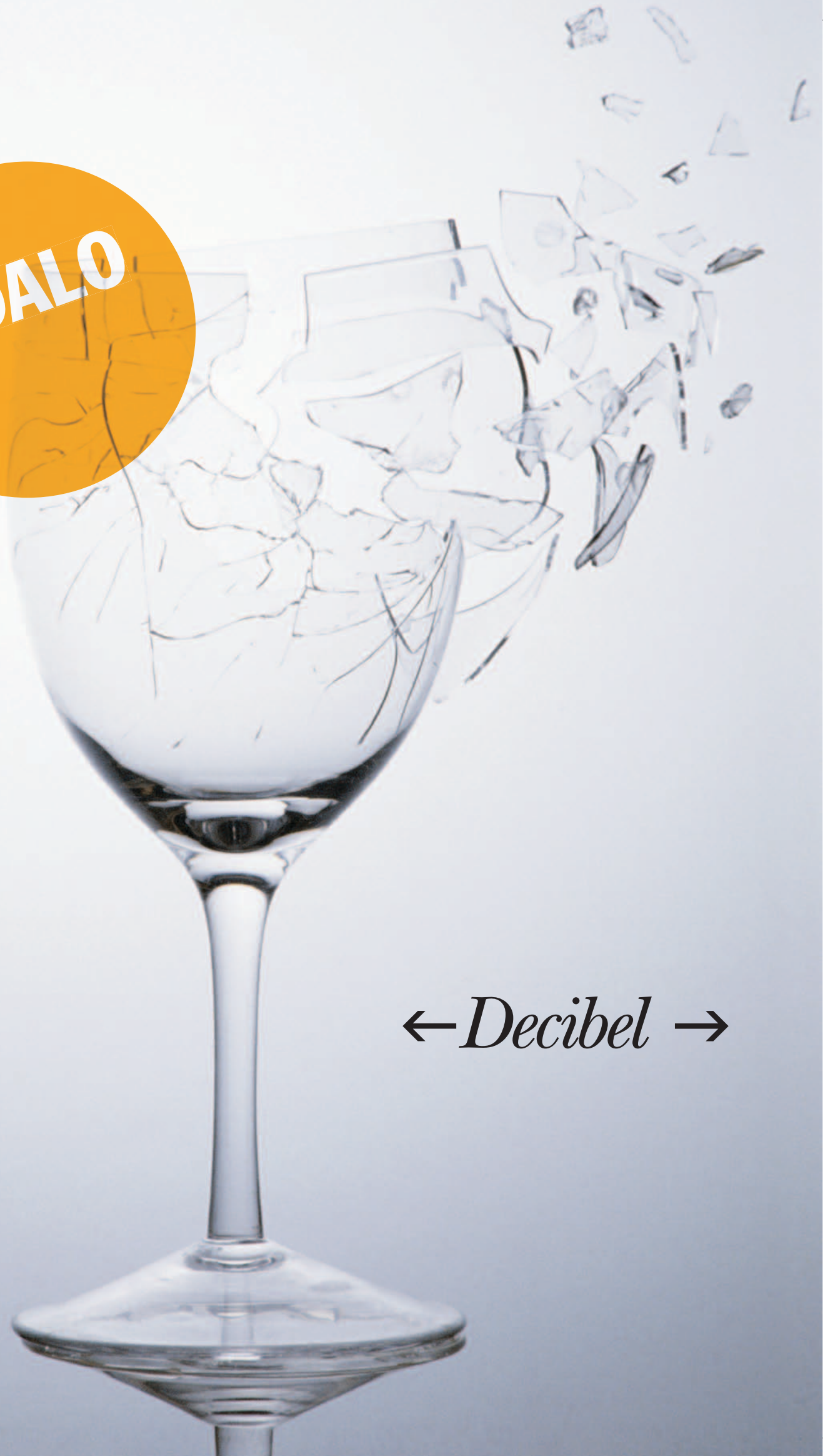




Tariffa R.O.C.: Poste Italiane SpA - Spedizione in abbonamento postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/04 n. 46) Art. 1, comma 1, DCB Milano Rivista bimestrale di Assimpredil Ance - Numero Ventuno - Settembre | Ottobre 2010 quinto bimestre

DEDALO



← *Decibel* →



housingcontest

REPERTORIO DI PROGETTI PER EDIFICI RESIDENZIALI
AD ELEVATE PRESTAZIONI E BASSO COSTO ///
DESIGN DIRECTORY FOR LOW COST,
HIGH PERFORMANCE RESIDENTIAL BUILDINGS ///

www.housingcontest.com

*Le associazioni di imprese e i progettisti raccolgono
la sfida del Comune di Milano per una nuova cultura
dell'abitare: la casa ad alte prestazioni e basso costo.
Nasce un concorso per imprese che insieme
ai professionisti della progettazione sono chiamati
a rinnovare il mondo della casa.*

*Project designers and associations of firms are
taking up the challenge set them by the Municipality
of Milan to create a new housing culture
for high-performance, low cost homes.
This new contest calls for firms to join design
professionals and make over the world of housing.*

Segreteria organizzativa / Organizing Secretariat
AIE Servizi S.r.l.

