi al costat amb relativa tranquil·litat però considerant, a més, les necessitats dels seus usuaris.

En el projecte Artists, es defineix la necessitat de conèixer els diferents tipus d'usuaris del carrer, tant els ocupants dels diferents vehicles de motor, com els ciclistes i els vianants. Els vehicles de motor són els que requereixen més espai i produeixen la major part de soroll i emissions; però són els ciclistes i els vianants, els residents i els treballadors els qui pateixen les conseqüències d'aquestes externalitats. Cal trobar un equilibri entre el servei que dona a la societat una artèria i la seva funció urbana com a canalitzador d'altres activitats socials.

És urgent que els municipis debatin el concepte de *volum ambiental*, i que el tinguin en compte en els projectes i valoracions de mapes sonors i de capacitat acústica.

Les obligacions de les administracions

La legislació sobre el so treballa bàsicament en les noves infraestructures, i la nova legislació catalana permet que els municipis defineixin els punts i trams de la xarxa d'infraestructures que cal tractar perquè molesten en excés els veïns.

El Parlament de Catalunya ha aprovat la Llei de protecció contra la contaminació acústica, que regula les

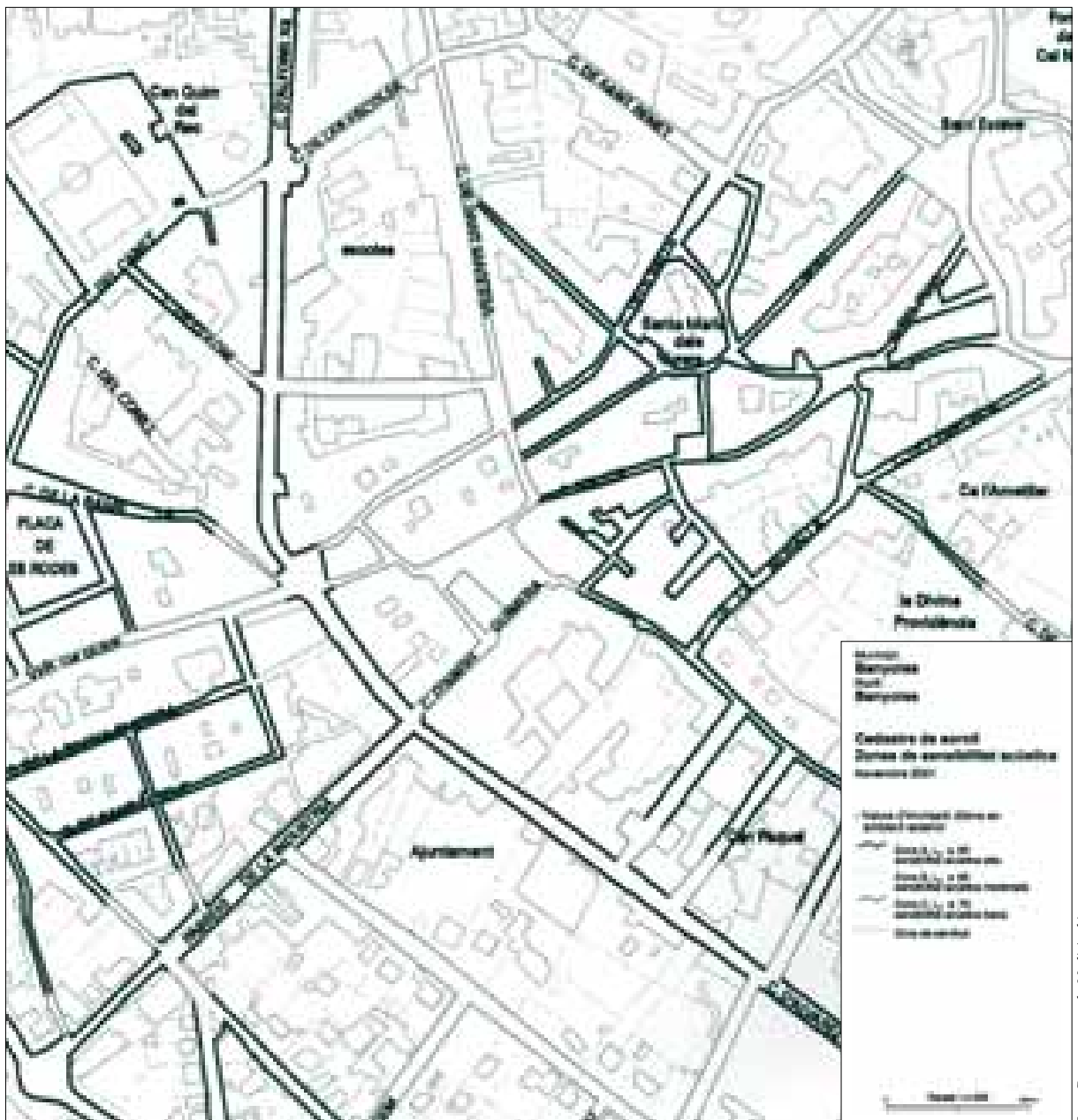
mesures necessàries per prevenir i corregir la contaminació pels sorolls i les vibracions.

A la Generalitat de Catalunya li correspon l'ordenació general, mentre que els ajuntaments són els encarregats de fer les actuacions en els àmbits territorials respectius.

El cadastre de soroll, o mapa de capacitat acústica, és la representació sobre cartografia de les diferents zones de sensibilitat acústica amb els valors d'emissió que s'estableixin com a objectius de qualitat referent als residents. Són els ajuntaments, d'acord amb les seves competències, qui han d'establir els objectius de qualitat acústica al seu territori, delimitar les zones de sensibili-

tat acústica (sensibilitat alta, baixa o moderada) i atribuir a cada zona uns valors d'emissió que no s'han de sobrepassar.

Els instruments de planejament urbanístic han de tenir en compte les zones de sensibilitat acústica i les normes de soroll per a les noves construccions



Cadastre sònic de Banyoles.

Les infraestructures de transport viari, marítim i ferroviari construïdes a partir de l'entrada en vigor de la Llei s'han de qualificar com a zones de sensibilitat acústica moderada. A les infraestructures existents, en el cas que ultrapassin els valors d'atenció per a les zones de sensibilitat acústica baixa, l'administració titular ha d'elaborar un pla de mesures per minimitzar-ne l'impacte acústic. El control de les infraestructures generals de transport correspon al Departament de Medi Ambient, mentre que a les entitats locals els correspon el control de les vies urbanes.

Actualment, el Departament de Medi Ambient elabora una metodologia per determinar els punts grisos de soroll, «àrea contigua a una infraestructura de transport on el nivell sonor que aquesta provoca és molest, sobrepassa el nivell legalment establert i té possibilitats tècniques i voluntat municipal per ser reduït».

L'elaboració d'una metodologia per detectar i classificar punts grisos sorgeix de la necessitat de prioritzar les diferents situacions que es donen al territori català en funció de la molèstia que representa per als ciutadans.

Els municipis reben una clara indicació de com actuar en el supòsit d'un excés de soroll en una de les seves infraestructures. Més complicat pot ser apaivagar el soroll d'una infraestructura que correspon a una administració superior, com ara el traçat d'una autopista o d'una autovia o l'itinerari d'una línia fèrria. S'hauria de demanar una actuació d'ofici d'aquestes administracions per aconseguir un nivell sonor acceptable als habitatges i voreres contigus.

Exemples com el de la C-31, elevada entre els habitatges al pas per Badalona, fan necessària l'actuació amb pantalles sonores transparents. Els habitatges i les voreres que hi ha a tocar de la N-II i la línia fèrria del Maresme també en són una mostra clara.

De tota manera, la Direcció General de Carreteres, de la Generalitat de Catalunya, elabora a hores d'ara un Manual de soroll que permetrà als tècnics valorar millor els nivells de soroll emesos pel trànsit d'una via i les possibilitats d'apaivagar-lo mitjançant un disseny adequat i altres mesures protectores.

A Barcelona, d'uns anys ençà, es treballa per eliminar importants focus de soroll. A tall d'exemple, podem assenyalar les cobertures de trams de la Ronda del Mig i de la Ronda de Dalt. Aquestes millores es podran dur a terme mitjançant obres que no afectin la font d'emissió de soroll. No s'ha iniciat cap planificació per alliberar de càrrega sonora les vies de trànsit més importants. En aquest sentit, cal felicitar la iniciativa expressada per l'Ajuntament de Barcelona, i la d'alguns altres municipis, de crear zones ambientals amb velocitat 30 km/h.

Hi ha altres municipis, com ara l'Hospitalet de Llobregat, que han aprovat un pla de mobilitat amb una definició d'ús de la xarxa viària amb vies amb poc trànsit, velocitat baixa i, consegüentment, poc soroll.

Recomanacions

Com a tècnics especialitzats en qüestions relacionades amb el trànsit, però sobretot com a ciutadans que patim nivells elevats de soroll, creiem que:

- Cal que els departaments de trànsit i via pública de les diferents administracions acceptin i incloguin en la seva planificació el fet que el soroll que es produeix a cada carrer, travessera o carretera, respecte dels veïns i usuaris no protegits, ha d'ajustar-se a la normativa.
- S'ha de donar un termini raonable per arranjar cada carrer, travessera o carretera que no compleixi amb la normativa vigent, encara que això representi una dràstica reducció del volum de trànsit.
- S'ha de definir el volum de trànsit ambiental d'un carrer o d'una carretera.