Via San Maurizio 21 20123 Milano
info@housingcontest.com
www.housingcontest.com



*per costruire insieme
un sistema forte*

*per entrare a far parte
di una rete di imprese*

*per risolvere problematiche
della gestione aziendale*

*per essere sempre
aggiornati*

**Nuovo ufficio
Assimpredil Ance
a Monza**

Per contattarci:

Via Antonio Gambacorti Passerini, 13

20052 Monza MB

T 039 2315205

F 039 325511

assimpredilmonza@assimpredilance.it

www.assimpredilance.it

Gli appuntamenti presso gli uffici di
Monza sono possibili solo previa
prenotazione telefonica o tramite mail.

die
assimpredil ance

Associazione delle imprese edili e complementari delle Province di Milano, Lodi, Monza e Brianza

Se quello che chiede il mercato
è il *“saper fare”* la risposta è

esem

il saper fare in Qualità



formazione vincolata:

appendistato, montaggio ponteggi, bonifiche
amianto, 16 ore preassuntive.



**formazione per la crescita
professionale:**

muratura, carpenteria, decorazione,
isolamento termico o acustico.



formazione innovativa:

on the job valutazione delle competenze.



servizi alle imprese:

borsa lavoro, formazione ad hoc o su
commessa.



esem

Formazione e Servizi per il Settore delle Costruzioni

nelle province di Milano, Lodi, Monza e Brianza

Costituito da: ASSIMPREDIL ANCE • FeNEAL - UIL • FILCA CISL • FILLEA CGIL

Dal 1° aprile 2010 i servizi ESEM sono offerti gratuitamente alle imprese e ai
lavoratori iscritti ed in regola con la Cassa Edile di Milano, Lodi, Monza e Brianza.



www.esem.mi.it



consorzio ancenergia

UN CONSORZIO DI IMPRESE DEL SISTEMA ANCE

I servizi del consorzio

Convenzioni e contrattualistica con operatori e gestori di reti

ANCENERGIA affianca i consorziati nella gestione della cantierizzazione dei lavori e delle sottoreti al fine di favorire l'operatività delle imprese edili nella formazione, gestione e dismissione delle "sedi di produzione diretta".

Il Consorzio funge da centro di raccolta delle informazioni per "ottimizzare" le richieste e divenire un interlocutore più forte e organizzato nel rapporto con i gestori: flessibilità contrattuale e rapporti più facili nella gestione del cantiere, tempistica, allacciamenti e trasparenza dei preventivi.

Attraverso il Consorzio ANCENERGIA le imprese possono essere affiancate per focalizzare le difficoltà gestionali e la natura dei problemi che generano ritardi.

Accesso al libero mercato dell'energia elettrica e del gas

Il Consorzio, con mandato di rappresentanza da parte dei consorziati, valuta offerte dal libero mercato stipulando i migliori contratti per le imprese. L'obiettivo è di ottenere condizioni di maggior vantaggio commerciale, sia in forza di volumi consistenti di energia e gas trattati, sia grazie alle competenze tecniche del Consorzio, in grado di valutare prezzi e condizioni contrattuali.

Il Consorzio ANCENERGIA si configura come gruppo di acquisto.

Trasferimento tecnologico

Singole imprese stanno sperimentando nuove tecnologie per rispondere agli obiettivi ed alle nuove sfide del mercato. I risultati delle attività dei Centri di ricerca, delle Università e dei produttori di componenti non sono trasferiti all'insieme della filiera.

Il Consorzio ANCENERGIA sta lavorando alla creazione di una rete di diffusione delle conoscenze che porti valore a tutto il sistema; per far conoscere le opportunità sviluppate dal mercato ed in primo luogo dalla ricerca; per mettere in rete le esperienze riconoscendo a questa azione il valore di innovazione e di fattore di competizione per accedere a fondi pubblici per l'innovazione; per favorire il dialogo tra imprese e mondo universitario e per non vivere passivamente i processi di innovazione in atto.

Fornitura di tecnologie energetiche

L'appartenenza al Consorzio ANCENERGIA consente alla singola impresa un maggior potere contrattuale, grazie al quale stipulare, con selezionati fornitori, contratti a condizioni più vantaggiose della media di mercato.

Le attività effettuate sono: analisi e selezione del mercato delle tecnologie e valutazione delle prestazioni; valutazione delle alternative di prodotto all'interno delle singole tecnologie, in relazione alle tipologie di prodotto edilizio; creazione di una banca dati per l'individuazione di soluzioni standard ottimali secondo un'analisi costi/benefici; acquisto di tecnologie per i consorziati.



assimpredil ance

**PER CONTATTARE IL CONSORZIO INVIARE UN MESSAGGIO ALLA SEGUENTE E-MAIL:
consorzioancenergia@assimpredilance.it
LA SEDE E' A MILANO, PRESSO ASSIMPREDIL ANCE, L'ASSOCIAZIONE DELLE IMPRESE
EDILI E COMPLEMENTARI DELLE PROVINCE DI MILANO, LODI, MONZA E BRIANZA.
Via San Maurizio 21 - 20123 - MILANO tel.02.8812951 - fax.02.8056802.**



Mapetherm System



Il tema del risparmio energetico è molto attuale. La sua importanza nel settore dell'edilizia ha acquisito maggior rilievo a seguito della modifica del quadro normativo di riferimento, con l'approvazione del decreto legislativo n. 192 del 19/08/2005 che definisce la prestazione energetica di un edificio e impone la sua certificazione. Il sistema di isolamento a cappotto **MAPETHERM** che **Mapei** propone è un'efficace risposta alla nuova esigenza di edifici con consumi energetici contenuti e l'unica realizzabile per l'adeguamento energetico di edifici esistenti. Consiste nell'applicazione all'esterno dei muri perimetrali dell'edificio, attraverso i quali si stima avvenga oltre il 30% delle perdite energetiche, di:

- uno strato di adesivo
- un pannello isolante
- un primo strato di rasante
- una rete di fibra di vetro apprettato
- un secondo strato di rasante
- un ciclo di finitura preferibilmente a base inorganica.

E' fondamentale ricordare l'importanza della progettazione e della realizzazione dell'isolamento seguendo il concetto di sistema, l'unico approccio che può garantire prestazioni e durata dell'intervento. Poiché il sistema comprende diversi componenti, la compatibilità tra di essi è fattore fondamentale per la prestazione del sistema nel suo complesso e per la sua durata nel tempo. Tale prassi è fortemente consigliata da **Mapei**, che sottolinea come la compatibilità dei componenti possa essere valutata solo con adeguati test in laboratori attrezzati, eseguiti da personale tecnico specializzato.

Se osserviamo e studiamo le variazioni di temperatura nel caso di parete isolata con sistema a cappotto **MAPETHERM**, notiamo che:

1. la differenza di temperatura tra superficie interna della parete e temperatura ambiente si riduce con notevole miglioramento del confort abitativo;
2. le temperature medie del paramento esterno e di quello interno sono molto vicine tra loro. Questo fatto elimina le condizioni di stress dovute a dilatazioni termiche differenziali;
3. la temperatura del paramento esterno di muratura è tale da non dar luogo a fenomeni di condensazione interstiziale di umidità, evitando così eventuali formazioni di muffe e garantendo un ambiente sano e igienico;
4. le forti differenze di temperatura sono localizzate nel sistema di isolamento a cappotto, che tuttavia è perfettamente in grado di sopportarle, purché progettato e realizzato correttamente.

Infatti, anche in presenza di ponti termici – zone localizzate caratterizzate da elevate dispersioni, quali ad esempio i nodi tra travi e pilastri o intersezioni tra solette e pareti portanti – il sistema di isolamento a cappotto **MAPETHERM** è in grado di ridurre al minimo la variazione termica rendendola impercettibile.

Un'ulteriore considerazione riguarda il regime transitorio della temperatura ambiente dopo spegnimento dell'impianto. La variazione nel tempo della temperatura ambiente è caratterizzata da 2 fasi:

- la prima, della durata di poche decine di minuti, in cui si osserva un rapido allineamento della temperatura ambiente alla temperatura di parete;
- la seconda, in cui la diminuzione della temperatura ambiente è proporzionale al flusso termico attraverso la parete. La presenza di isolamento termico può garantire condizioni di confort compatibili con il riposo notturno dopo spegnimento dell'impianto di riscaldamento.