Cal que els departaments de trànsit i via pública de les diferents administracions acceptin i incloguin en la seva planificació el fet que el soroll que es produeix a cada carrer, travessera o carretera ha d'ajustar-se a la normativa

- S'ha d'introduir el *volum ambiental* com a unitat de càlcul del trànsit admissible en tots els projectes de noves carreteres i carrers, o en redisseny d'aquests.
- Cal editar, després de concloure l'estudi europeu corresponent, un manual que inclogui la definició, el càlcul i l'ús del *volum ambiental*.
- Cal treballar en projectes de millora ambiental dels carrers, basats en dades de la mobilitat que considerin, per un costat, els usuaris del carrer i de la vorera i, per l'altre, els que viuen i/o treballen al carrer en qüestió.
- Cal eliminar de la circulació les fonts emissores de soroll variable i molest, com ara determinats ciclomotors, motocicletes i vehicles pesants.
- Cal aconseguir, especialment, un acord entre les administracions i els fabricants de vehicles de dues rodes a motor per dificultar al màxim el trucatge de tubs d'escapament i del comptakilòmetres. Els vehicles pesants amb soroll específic només haurien de tenir permís (targeta de transport) per circular de dia i pels carrers i carreteres on molestin menys.

L'aïllament acústic en els habitatges i en els locals de pública concurrència

Higini Arau

Doctor en ciències físiques. Estudi Acústic H. Arau

Introducció

Després de vint anys del desenvolupament de la norma bàsica de l'edificació i en el llinar de l'aparició de nou Codi de l'edificació, convindrà fer algunes reflexions sobre la qüestió de l'aïllament acústic que són conegudes per tothom, però que humilment exposaré en aquest article i que serviran per comprendre una mica més els fenòmens físics i la conducta de les parets: simples, dobles i triples, que defineixen normalment les particions verticals i horitzontals que esmenta la Norma bàsica de l'edificació en habitatges i en locals de pública concurrència.

Comportament acústic de les parets simples

L'aïllament acústic R d'una paret simple depèn principalment de la seva massa unitària (m), donada en kg/m^2 ; de la seva freqüència crítica (f_c), donada en Hz, i del seu factor d'amortiment (η).

L'aïllament acústic R d'una paret simple depèn principalment de la seva massa unitària (m), donada en kg/m^2 ; de la seva freqüència crítica (f_c), donada en Hz, i del seu factor d'amortiment (η)

a) Zona de la freqüència per sota de la freqüència crítica f_c

La massa unitària d'una paret contribueix en tot l'espectre de la freqüència: com més gran sigui la massa unitària, més alt serà l'aïllament acústic R (dB).

Així doncs, analitzem el cas d'una paret de massa $m = 30 \text{ kg/m}^2$, sense rigidesa, que podria ser de sorra, o bé el cas d'una paret on la freqüència crítica està molt per damunt de la gamma de freqüències considerades (de 125 a 4.000 Hz), que l'anem doblant de gruix i, per tant, de massa unitària.

En aquest cas, veient la taula 1 i la figura 1, observem que, a mesura que doblem la massa, per a cadascuna de les freqüències i en la corba de ponderació A, els valors de l'aïllament acústic R augmenten aproximadament 6 dB. Hem presentat també l'aïllament acústic global A corresponent al de la Norma bàsica de l'edificació (NBE), per adonar-nos de la discrepància que ofereix davant dels resultats que s'obtenen per aplicació de les teories de càlcul d'ús comú¹ i que posa en total sospita la bondat de les fórmules de l'annex 3 de l'esmentada NBE.

Aquest comportament de la paret és conegut com a *lleï de masses*, que diu que, cada vegada que dupliquem la massa unitària d'una paret, es produeix un augment de l'aïllament acústic R d'aproximadament 6 dB.

Taula 1. Llei de masses en la zona per sota de la freqüència crítica

| Freqüència (Hz) | R dB, massa $m = 30$ | R dB, massa $2m = 60$ | R dB, massa $4m = 120$ |
|-----------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
| 125 | 23,56 | 28,72 | 34,04 |
| 250 | 28,72 | 34,04 | 39,47 |
| 500 | 34,04 | 39,47 | 44,96 |
| 1.000 | 39,46 | 44,96 | 50,52 |
| 2.000 | 44,96 | 50,51 | 56,11 |
| 4.000 | 50,47 | 56,07 | 61,72 |
| A | 36,08 | 43,45 | 48,92 |
| A-NBECA | 26,52 | 31,52 | 36,51 |

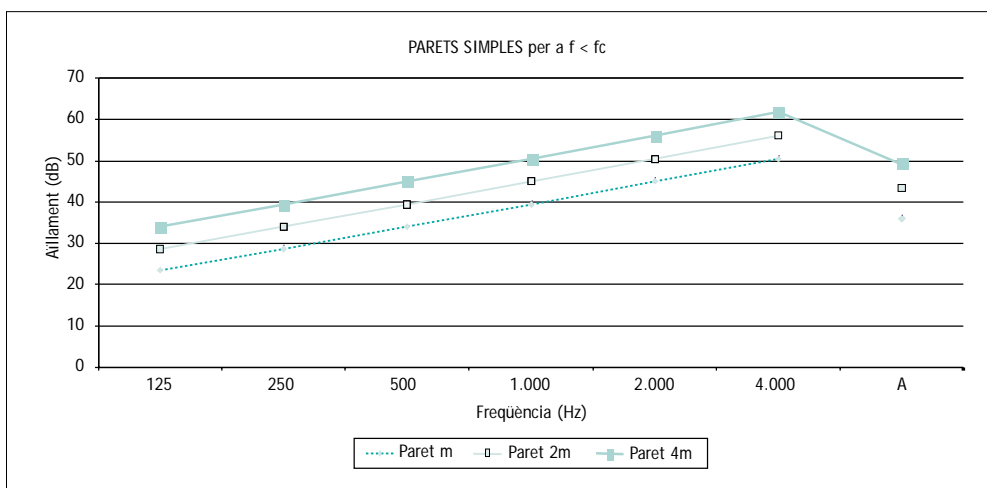


Figura 1. Comportament de les parets simples d'acord amb la llei de masses.

També mirant els valors de la taula 1, veiem que per a cadascuna de les parets considerades obtenim que, cada vegada que es dobla la freqüència, l'aïllament acústic augmenta 6 dB.

O sigui, analitzant amb cura aquesta qüestió, podem afirmar que la millor paret que pugui existir, però que no existeix, és aquella en què la seva massa unitària fos infinita i que a la vegada la seva freqüència crítica no aparegués a la zona freqüencial del camp audible.

b) Zona de la freqüència crítica f_c

Per altra banda, la freqüència crítica d'una paret, f_c , fa que l'aïllament acústic R presenti un punt d'inflexió, que s'observa com una davallada important de la corba de l'aïllament acústic en aquesta regió de la freqüència. La freqüència crítica depèn de la rigidesa dinàmica del material constituent de la paret i de la seva densitat, essent, a igualtat d'aquestes magnituds, inversament proporcional al gruix de la paret. En aquesta darrera zona el factor d'amortiment és molt important, ja que, com més gran sigui aquest, més gran serà també R .

A la zona de la freqüència crítica, com hem dit, i a la regió de freqüències superiors a f_c , el factor d'amortiment, a més de la massa unitària, contribueix de manera

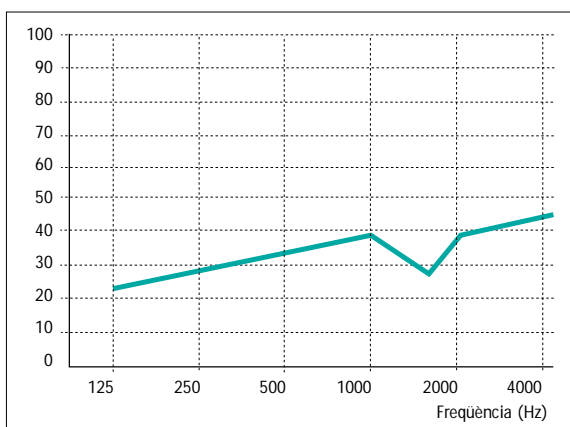


Figura 2. Davallada de l'aïllament a la zona de la freqüència crítica.

primordial a augmentar l'aïllament acústic R de la paret.

El factor d'amortiment és la capacitat que tenen els cossos de deixar de vibrar una vegada han estat sotmesos a vibració, en aquest cas excitats per la pressió sonora. Així doncs, un cos infinitament amortit, cos que no existeix, seria aquell que, una vegada ser excitat a vibrar per una font externa, mai no es posés en vibració. Aleshores no transmetria soroll a la sala receptora. Però, com hem dit, aquest cos infinitament amortit no existeix.

La davallada produïda en la corba d'aïllament acústic R s'observa en la figura 2. Els cossos tenen diferent grau d'amortiment, i és per això que la caiguda de R és més gran en els materials menys amortits, i molt més petita en els amortits, com pot ser el plom.

c) Zona de la freqüència per damunt de la freqüència crítica f_c

Analitzem tres casos d'un mateix tipus de paret $m = 100 \text{ kg/m}^3$, $f_c = 500 \text{ Hz}$ i $\eta = 0,005$, on anem duplicant la m a igualtat del factor η . Si doblem el gruix de la paret, veurem que la freqüència crítica f_c disminueix a la meitat del valor anterior.