In conclusione, il valore aggiunto del sistema di isolamento a cappotto **MAPETHERM** può essere così sintetizzato:

- confort abitativo legato alla presenza di condizioni ottimali di benessere anche dopo spegnimento notturno dell'impianto di riscaldamento;
- preservazione della struttura legata all'eliminazione delle condizioni di stress delle murature, degli effetti negativi dei ponti termici e dei fenomeni di condensazione interstiziale;
- riduzione dei consumi energetici per il riscaldamento invernale e per il condizionamento estivo, risparmio valutabile nell'ordine del 30%;
- incremento del valore patrimoniale dell'immobile legato a una migliore classificazione energetica dell'edificio;
- riduzione di emissioni di gas serra in coerenza con le attuali raccomandazioni espresse da autorevoli scienziati. Tali vantaggi vanno al di là del solo risparmio energetico - già di per sé fondamentale - rendono l'investimento nell'isolamento a cappotto attraente dal punto di vista economico-finanziario anche nel caso di applicazione in occasione di un intervento già previsto per la manutenzione dei muri perimetrali (essendo da valutare il solo investimento marginale legato all'applicazione del sistema isolante). **Mapei**, con il sistema di isolamento a cappotto **MAPETHERM**, offre ai committenti un sistema certificato al top qualitativo del mercato, una garanzia di durata decennale suffragata da polizza emessa da primaria Compagnia di Assicurazione.

PUBLIREDAZIONALE



Mapetherm® System

Il Sistema di Isolamento Termico a Cappotto secondo la tecnologia Mapei: il segreto è nell'adesivo

- L'adesivo **Mapetherm AR1** garantisce la perfetta adesione alla muratura di ogni tipo di pannello isolante (espanso, estruso, lana di vetro e di roccia, sughero), in ogni condizione climatica



Mapetherm® XPS



Mapetherm® EPS



Mapetherm® M. Wool



Mapetherm® Cork

- Assicura la riduzione dei consumi energetici sia estivi che invernali
- Aumenta il comfort abitativo bilanciando perfettamente la temperatura di ambiente e parete
- Elimina la condensazione interstiziale del vapor d'acqua entro le murature dell'edificio
- Migliora la classe di efficienza energetica dell'edificio come previsto dal Decreto Legislativo 311/06
- Consente di ottenere l'agevolazione fiscale



GREEN INNOVATION

Il nostro impegno per l'ambiente:
Più di 150 prodotti Mapei aiutano i progettisti e i contractor per realizzare progetti innovativi certificati LEED, "The Leadership in Energy and Environmental Design", in accordo al U.S. Green Building Council.



www.mapei.com
MAPEI
ADESIVI • SIGILLANTI • PRODOTTI CHIMICI PER L'EDILIZIA

la sicurezza cambia il cantiere in meglio



Numero Verde
800 961 925

CPT

SICUREZZA IN EDILIZIA

è semplice

Con una semplice telefonata a
- CPT Sede di Milano 02 48708552
- CPT Sede di Monza 039 2308893
- Assimpredil-ANCE 02 88129522
ti metterai in contatto con tecnici esperti in
materia di salute e sicurezza nei cantieri edili.