Taula 2. Comportament acústic de R en la freqüència crítica i per damunt de la freqüència crítica

| Freqüència (Hz) | R dB, massa = m | R dB, massa = 2m | R dB, massa = 4m |
|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| 125 | 31,55 | 32,36 | 25,23 |
| 250 | 36,23 | 23,19 | 41,29 |
| 500 | 28,42 | 41,29 | 48,01 |
| 1.000 | 41,29 | 48,01 | 55,48 |
| 2.000 | 47,79 | 55,48 | 62,87 |
| 4.000 | 55,24 | 62,87 | 69,87 |
| A | 36,96 | 37,55 | 46,42 |
| A-NBECA | 35,20 | 42,49 | 53,47 |

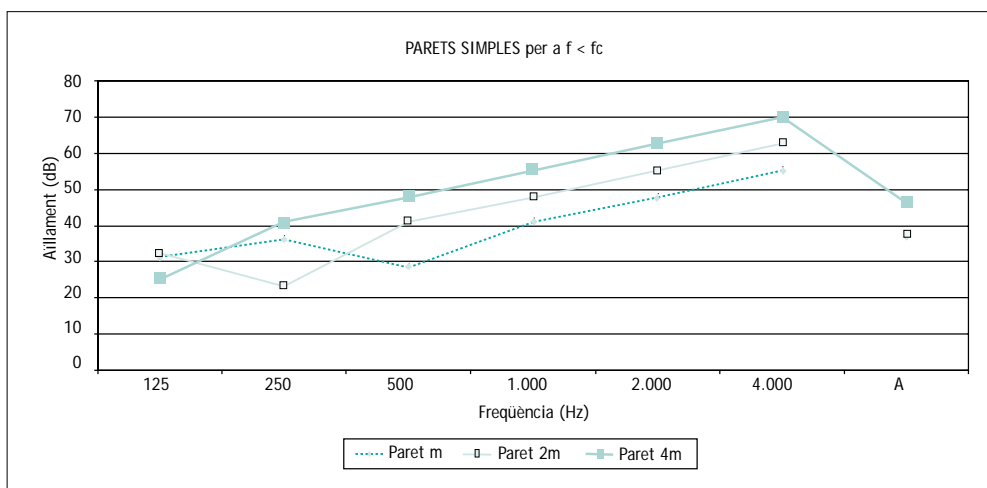


Figura 3. Comportament de R per a $f \geq f_c$.

En aquest cas, veiem que l'increment en dB en la primera octava de la freqüència per damunt de la crítica és molt gran, i això dependrà de la davallada que s'hagi produït en la f_c a causa de l'amortiment que tingui el material constituent de la paret, de si és poc o molt amortit, i en les octaves posteriors s'observa un augment de 7 dB cada vegada que doblem la freqüència. En aquest cas, veiem que l'aïllament global en dB(A) no és tan discrepant al de la Norma bàsica.

A continuació veiem què passa si a una paret de massa $2m$, com la dita en el cas anterior, a la mateixa freqüència crítica, li multipliquem l'amortiment per deu ($\eta \times 10 = 0,05$)

En aquest cas, veiem que a la zona de la freqüència crítica la davallada de R és menys gran i que l'increment del factor d'amortiment ha produït en relació amb el cas anterior un augment de R d'entre 6 i 3 dB correlativament amb l'augment de la freqüència.

En aquest cas, els valors de R en corba de ponderació A són molt més semblants als de la NBE, i això vol dir que les fórmules de la NBE són més adients per a ma-

Taula 3. Influència de l'amortiment per damunt de la freqüència crítica

| Freqüència (Hz) | R dB, $\eta = 0,005$ | R dB, $\eta = 0,05$ |
|-----------------|----------------------|---------------------|
| 125 | 32,36 | 36,83 |
| 250 | 23,19 | 29,34 |
| 500 | 41,29 | 47,07 |
| 1.000 | 48,01 | 53,20 |
| 2.000 | 55,48 | 59,44 |
| 4.000 | 62,87 | 65,50 |
| A | 37,55 | 43,60 |
| A-NBECA | 42,49 | 42,49 |

terials molt amortits, cosa que es contradiu amb realitat dels materials emprats en l'edificació, que són en general molt poc amortits.

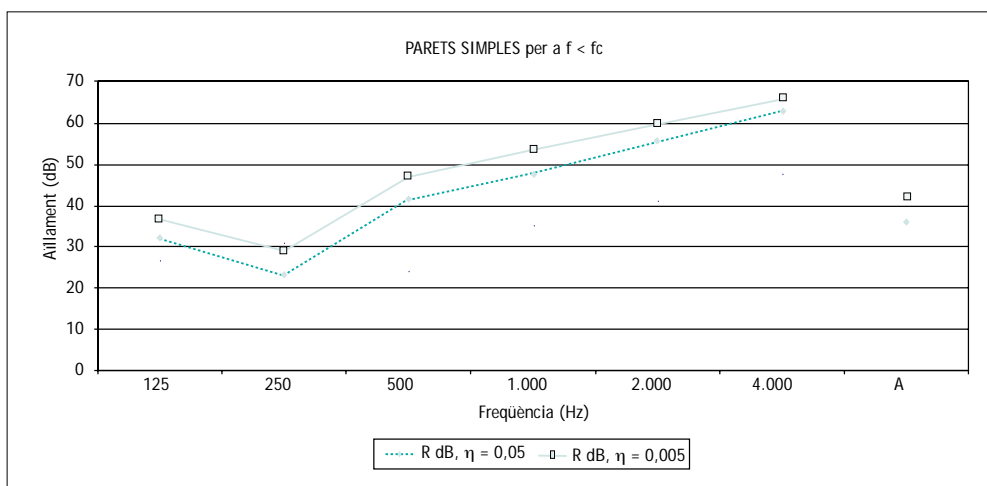


Figura 4. Comportament de R per a $f \geq f_c$ en funció de l'increment de l'amortiment

Les fórmules de la NBE són més adients per a materials molt amortits, cosa que es contradiu amb realitat dels materials emprats en l'edificació, que són en general molt poc amortits

Comportament acústic de les parets dobles

Quan tractem amb parets dobles, expressem el cas de dues parets simples separades mitjançant una cavitat d'aire que pot estar reblerta totalment o parcialment per una fibra mineral. D'aquesta –i això passa a escala mundial– se'n diu *aïllament* quan en realitat és un material absorbent que per si mateix no aïlla pràcticament gens a causa de la seva lleugeresa.

La doble paret té massa unitària; la de cadascuna de les parets que la constitueixen té dues freqüències crítiques i dos factors d'amortiment si els materials de les dues parets són diferents.

Hi ha un efecte massa-molla-massa. L'efecte molla es deu a l'elasticitat de l'aire, per a la qual s'estableix sempre una freqüència de ressonància f_0 que és inversament proporcional a l'arrel quadrada del gruix de la cambra, i directament proporcional a l'arrel quadrada de la massa reduïda de les dues masses unitàries. Normalment aquesta freqüència de ressonància apareix, dins del camp audible, quan les parets són lleugeres i les cambres petites.

També hi ha una freqüència límit f_L que es inversament proporcional al gruix de la cambra d'aire.

En aquest camp, per definició no s'han d'aplicar les fórmules de l'annex 3 de la NBE-CA, encara que sovint s'apliquen.

a) Zona de la llei de masses per a $f < f_c$ amb una cavitat d'aire

Per sota de la zona de les freqüències crítiques de les dues parets, el comportament de la paret obeeix a una llei de masses diferent de la de les parets simples. Considerem el cas següent:

Taula 4. Llei de masses en la zona per sota les freqüències crítiques, per a $L = 10$ cm, sense absorció

| Freqüència (Hz) | R dB, m = 15, m = 15 | R dB, m = 30, m = 30 | R dB, m = 60, m = 60 |
|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 125 | 23,98 | 30,71 | 38,71 |
| 250 | 30,37 | 38,45 | 47,61 |
| 500 | 37,68 | 46,69 | 56,69 |
| 1.000 | 45,57 | 55,50 | 65,97 |
| 2.000 | 53,18 | 63,24 | 79,03 |
| 4.000 | 63,86 | 74,47 | 85,38 |
| A | 40,89 | 48,85 | 57,78 |
| A-NBECA | 26,52 | 31,52 | 36,51 |

En aquest cas, la freqüència límit de cavitat es troba a 1.700 Hz.

Com podem veure en tots els casos, l'augment de R amb la freqüència va de 6 a 11 dB a mesura que f augmenta. I amb l'augment de R cada vegada que dupliquem la massa unitària la conducta és similar.

• El poder aïllant de les cambres d'aire

1. Les parets lleugeres

Què passa si el que ara doblem és la cambra d'aire a igualtat de massa? Imaginem que el gruix de la cam-

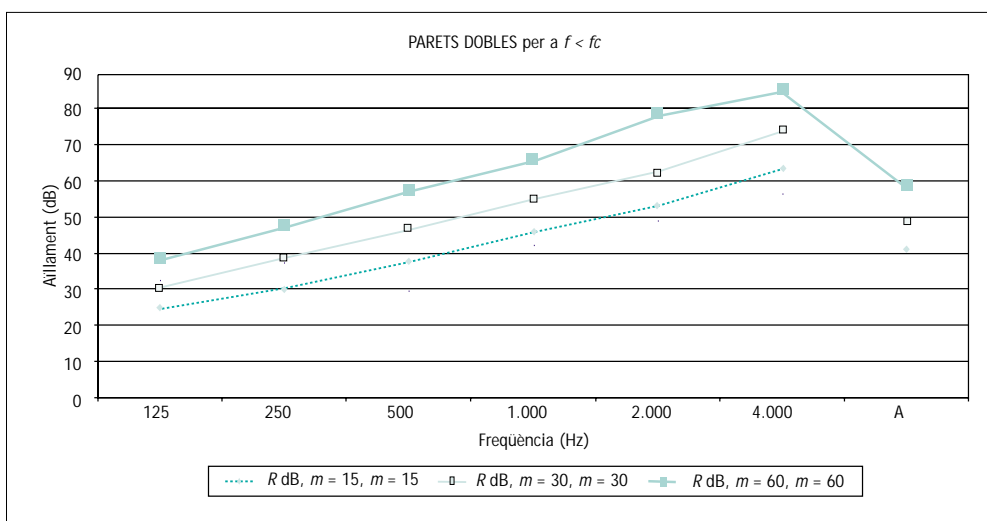


Figura 5. Comportament de les parets dobles d'acord amb la llei de masses per a $L = 10$ cm, sense absorció

bra és $L = 20$ cm; i $m = 15$ kg/m²; comparant-ho amb el cas anterior, on $L = 10$ cm, 20 cm i 40 cm, obtenim:

Taula 5. Anàlisi de l'augment de gruix de la cambra a igualtat de m i sense absorció en la cambra

| Freqüència (Hz) | R dB, L = 10 cm | R dB, L = 20 cm | R dB, L = 40 cm |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 125 | 23,98 | 27,48 | 32,09 |
| 250 | 30,37 | 34,98 | 41,12 |
| 500 | 37,68 | 43,83 | 50,23 |
| 1.000 | 45,77 | 52,03 | 60,06 |
| 2.000 | 53,18 | 62,09 | 71,05 |
| 4.000 | 63,86 | 72,77 | 81,73 |
| A | 40,89 | 45,61 | 51,24 |
| A-NBECA | 26,52 | 26,52 | 26,52 |

En aquest cas, les freqüències límit de cadascuna de les cambres són: 1.700 Hz (10 cm), 850 Hz (20 cm), 425 Hz (40 cm). Atès que la massa unitària la mantenim constant i que el que hem fet és doblar la cambra d'aire, veiem que l'increment de R que es produeix a cadascuna de les bandes d'octava va de 4 a 11 dB, segons quina sigui la freqüència considerada: el valor més petit per sota de la freqüència límit, i el valor més gran per sobre de la freqüència límit. Això vol dir que el màxim aïllament d'una paret doble s'aconseguirà quan la cambra sigui ben gran.

Això es podria entendre com el poder acústic de les cambres d'aire. Però l'especulació del sòl i l'encariment d'aquest a la pràctica fan impossible la majoria de vegades que ens puguem beneficiar d'aquesta propietat acústica. I és una llàstima.

2. Les parets gruixudes

Seguin dues parets d'igual massa unitària $m_1 = 300$ kg/m² de freqüència f_c per sota de l'espectre audible: de 125 a 4.000 Hz, sigui per exemple $f_c = 90$ Hz, i comparem els R calculats per a unes cambres de gruix $L = 5$ cm i 10 cm, amb el d'una paret simple de massa unitària total igual a la suma de les altres dues $m_2 = 600$ kg/m² i freqüència crítica la meitat: $f_c = 45$ Hz; aleshores obtenim els resultats següents:

Taula 6. Influència de la cambra d'aire en parets gruixudes

| Freqüència (Hz) | R dB, L = 5 cm | R dB, L = 10 cm | R dB, paret simple |
|-----------------|----------------|-----------------|--------------------|
| 125 | 49,19 | 49,19 | 39,70 |
| 250 | 58,51 | 58,51 | 40,93 |
| 500 | 67,99 | 67,99 | 47,99 |
| 1.000 | 78,21 | 78,21 | 55,39 |
| 2.000 | 88,92 | 88,92 | 63,11 |
| 4.000 | 98,22 | 98,22 | 79,80 |
| A | 68,54 | 68,54 | 51,30 |
| A-NBECA | 59,90 | 59,90 | 59,90 |

Observem que l'efecte cambra no actua millorant R quan les parets són gruixudes, però sí que s'obté millor resultat R que en la paret simple de massa unitària la suma de les altres dues.

També veiem que aquesta combinació sovint és calculada aplicant les fórmules de la NBE, mal aplicades, ja que només s'haurien d'utilitzar per a parets simples. Els resultats determinats són ben dispars on la NBE és molt més optimista.

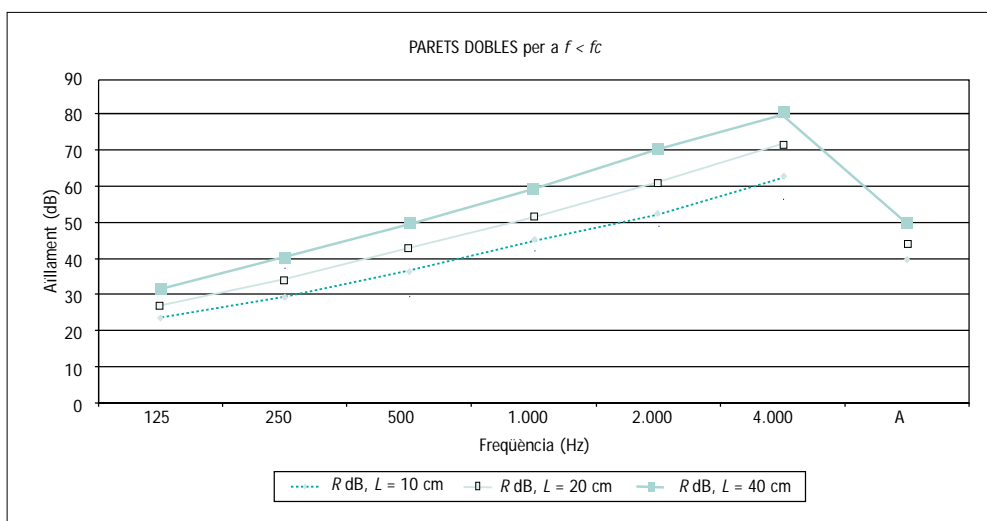


Figura 6. Influència de l'augment de la cambra en l'increment de R de parets lleugeres.

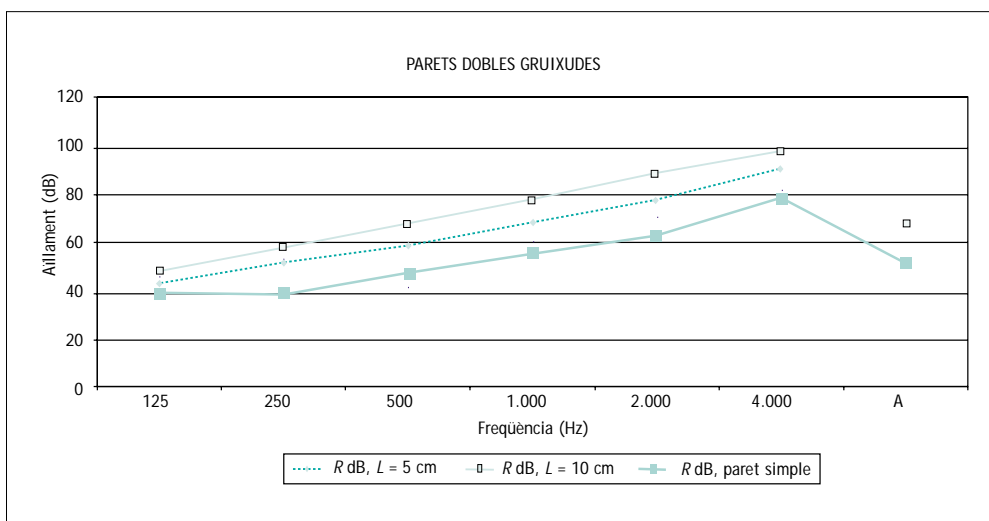


Figura 7. Influència de la cambra d'aire entre parets gruixudes.

• **Efecte de l'absorció (col·locació d'una fibra mineral) en una cambra d'aire**

Vegem què passa ara amb l'aïllament acústic R quan introduïm una fibra mineral en una cambra que tingui un espectre d'absorció α (alfa) determinat (taula 7).

Sigui el cas de doble paret $m = 15 \text{ kg/m}^2$ i $L = 10 \text{ cm}$, per els casos $\alpha = 0$, α , $2 \times \alpha$ i $4 \times \alpha$. Els resultats calculats R són els següents:

Igualment en parets gruixudes podríem demostrar que és important posar-hi absorció per introducció d'una fibra mineral.

Observant la taula podem veure que, entre no tenir absorció i tenir-ne, es produeixen increments de R de 5 a 10 dB addicionals. I també veiem que cada vegada que doblem α l'increment produït sobre R és d'uns 3 dB.