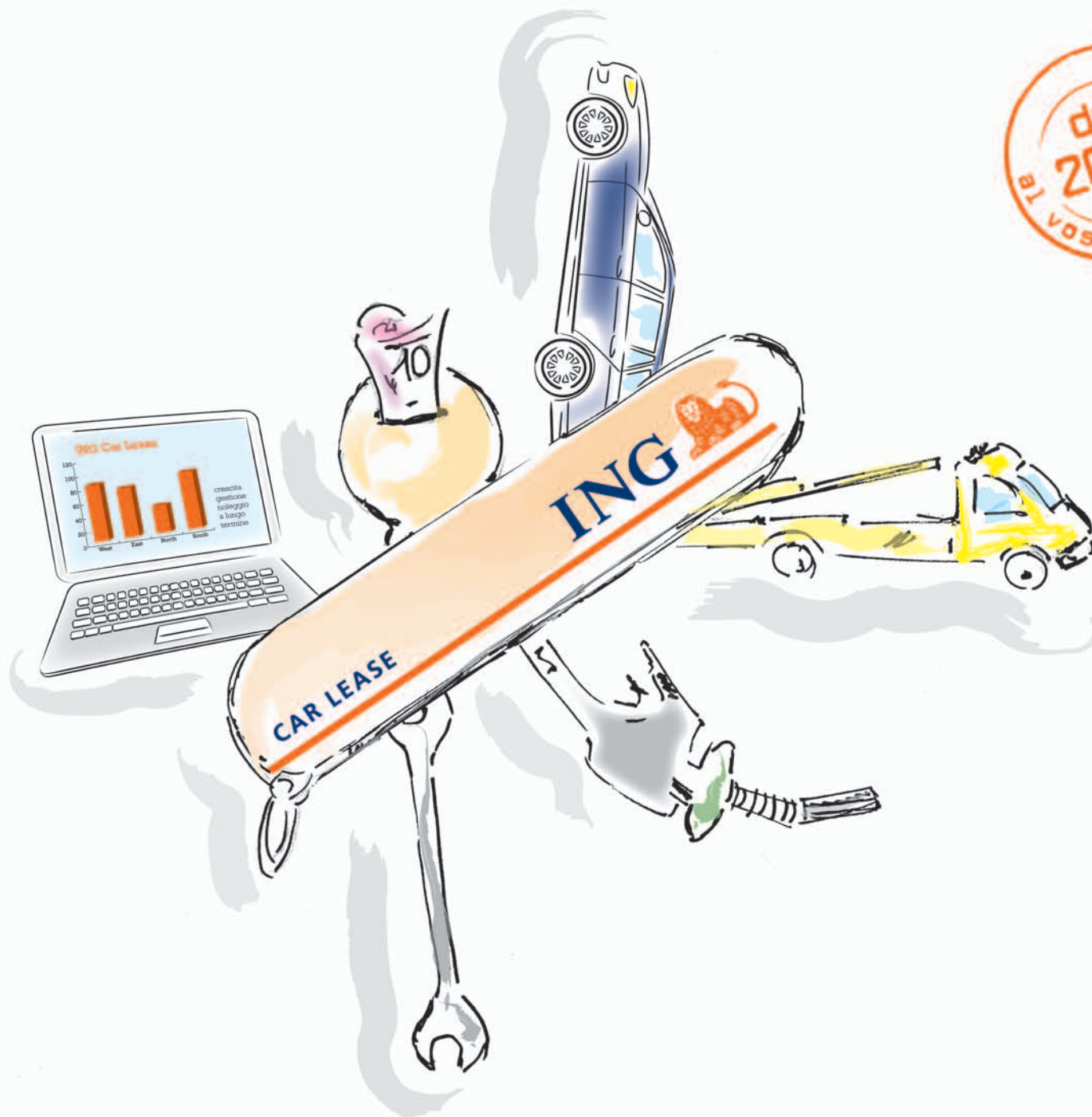
e gratuito

Un vero e proprio servizio in
cantiere tempestivo, **risolutivo
e senza alcuna spesa** che
garantisce alle imprese una
soluzione ai problemi rilevabili
in cantiere.

cambiare!

Con la garanzia di poter contare su **una
realtà affidabile e autorevole**. Un
credito di serietà che si traduce, non
solo nel servizio, ma anche nel rilascio,
**ad ogni impresa richiedente, del
Bollino Blu.**

CPT è costituito e partecipato da Assimpredil-ANCE e Fe.N.E.A.L.-UIL, F.I.L.C.A.-CISL, F.I.L.L.E.A.-CGIL



Abbiamo gli strumenti ideali per la gestione della vostra flotta aziendale

Da 10 anni in Italia i nostri esperti affiancano oltre 1.500 Aziende, di ogni settore e dimensione, nella gestione della flotta auto. Le nostre proposte contrattuali sono lineari, senza sorprese e modellate sulle esigenze del Cliente. Far parte di un grande gruppo bancario come ING, ed essere tra le prime cinque società di noleggio a lungo termine in Europa, significa portare sempre soluzioni concrete.

CAR LEASE

WWW.INGCARLEASE.IT

ING 

www.ingx-group.it



Cassa Edile di Mutualità ed Assistenza di Milano Lodi, Monza e Brianza

Ente bilaterale costituito da
Assimpredil-ANCE e FeNEAL-UIL, FILCA-CISL, FILLEA-CGIL

Cassa Edile di Milano, Lodi, Monza e Brianza per la promozione della regolarità di settore

Cassa Edile di Milano, Lodi, Monza e Brianza è l'ente bilaterale che:

- per i lavoratori** • garantisce l'applicazione del trattamento economico e normativo previsto dalla contrattazione di settore vigente (ferie, gratifica natalizia e Anzianità Professionale Edile);
 - eroga prestazioni assistenziali integrative
- per le imprese** • promuove la leale concorrenza tra le imprese di settore, grazie all'attività di verifica della correttezza dei rapporti di lavoro;
 - **Fornisce servizi tra cui:**



Con il servizio telematico di monitoraggio delle presenze in cantiere... più garanzie in materia di responsabilità solidale

Vista la rilevanza normativa che la responsabilità solidale tra committente/appaltatore/subappaltatore ha assunto in materia di appalti, Cassa Edile ha progettato e sviluppato un sistema telematico di verifica innovativo a supporto dei soggetti obbligati in solido (ex. art. 29, comma 2, D. Lgs. 276/2003 ed art. 35, comma 28, D. L. 223/06).