Taula 7. Influència de l'absorció en una cambra d'aire

| Freqüència (Hz) | 125 | 250 | 500 | 1.000 | 2.000 | 4.000 | A | A-NBECA |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|--------------|
| R dB, $\alpha = 0$ (aire) | 23,98 | 30,37 | 37,68 | 45,77 | 53,18 | 63,86 | 40,89 | 26,52 |
| R dB, α | 25,83 | 35,27 | 44,89 | 53,16 | 60,90 | 71,60 | 45,19 | 26,52 |
| R dB, $2 \times \alpha$ | 27,44 | 37,77 | 47,67 | 56,01 | 63,78 | 74,52 | 47,25 | 26,52 |
| R dB, $4 \times \alpha$ | 29,51 | 40,51 | 50,53 | 58,90 | 65,90 | 76,66 | 49,61 | 26,52 |

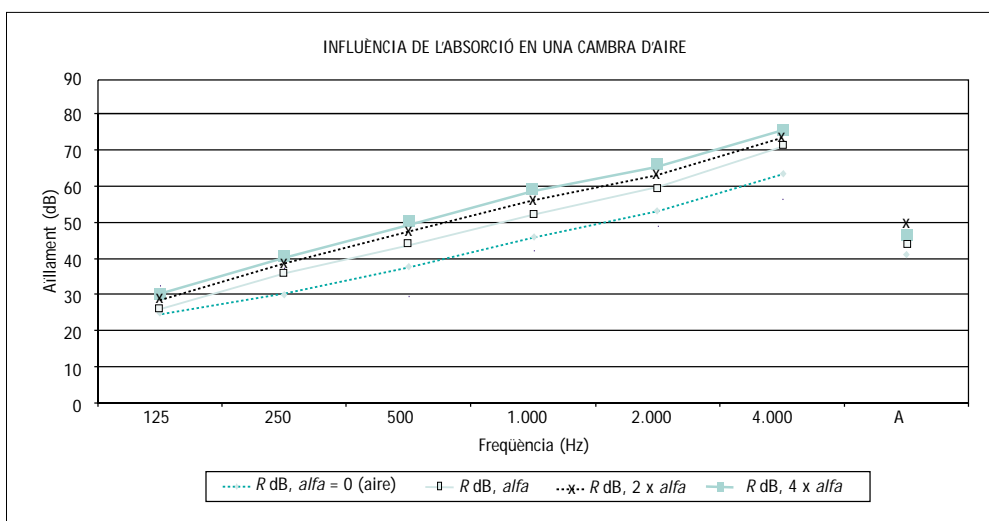


Figura 8. Influència de l'absorció en una cambra d'aire.

b) Zona de la freqüència $f \geq f_c$ amb una cambra d'aire

A la zona de la freqüència per damunt de les freqüències crítiques de les dues parets, l'efecte cambra és gairebé nul, i aleshores l'aïllament acústic R està dominat per les masses unitàries, la rigidesa dinàmica de les parets i el seu amortiment.

Considerem el cas d'una paret doble asimètrica: $m_1 = 30 \text{ kg/m}^2$, $m_2 = 25 \text{ kg/m}^2$, separades per una cambra d'aire, sense fibra mineral, de 10 cm, i que després la fem de 20 cm, essent respectivament les freqüències crítiques $f_{c1} = 900 \text{ Hz}$, $f_{c2} = 850 \text{ Hz}$. Calculem R per a cadascun dels casos de L .

Taula 8. Paret doble per a $f > f_c$

| Freqüència (Hz) | R dB, L = 10 cm | R dB, L = 20 cm |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| 125 | 31,03 | 34,53 |
| 250 | 38,32 | 42,92 |
| 500 | 45,75 | 51,88 |
| 1.000 | 48,14 | 47,77 |
| 2.000 | 52,24 | 55,58 |
| 4.000 | 64,69 | 66,69 |
| A | 47,56 | 50,24 |
| A-NBECA | 30,89 | 30,89 |

En la taula anterior observem que, per sota de la zona de les freqüències crítiques, l'efecte cambra millora l'aï-

llament acústic R de les parets on la cambra té més gruix. Aquest efecte es nota poc perquè de seguida es troba la influència de la zona de les freqüències crítiques, i per damunt d'aquestes es perceben els increments deguts als factors d'amortiment de les parets, que oscil·len entre 7 i 10 dB cada vegada que doblem l'octava.

Conclusions

En aquest intent d'explicar el fenomen de l'aïllament acústic R de parets simples, dobles i triples, aquest darrer aspecte ha quedat aparcat en un racó esperant aparèixer algun dia; avui no podrà ser, ja que he arribat al límit del format autoritzat d'aquesta publicació.

En l'esbós que he fet, he volgut expressar tot, o gairebé tot, el coneixement que hi ha d'aquesta qüestió amb senzillesa i sense cap fórmula (per a formulació, vegeu Higini Arau (1999). *ABC de la acústica arquitectònica*. CEAC). També he posat en dubte les fórmules màgiques de la NBE-CA, tan aplicades per a tot, i he donat explicació del perquè d'això.

També romandrà al tinter l'anàlisi de les vies de transmissió del so que tant minven la consecució d'un bon resultat de l'aïllament acústic. Res més. Moltes gràcies per la vostra atenció en aquest inquietant assumpte de l'aïllament acústic, que constitueix un factor molt important de la qualitat ambiental de la nostra vida.

Notes

1. HIGINI ARAU (1999). *ABC de la acústica arquitectònica*. CEAC.

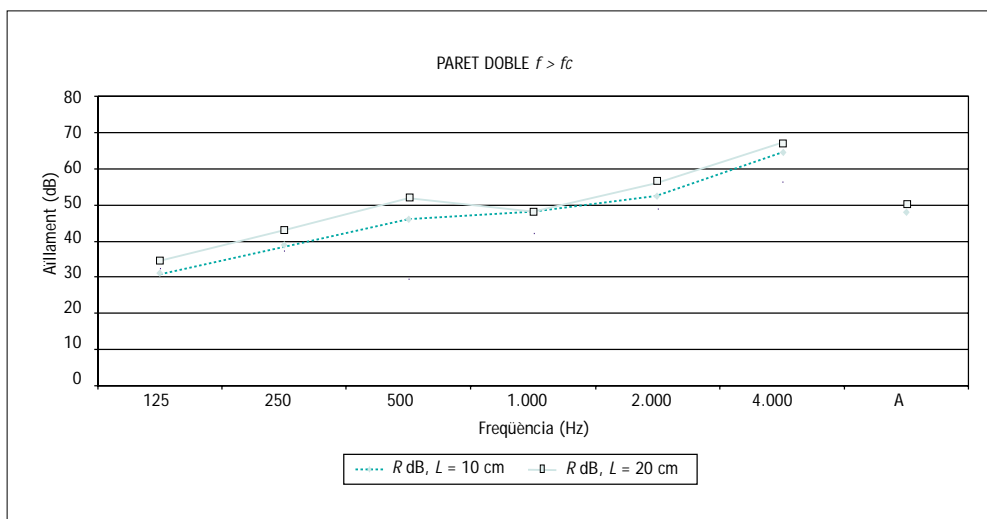


Figura 9. Comportament d'una paret doble per a $f > f_c$



Món
veïnal

La reivindicació ciutadana contra la contaminació acústica

Esther Melcón

Secretària de l'Associació Catalana contra la Contaminació Acústica

Introducció

Amb curiosa periodicitat, la qüestió del soroll salta als mitjans de comunicació en forma de notícia nova, sigui per una sentència judicial, per l'arribada del bon temps, per un canvi legislatiu o per un fet luctuós. Als membres de l'Associació Catalana Contra la Contaminació Acústica (ACCCA), aquesta presència ens sembla positiva, ja que genera anàlisi i debat, però al mateix temps ens causa cert neguit el fet de constatar que una contaminació que representa un enorme descens de la qualitat de vida i un greu problema de salut necessiti encara rius de tinta per demostrar-se. L'opinió pública, malgrat l'asfixiant allau informativa, va descobrint, tot i que encara amb excessiva lentitud, que el problema del soroll és una realitat.

El soroll és company inevitable dels éssers humans, ja que cadascun de nosaltres en som alhora causants i receptors

El concepte de soroll ambiental no és pas nou. Ja al segle IV a.C., Sèneca va deixar consignat minuciosament el seu propi problema tot descrivint els sorolls, els xipollejos i els murmuris que generaven els banys públics sobre els quals vivia. Els carruatges i la bullícia de l'activitat artesanal a l'Imperi romà, a la Grècia antiga o al París de la Revolució van provocar les primeres queixes contra el soroll de què es té notícia i, per tant, les primeres lleis per controlar-lo. El soroll és un company inevitable dels éssers humans, ja que cadascun de nosaltres en som alhora causants i receptors. Però aquest contaminant en forma d'energia està arribant a uns nivells tan lesius per a la salut, que cal tenir en compte aquests nivells en

el moment d'aplicar mesures correctores de màxima diligència. Els avenços tecnològics –increment del parc automobilístic, màquines més potents, equips d'amplificació de so, etc.– augmenten el soroll ambiental de manera considerable, encara que al mateix temps s'investigui per reduir l'impacte acústic (R + D en indústries i materials). El problema rau en les diferents velocitats d'aplicació dels uns i dels altres. La tecnologia correctora s'aplica tard o amb criteri gasiu, verbigràcia les deficiències en la construcció d'habitatges.

L'experiència de l'ACCCA

Quan, l'any 1998, es va constituir l'ACCCA com a associació sense ànim de lucre, l'objectiu i les actuacions per lluitar contra el soroll tot just estaven definits. L'Associació, la formaven un petit grup de persones afectades que, als problemes de salut, hi sumaven la solitud i la incomprensió per part de la resta dels ciutadans. Gràcies al fet de disposar d'un local i al suport creixent dels mitjans de comunicació, hem passat de la margina-



Pancarta a la seu de l'ACCCA.

Foto: Salvador Fuentes

ció o la consideració de grup més o menys pintoresc, a ser una associació que actualment rep un terme mitjà de tres consultes diàries, que cada dimecres facilita informació i assessorament legal a la seva seu social als qui ho requereixen, i que forma part de la Plataforma Estatal d'Associacions Contra el Soroll, amb seu a Madrid.

Moltes persones duen amb resignació, fatalisme o vergonya els problemes que pateixen en relació amb el soroll. Aquests sembla que comencen a sortir a la llum, però s'avança amb una lentitud exasperant, sobretot quan les causes que provoquen el soroll són fàcils de corregir.

El desconeixement o la ignorància sobre els efectes nocius del soroll en la salut de les persones (i, sens dubte, també dels animals i les plantes)¹ fa que la majoria de la societat adopti una actitud de benevolència envers aquesta contaminació, un curiós desig col·lectiu per desdramatitzar les seves conseqüències, una insensibilitat que frena tota acció, que ens duu a suportar l'insuportable i, el que és pitjor, a menysprear el qui pateix aquesta agressió i ho manifesta. Schopenhauer va escriure: «La quantitat de soroll que un pot suportar sense que el molesti està en proporció inversa a la seva capacitat mental.» La persona que pren consciència del problema i ho exterioritza és titllada d'histèrica, neuròtica, egoista o insolidària. La víctima, convertida en botxí. Aquesta és una de les bases del problema.

El desconeixement o la ignorància sobre els efectes nocius del soroll en la salut de les persones fa que la majoria de la societat adopti una actitud de benevolència envers aquesta contaminació

I, si el problema no existeix oficialment, si no hi ha un diagnòstic, no hi ha motiu per pensar en un tractament,

cosa que a l'Administració, sobretot la més propera al ciutadà com és la municipal, li ve de primera per romandre als seus llimbs de megalòmans projectes, que són a anys llum de les misèries quotidianes dels seus ciutadans. Fins i tot creiem que hi ha una gran part interessada, no tan sols a mantenir el soroll, sinó també a promoure'l descaradament.

Tots comprenem i consolem el qui pateix un mal de queixal; però ben pocs entenen l'angoixa, l'estrès, la impotència, el desamparment o la frustració que pateixen els afectats pel soroll sistemàtic. Perquè, per continuar reclamant comprensió i suport, també hem d'aclarir que no parlem de sorolls esporàdics, ni d'una festa salvatge una vegada a l'any, ni tan sols de les Falles, encara que siguin tan insalubres com qualsevol altre soroll agressiu. No. Parlem d'una exposició perllongada a la contaminació acústica, de sorolls quotidians, diaris, diürns o nocturns, de sorolls evitables, inútils, absurds la majoria de les vegades, que en molts casos no arriben als decibels que la llei –amb criteri inevitablement general– estableix. Tots aquests sorolls es van esmunyint a les nostres llars un dia rere l'altre, de vegades amb la precisió d'un rellotge suís, sempre a la mateixa hora, i altres vegades irregulars però fatalment ineludibles, que fan que aquest estat d'alerta contínua a què ens sotmeten provoqui en nosaltres una angoixa permanent.

Una de les causes del descrèdit que pateix l'afectat per la contaminació acústica, dins de la «cultura» del soroll en la qual estem immersos, és la consideració reduccionista del *factor subjectiu*. Però aferrar-se al terme per desqualificar, demostra ignorància i mala fe. És evident que aquest factor existeix, però no solament en l'àmbit de les víctimes del soroll. No és el mateix percebre aquesta agressió, o qualsevol altra, en un estat de salut física i psíquica excel·lent, que quan ens colpeixen circumstàncies adverses, siguin malalties, preocupacions o desgràcies. Però tampoc no cal arribar a extrems de tragèdies personals per percebre el soroll com un atac en tota regla. La sensibilitat és un factor rellevant en el moment d'establir un límit de tolerància, però no és difí-



Foto: Salvador Fuentes

Les obres al carrer poden arribar a ser molt molestes.



Foto: Salvador Fuentes

Limitacions acústiques a músics a les places de Barcelona.

cil col·legir que hi ha una proporcionalitat directa entre l'excés de soroll i el galopant embrutiment col·lectiu. Tot això, unit a la desídia i a la inacció de l'Administració i de les autoritats responsables de vetllar per la salut i el benestar col·lectiu, adoba perillosament el terreny on les conductes incíviques campen en la impunitat, i on la cita de Rousseau es fa més punyent: «Entre el feble i el fort, és la llibertat la que oprimeix, i la llei la que allibera.» I actualment els ajuntaments actuen més com a mediadors en els conflictes, que com a estaments que fan complir les seves pròpies normatives.

Actualment els ajuntaments actuen més com a mediadors en els conflictes, que com a estaments que fan complir les seves pròpies normatives

Sobre la base de la nostra experiència i de les queixes que rebem, podem establir els dos tipus de soroll següents: el provocat per les activitats de lleure, i el provocat pels veïns.

Quan es tracta de places i barris sencers afectats per aquest nou concepte de diversió massificada, les queixes solen arribar a través de col·lectius que reivindiquen i coneixen els seus drets cercant el suport a les seves reclamacions. Però la gran majoria de les queixes pel soroll produït per les activitats de lleure, prové d'un particular –normalment amb la «sort» de viure damunt d'un establiment de pública concurrència– que no compta amb el suport i la solidaritat de la resta dels veïns perquè ell n'és l'únic afectat. En un país com aquest, amb la ingent quantitat de bars que hi ha, és fàcil deduir que les queixes generades no són poques. Potser és arriscat afirmar que *establiment* és sinònim de *problema*, però temem molt que no anem gaire errats, ja que la realitat s'entesta a demostrar-ho. El negoci en el local comercial dels baixos d'un edifici, sigui una sabateria, un supermercat, un bar, un restaurant o un bingo, acaba originant molèsties que en molts casos són alienes a la mateixa activitat, com per exemple els equips d'amplificació musical. Si a més no s'han emprat els materials adequats ni s'han seguit les indicacions que les normatives municipals preveuen per insonoritzar abans de concedir la llicència corresponent i evitar així els sorolls, com ara l'arrossegament de mobiliari, les veus, o els sorolls que generen els equips de refrigeració, el problema s'agreuja. Aquí hem de posar l'èmfasi en el fet que NO considerem com a delictes l'activitat exercida, però SÍ el resultat d'aquesta activitat, de la provisionalitat amb què s'inicia en molts casos i amb què continua durant anys al·legant dificultat en l'assumpció dels costos que comporta el seu desenvolupament dintre de la legalitat, i això, amb arguments perversos o maniqueus, com ara dir que les nostres queixes duren a la ruïna i a la fam a famílies senceres. A més, convé destacar l'absurda dicotomia que



Foto: Salvador Fuentes

Reivindicació veïnal per tancar una discoteca.

s'argüeix sovint entre el dret al lleure i el dret al descans, dicotomia de la qual ens sembla indigne fins i tot el fet de plantejar-la.²

La resta de les queixes se centra en el soroll generat per veïns en les seves múltiples variants i per dues causes fonamentals: la impunitat de què gaudeixen ara per ara les conductes incíviques, i les deficiències seculars i actuals en l'edificació i en la planificació urbanística.

La dificultat per controlar aquest soroll, el desemparament administratiu, la falta de lleis clares i de preparació dels funcionaris, l'enfrontament inevitable entre veïns, i la falta de suport de la resta de la comunitat fan gairebé impossible la solució del problema. Per desgràcia, no és anecdòtic el cas de persones que han d'abandonar l'habitatge per fugir del soroll –amb l'agreujant de la falta de garanties de no tornar a patir el mateix problema vagin on vagin, ja que avui en dia no se circumscriu a les grans urbs, sinó que afecta també les zones rurals.

Els cops de porta, les corregudes, l'arrossegament de mobiliari, el trepig, els crits, els lladrucs, les pràctiques musicals, els televisors, els equips de música, etcètera, etcètera a volums excessius són capaços de desencadenar una sèrie de malalties que l'OMS té definides ja



Foto: Salvador Fuentes

La maquinària de construcció no sempre està homologada contra el soroll.

fa temps i a les quals no se'ls dóna la importància que mereixen. L'especulació o la incompetència provoquen que, a més, hàgim d'escoltar sons que una construcció raonable evitaria; per exemple, és inconcebible que, en habitatges de construcció recent, sons tan suaus com ara el de l'espremedor elèctric que fa un suc de taronja, el d'una aixeta que raja, el d'una conversa en to normal o el del timbre del telèfon s'hagin de sentir des del pis contigu. Encara que no arribin a excessius decibels, la seva imposició es converteix en una autèntica tortura davant la impossibilitat d'eludir-los.

Els ciutadans hem de començar a valorar la influència negativa que té el soroll per a la salut com un dels contaminants més nocius que ens afecta a tots

Si bé a la nostra associació la imposició del soroll ambiental ens sembla una agressió que cal prioritzar en el moment de reivindicar el nostre dret a la salut, la intimitat, la tranquil·litat i el descans, considerem que hi ha una altra classe de soroll que també afecta la salut pública i que a llarg termini tindrà un elevat cost social i sanitari si no es prenen mesures urgents. Ens referim al nivell de soroll que es permet assolir a les discoteques, on empleats i clients s'exposen durant massa hores a una quantitat exorbitant de decibels; al dels *walkmans* que van destrossant orelles; al dels establiments comercials amb una intoxicació musical que els treballadors han de suportar (i que, en molts casos, desitgen) durant l'horari laboral; i ens referim, en definitiva, al tòpic aberrant que confon *diversió* amb *decibels* i a les tradicions més o

menys qüestionables dels petards, les tamborinades, les mascletades, els trabucaires, etcètera, etcètera.

Els ciutadans hem de començar a valorar la influència negativa que té el soroll per a la salut com un dels contaminants més nocius que ens afecta a tots. Ens hem d'adonar que no és una simple molèstia ni un perill abstracte, sinó un element nociu que enverina les nostres vides i que ens impedeix créixer com a persones i com a ciutadans. Hem de denunciar sistemàticament el soroll i els qui el provoquen. Hem d'exigir dels responsables les actuacions que corresponguin, el compliment de les lleis i l'ampliació d'aquestes en la mesura del que sigui necessari. I, per fi, hem d'exigir a la classe política que els mateixos criteris que tan expeditivament aplica per resoldre altres qüestions, els apliqui per solucionar tot problema de contaminació acústica una vegada s'hagi demostrat.