Il sistema telematico di monitoraggio delle presenze in cantiere svolge, infatti, una funzione cautelativa che consente all'impresa detentrica dell'appalto di prevenire eventuali provvedimenti sanzionatori in caso di verifica in cantiere da parte degli organi di vigilanza competenti.

Il servizio ha le seguenti caratteristiche:

- è di **semplice utilizzo**;
- permette all'impresa detentrica dell'appalto di **verificare** rapidamente e puntualmente la **presenza di tutta la manodopera impiegata presso il cantiere**;
- segnala eventuali anomalie riscontrate e permette all'impresa di effettuare una verifica **tempestiva** e di intraprendere le necessarie **azioni correttive**;
- i dati verificati rimangono di proprietà dell'impresa;
- **SARÀ GRATUITO PER I PRIMI 100 CANTIERI ATTIVATI NEL 2010**

Per maggiori informazioni scaricare dal sito www.cassaedilemilano.it il numero del **Notiziario di aprile** interamente dedicato all'argomento



Direttore:
Cecilia Bolognesi
direttore@aiededalo.it

Redazione:
redazione@aiededalo.it

Comitato di redazione:
Claudio De Albertis
Gloria Domenighini
Giuseppe Esposito
Roberto Mangiavacchi

Art directors:
Contemporary Graphics

Pubblicità:
dedalo@aiededalo.it

Prestampa e Stampa:
CALEIDOGRAF

Tariffa R.O.C.:
Poste Italiane SpA
Spedizione in abbonamento
postale - D.L. 353/2003
(conv.in L. 27/02/04 n. 46)
Art. 1, comma 1, DCB Milano

Direttore responsabile:
Cecilia Bolognesi

Registrazione n. 4 del 5/1/1985
anno ventiseiesimo numero 21
quinto bimestre 2010

Per le immagini di cui,
nonostante le ricerche eseguite,
non è stato possibile rintracciare gli aventi
diritto, l'Editore si dichiara disponibile ad
assolvere i propri doveri.



Dedalo
Rivista bimestrale edita da
ASSIMPREDIL ANCE
Via San Maurizio 21,
20123 Milano
tel. 02 8812951
fax 02 8056802
www.assimpredilance.it