Bibliografia

- BUENO, M. *El gran libro de la casa sana*. Barcelona: Editorial Martínez Roca, 1992.
- Ja n'hi ha prou de soroll*. Barcelona: Edicions Cadí, 1998.
- Les bruits de voisinage*. París: Centre d'Information et de Documentation sur le Bruit, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, març del 2000.
- PINEDO, J. *El ruido del ocio*. Barcelona: Editorial Bosch, 2001.
- SÈNECA, L.A. *Lletres a Lucili*. Barcelona: Fundació Bernat Metge, 1928-1931 [4 vols.] (Escriptors Llatins, 35, 38, 45 i 57). *Cartas a Lucilio*. Barcelona: Editorial Joventut, 2001.

Notes

1. Vegeu els articles 15, 18 i 45 de la Constitució Espanyola, l'article 8 del Conveni de Roma i l'article 5 de la Declaració Universal dels Drets Humans.
2. El 14 de novembre del 1999, el diari *Ideal* de Granada va recollir el cas dels «Ànecs estressats» del riu Genil al pas pel centre de Granada, afectats pel soroll de les activitats de lleure i del trànsit. El regidor de Medi Ambient del municipi va decidir traslladar els ànecs a zones més tranquil·les, davant la qual cosa els ciutadans afectats pel mateix problema van reclamar el mateix tracte per a ells.



Foto: Salvador Fuentes

Els ciutadans reclamen el dret al silenci.



Zona Hermètica: el malson dels veïns de Gràcia

Agrupació de Veïns de Gràcia de Sabadell

Des de ja fa més de deu anys, el barri de Gràcia de Sabadell, que en altres temps era un barri tranquil, de cases angleses i pocs edificis de blocs de pisos, té un greu problema. I aquest problema té un nom: «Zona Hermètica», una macrozona d'oci nocturn, coneguda arreu del nostre país per la gent addicta a aquesta mena de zones, encara que ni tan sols coneguin la població i/o el barri on és emplaçada.

Al principi, aquests locals eren situats al voltant de la zona d'habitatges, concretament al carrer Rocafort, la part més industrial del barri. Però de mica en mica, a mesura que anava augmentant el nombre de locals d'oci, aquests s'anaven situant entre els habitatges. En aquests moments, al nostre barri hi ha instal·lats més de cinquanta locals d'oci nocturn.

En aquests moments,
al nostre barri hi ha
instal·lats més de cinquanta
locals d'oci nocturn

Les conseqüències són que més de quinze mil persones i centenars de vehicles circulen pels nostres carrers els dies festius i caps de setmana, durant les nits. Es vulgui o no, l'impacte sobre la convivència ciutadana és molt important: sorolls ensordidors, actes vandàlics, escàndols, baralles, robatoris i destrosses en habitatges i vehicles dels veïns, tràfic de drogues, etcètera.

És cert que al llarg d'aquests anys, arran de la denúncia i la pressió dels veïns i veïnes de l'Agrupació de Veïns, les institucions –en aquest cas l'Ajuntament– han intentat pal·liar les conseqüències de tot plegat i han pres algunes mesures com ara les següents: tancament del trànsit en alguns carrers, aparcaments allunyats dels habitatges, control d'horaris, i moratòries temporals en l'obertura de nous locals d'oci.

Però el problema ha arribat a unes dimensions massa grans i sense control, i la muntanya ja és tan immensa, que aquests remeis són totalment insuficients. El problema, i respectem la llibertat en la diversió i el lleure de les persones, està en la mateixa concepció d'aquest lleure,

especialment del nocturn, entès com una ruta constant de «gresca» sens fi, un anar d'una macrozona a l'altra al llarg de tota la nit i gran part del dia.

Aquestes macrozones, a les autoritats i als empresaris de l'oci els deu anar molt bé, ja que tenen els locals i la clientela concentrada. Però, quan són situades en zones habitades per gent treballadora, com és el nostre cas, la convivència es trenca i el dret al descans s'acaba al mateix moment en què els altres consideren que ha arribat l'hora de la diversió.

El dret al descans s'acaba al
mateix moment en què els
altres consideren que ha
arribat l'hora de la diversió

Per tot això, els veïns i veïnes i l'Agrupació de Veïns de Gràcia de Sabadell continuarem exigint i cercant una solució global; no volem més solucions d'urgència. La concentració de locals a la Zona Hermètica s'ha d'allunyar dels habitatges per així posar la base per a una sortida total i definitiva per als nostres somnis. Dit d'una altra manera: volem que la Zona Hermètica s'allunyi perquè puguem recuperar el son perdut de fa tants anys.



Els centres d'oci nocturn poden causar moltes molèsties als veïns.

Foto: Diari de Sabadell



Si estimes la natura, recicla

Servei del Medi Ambient. Diputació de Barcelona
Campanya de promoció de la recollida selectiva de matèria orgànica als municipis de la província de Barcelona.

L'Àrea de Medi Ambient de la Diputació de Barcelona desenvolupa, des de fa anys, diferents línies de suport als ajuntaments respecte a la qüestió de la recollida selectiva dels residus municipals, especialment la fracció orgànica, amb actuacions com ara la dotació de contenidors específics als ajuntaments, i l'elaboració projectes i estudis de viabilitat i de distribució de contenidors. Aquesta línia d'actuació, el contacte diari amb els ajuntaments i l'èxit de campanyes de difusió anteriors, com ara la campanya «Cada cosa al seu lloc», ens ha fet veure la importància de la comunicació i de la sensibilització de la ciutadania en aquests temes.

En aquest context es posa en marxa la campanya «Si estimes la natura, recicla», amb l'objectiu d'oferir als ajuntaments recursos, eines i materials per tal de promoure la recollida selectiva de matèria orgànica, afavorir participació ciutadana i difondre el coneixement dels beneficis ambientals que en resulten.

La campanya s'ha dissenyat a l'entorn d'una imatge i un eslògan unitaris perquè puguin ser efectius arreu del territori. Per posar en marxa la campanya els ajuntaments disposen d'una carpeta de materials on s'especifiquen totes les eines necessàries per a una campanya de publicitat, l'objectiu de la qual és fer partícips els ciutadans d'una nova actuació del seu consistori per gaudir d'una ciutat més neta i agradable; com també de viure en una població que fomenta un ús respectuós dels recursos i retorna a la natura allò que encara és aprofitable.

A la carpeta de materials hi ha un catàleg amb imatges de tots els elements o peces que componen la campanya de comunicació. Hi podem trobar: un manual bàsic d'identitat corporativa i d'aplicacions, un cartell per a botigues (A4), un cartell per a porteries (A3), un cartell exterior de la campanya (A2), dispensadors i targetons, adhesius, un anunci de premsa, un vídeo divulgatiu, un fullet explicatiu, un imant de nevera i una samarreta.

També hi trobem una col·lecció de cedés amb totes les maquetes dels elements de la campanya a partir de les quals poden ser fabricats. L'elecció del suport informàtic com a base dels recursos no és pas aleatòria. Aquest sistema, permet oferir molts recursos en molt poc volum, i una facilitat d'utilització considerable.

Cada ajuntament podrà, doncs, triar del catàleg els elements de la campanya que li semblin més adients i fer-los fabricar a partir de les maquetes contingudes en els cedés.

Tot aquest material ha de servir per facilitar una millor comprensió dels motius i els mecanismes de la recollida selectiva de la fracció orgànica i assolir l'èxit en la seva implantació, sempre problemàtica, per la seva novetat en bona part dels municipis de Barcelona.



Diferents peces de la campanya «Si estimes la natura, recicla!»

Recull normatiu

EUROPA

- Directiva 2001/43/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, por la que se modifica la Directiva 92/23/CEE del Consejo sobre los neumáticos de los vehículos a motor y de sus remolques, así como de su montaje. DOCE L de 04/08/2001

- DIRECTIVA 2002/49/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental. DOCE L 189/12 de 18/07/2002

- DIRECTIVA 2002/51/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de julio de 2002 sobre la reducción del nivel de emisiones contaminantes de los vehículos de motor de dos o tres ruedas, por la que se modifica la Directiva 97/24/CE. DOCE L 252/20 de 20/09/2002.

ESPAÑA

- Real Decreto 1909/1981, de 24 de julio, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-CA-81 sobre Condiciones Acústicas en los edificios

- Codi Tècnic de l'Edificació. Document preliminar HR Protecció contra el soroll

- Ley 37/2003 de 17 de noviembre del ruido. BOE de 18/11/2003

CATALUNYA

- RESOLUCIÓ de 30 d'octubre de 1995, per la qual s'aprova una ordenança municipal tipus, reguladora del soroll i les vibracions. DOGC núm. 2126 de 10/11/1995

- Llei 16/2002 de 28 de juny de protecció contra la contaminació acústica. DOGC 3675 de 11/07/2002

El racó de la pàgina web

El moviment associatiu que s'organitza al voltant de les anomenades «plataformes» contra el soroll, és molt actiu al territori de l'Estat espanyol, atès que especialment a Espanya el soroll com a contaminant atmosfèric –llevat de les persones que el pateixen molt directament– està poc assumit per la població en general, i no hi ha la pressió social a què se sotmeten altres tipus de contaminants. Entre la multitud de pàgines web que hi ha, destaquem:

• **LA LUCHA CONTRA EL RUIDO**
<http://www.ruidos.org/>

Sens dubte, és la pàgina web de l'àmbit més coneguda a l'Estat espanyol. Entre les seves seccions, cal destacar el recull d'articles de premsa relacionats amb jurisprudència, denúncies o successos que tenen a veure amb el soroll.

La pàgina, de gran contingut pedagògic, conté definicions i conceptes relacionats amb el soroll i la possibilitat de fer una manifestació virtual sobre el soroll.