Presidente:
Claudio De Albertis

Direttore generale:
Gloria Domenighini

Vicedirettore generale:
Andrea Lavorato

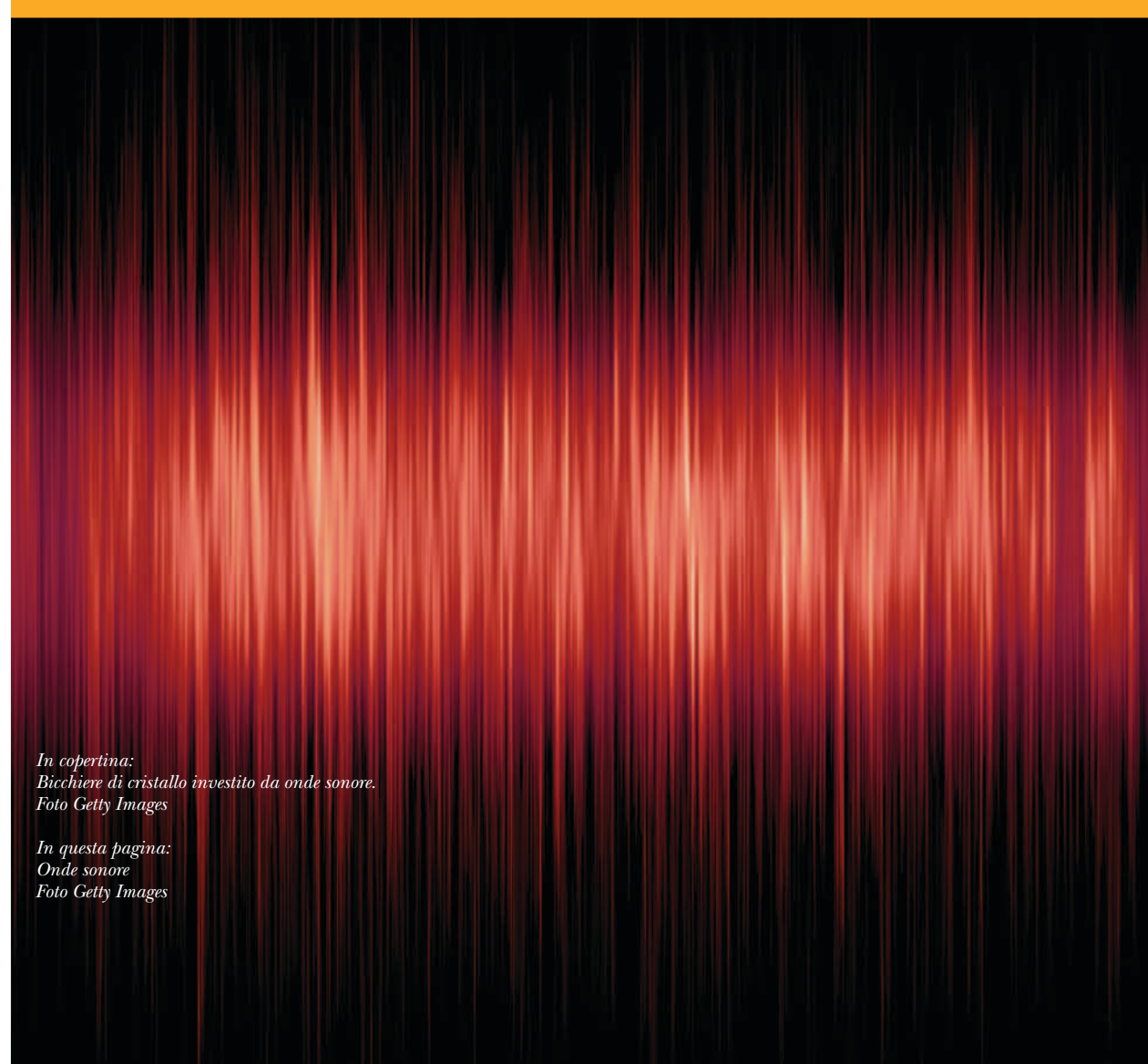
DEDALO

BRIANZA
Numero Ventuno. Settembre | Ottobre 2010
Rivista bimestrale di Assimpredil Ance



ASSOCIAZIONE IMPRESE EDILI E COMPLEMENTARI
DELLE PROVINCE DI MILANO, LODI, MONZA E

AUTORE	TITOLO	FOTO/ILLUSTRAZIONI	
Cecilia Bolognesi	Orecchie da mercante		010
Claudio De Albertis	Un'acustica trasparente	Beppe Gernone	011
Piero Torretta	Norme	Beppe Gernone TanAcoustics Studio	014
Ezio Rendina	Azzonamento acustico tra piano e risanamento	Beppe Gernone TanAcoustics Studio	018
Folco de Polzer	Oggetti e soggetti in campo acustico	Studio de Polzer	022
Giuseppe Elia	In attesa del decreto	ABDR Architetti associati	026
Eddy Tiozzo	Tecnologie ecobiocompatibili di isolamento acustico: pareti e coperture	Celenit Spa	028
Enrico Piccinini	Isolamento di facciata: serramenti	Cormo	030
Giovanni Zambon	Strategie per la gestione del rumore da traffico veicolare	Giovanni Zambon	032
Adriano Cati	Compatibilità acustica dei nuovi interventi abitativi	© Rpbw Renzo Piano Building Workshop	036
Jürgen Reinhold	La forma del suono e restauro	Müller BBM, Luciano Romano	038
Il valore del silenzio			044



*In copertina:
Bicchiere di cristallo investito da onde sonore.
Foto Getty Images*