En l'apartat de jurisprudència, recull totes les sentències, favorables o no, presentades per veïns per queixes d'activitats, autopistes, etc. de tot l'Estat espanyol.

Els enllaços existents, més de quaranta, són de visita molt recomanable. Estan catalogats en: Defensors del poble, Soroll i salut, Governamentals, Organitzacions de lluita contra el soroll de fora d'Espanya, etc.

• **OMS ORGANITZACIÓ MUNDIAL DE LA SALUT**
<http://www.who.int/peh/noise/noiseindex.html>

L'OMS, encara que menys del que caldria esperar, ha editat un conjunt de directrius i recomanacions que molts les hem emprat com a normes d'obligat compliment, atès que fins fa ben poc no hi havia quasi normes amb les qual establir nivells de soroll dia/nit.

Trobareu en aquesta pàgina, sobretot, recomanacions pel que fa al nivell de soroll als llocs de treball.

• **LEAGE FOR THE HARD HEARING**
<http://www.lhh.org/noise/>

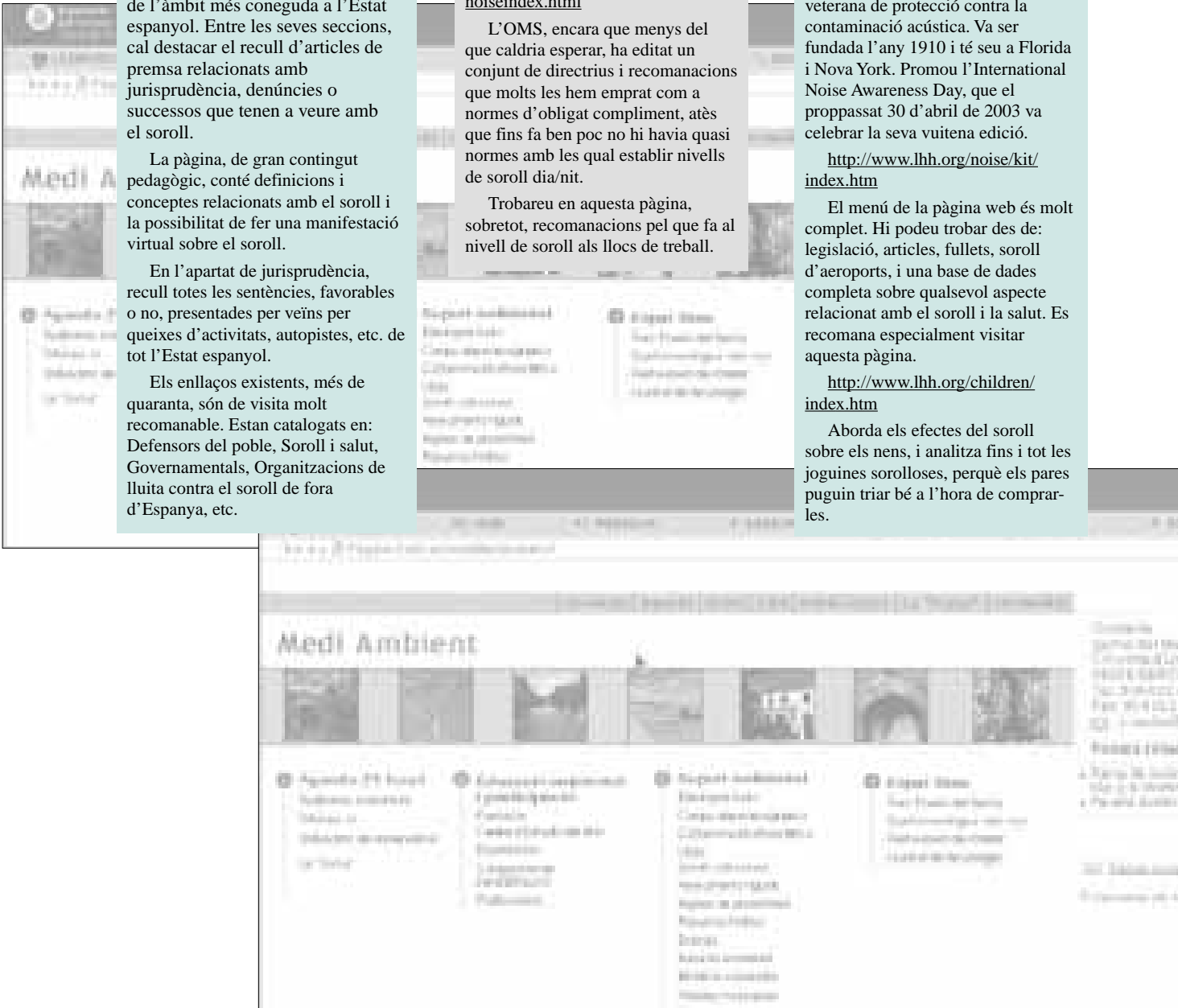
És, sens dubte, l'associació més veterana de protecció contra la contaminació acústica. Va ser fundada l'any 1910 i té seu a Florida i Nova York. Promou l'International Noise Awareness Day, que el proppassat 30 d'abril de 2003 va celebrar la seva vuitena edició.

<http://www.lhh.org/noise/kit/index.htm>

El menú de la pàgina web és molt complet. Hi podeu trobar des de: legislació, articles, fullets, soroll d'aeroports, i una base de dades completa sobre qualsevol aspecte relacionat amb el soroll i la salut. Es recomana especialment visitar aquesta pàgina.

<http://www.lhh.org/children/index.htm>

Aborda els efectes del soroll sobre els nens, i analitza fins i tot les joguines sorolloses, perquè els pares puguin triar bé a l'hora de comprar-les.





I en el proper SAM 10: COV (compostos orgànics volàtils) a l'atmosfera



Foto: Salvador Fuentes

Un tècnic prepara la dilució per detectar COV

Els COV (compostos orgànics volàtils) són substàncies amb punts d'ebullició baixos i una pressió de vapor elevada que presenten en la seva molècula un o més àtoms de carboni. Els COV participen en diversos processos atmosfèrics incidint directament o indirecta sobre els éssers vius i diversos materials.

Amb l'aparició de la Directiva 1999/13/CE, d'11 de març de 1999, de limitació de les emissions de COV provocades per la utilització de dissolvents orgànics en determinades activitats, s'omplia un buit legal existent relatiu als límits d'emissió de COV d'algunes activitats.

La transposició de la Directiva per part de l'Estat espanyol, però, s'ha fet amb més de dos anys d'endarreriment, mitjançant el Reial decret 117/2003, de 31 de gener, publicat en el BOE del 7 de febrer de 2003.

La Generalitat, d'una altra banda, ha iniciat una sèrie de convenis sectorials pel que fa a les emissions perquè les indústries s'adaptin a la normativa vigent.

Amb l'entrada en vigor de l'esmentada Directiva, l'1 d'abril de 2001, s'ha detectat que un gran nombre d'indústries han d'adaptar les seves emissions. L'1 d'abril de 2007, d'acord amb la Directiva, i el 31 d'octubre de 2007, d'acord amb l'RD 117/2003, serà la data límit perquè totes les indústries s'adaptin als límits d'emissió de COV de dissolvents orgànics.

La revista SAM torna a posar a debat un àmbit relacionat amb la contaminació atmosfèrica no conegut per la majoria de persones, que per la seva transcendència i recent publicació, aportarà informació valuosa per als responsables municipals d'activitats i tècnics de medi ambient en general.

Fe d'errates SAM núm. 8

| Pàgina | Hi diu | Hi ha de dir |
|--------|-------------------------------|--------------------------------------|
| 37 | FO-5 FHS _{INST} 9,5% | ZaniaH-600 FHS _{INST} 0,05% |
| 37 | Fo-5 Fhsinst 3,2% | Fo-5 Fhsinst 6,3% |

3 Editorial

5 Marc jurídic

La Directiva marc de contaminació acústica
Ricard Alsina

10 La Llei 16/2002, de protecció contra la contaminació acústica
Carles Sumpsi

20 El Projecte de Llei del soroll
José Manuel Sanz Sa

26 El condicionament acústic en els edificis.
El Codi tècnic de l'edificació
Robert Barti

37 Món municipal

El Pla de reducció del soroll de Madrid (PERCA)
Plácido Pereda

42 El soroll de les motos
María Llorens i Àngel Parraga

49 Les ordenances municipals reguladores de soroll
Esteban Gaja

55 Els mapes acústics. L'experiència del Prat de Llobregat
Àngel Simon

59 Experiència

Tres dècades d'assistència als ajuntaments en el tractament de la problemàtica acústica i les vibracions
Jordi Mulet

65 Efectes nocius del soroll sobre la salut mental
Neus Monllor i Dolors Rico

71 Tècniques d'aïllament de vibracions
Rafael Torres

77 El soroll derivat de les instal·lacions de serveis
Jordi Romeu i altres

82 De la zonificació acústica al projecte acústic d'activitats
Josep M. Querol

88 L'impacte del soroll a causa del trànsit en les infraestructures
Ole Thorson i Jytte Tomsen

95 Món empresarial

L'aïllament acústic en els habitatges i en els locals de pública concurrència
Higini Arnau

103 Món veïnal

La reivindicació ciutadana contra la contaminació acústica
Esther Melcon. Associació Catalana contra la Contaminació Acústica

107 Zona hermètica: el malson dels veïns de Gràcia (Sabadell)
Agrupació de Veïns de Gràcia

109 El SAM informa

Campanya de foment de la recollida de matèria orgànica «Si estimes la natura, recicla»
Servei de Medi Ambient

111 Recull normatiu

113 El racó de la pàgina web

115 I en el proper SAM...