*In questa pagina:
Onde sonore
Foto Getty Images*



editoriale

Orecchie da mercante

Questo numero di Dedalo offre differenti livelli di lettura centrati sullo stesso tema: l'acustica e le relazioni che stabilisce con il costruito o costruibile. Un primo livello, costituito dagli scritti, parla di una disciplina che nel tempo insieme a quella relativa ad efficienza energetica e sostenibilità, darà il quadro completo delle informazioni non immediatamente rilevabili del bene edilizio. Si tratta infatti di una serie di informazioni che costituiranno una nuova patente dei requisiti immateriali dei prodotti, quei requisiti che, ai fini della loro performance, contano forse maggiormente nel giudizio odierno. Siamo nell'ambito della gestione del rumore. Un secondo livello, unicamente iconografico, si occupa invece di recenti, recentissimi restauri di teatri lirici italiani o di nuove costruzioni di sale teatrali su scala nazionale. Dal Parco della Musica a Roma, al restauro acustico del teatro Petruzzelli di Bari, fino al recentissimo Teatro di San Carlo a Napoli ed al progetto per il nuovo Auditorium di Firenze. Siamo nell'ambito della gestione del suono. Dopo la lettura del numero la differenza è smaccante: sappiamo, apparentemente almeno, gestire il suono e ricavarne prodotti eccezionali; al contrario non sappiamo ancora gestire il contenimento del rumore, o stiamo muovendo i primi passi. Il suono è una sensazione genericamente apprezzabile per le orecchie umane. Il rumore invece è comunemente identificato come sgradevole o intollerabile. La ricerca di forme per la migliore esaltazione del suono ha prodotto delle cose meravigliose: dalle casse degli Stradivari alle cavee dei nostri teatri, con palchi, golfi mistici, tessuti, tendaggi, casse vuote ecc ecc. Siamo un paese che apprezza l'ascolto. La ricerca di forme per il contenimento del rumore invece ha prodotto diverse tipologie di barriere fonoisolanti, ancora ai primordi per lo più, serramenti pareti e solai a prova di tutto, studi normativi in materia di ambiente, sicurezza e igiene del lavoro. I nuovi professionisti dell'acustica sono in grado di eseguire misure fonometriche, di applicare le procedure/tecniche fondamentali, dimensionare dispositivi di controllo, di definire strumenti di pianificazione acustica e di zonizzazione in relazione ai piani di risanamento acustico. Per l'attuazione di questi ultimi poi, il capitolo è tutto aperto. Abbiamo migliorato la capacità di scegliere materiali e sistemi costruttivi innovativi, tali da sviluppare forme per l'ottimizzazione di parametri acustici significativi. Negli ultimi anni abbiamo fatto passi da gigante, ma abbiamo risolto un decimo dei problemi che la gestione del rumore ci presenta, restando il fanalino di coda in Europa. Pensiamo solo agli inserimenti ambientali e acusticamente protetti delle tratte dei TGV in Francia o alle nostre linee dell'Alta Velocità. Pensiamo alle pedonalizzazioni di molte capitali ed ai livelli di traffico di interi viali a Milano. La strada è molto lunga e questo numero è un breve assaggio della nostra realtà, senza spingerci oltre frontiera. Quando i grandi comunicatori ci espongono nuovi progetti, l'architettura o le città sono descritte con sottofondi di significativi silenzi o brevi brani musicali provenienti da elementi naturali, dal cinguettio dei volatili al vento tra le fronde. Ma quale città e quale architettura ci permettono questo ascolto attualmente nelle ore del giorno? Per tutte le situazioni che attraversiamo dalle nuove costruzioni al risanamento di affaticate situazioni di rumore il silenzio diventa un obiettivo da raggiungere, un valore da tutelare per meglio esercitare quello che ci manca sempre più: l'ascolto. Una strada che vale per l'imprenditore privato come per l'azienda pubblica, uniti irrimediabilmente in questo obiettivo.

Cecilia Bolognesi





Un'acustica trasparente

Il tema degli effetti del rumore sull'uomo e sull'habitat è da tempo all'attenzione del legislatore che ha affrontato la questione da più punti di vista: quello delle malattie professionali prima di tutto e poi quello del contesto urbano e delle soglie di tolleranza, quello degli edifici. Per quanto riguarda il settore delle costruzioni, certamente la tappa più significativa è stata posta nel 1995 con la Legge 447 che si poneva l'obiettivo di effettuare la zonizzazione acustica dei territori, nonché di garantire negli edifici una determinata prestazione. Bisogna ricordare che tale Legge non ha definito né limiti né modalità per raggiungere tali prestazioni, ma ne ha affidato il compito ai Ministeri dell'Ambiente e dei Lavori Pubblici. Nel dicembre del 1997, quindi circa due anni dopo, il Ministero dell'Ambiente emanava, pertanto, una sua normativa, con uno specifico D.C.P.M., che imponeva limiti di isolamento acustico. Il Ministero dei LL.PP., che aveva invece il compito di definire le modalità di progettazione e costruzione per raggiungere tali limiti, è rimasto sino ad oggi inattivo. Pertanto, dal 1997 in poi l'incertezza per gli operatori è rimasta enorme e sulle imprese è ricaduto il compito di sperimentare e ricercare risposte adeguate. Solo per fare un esempio, all'epoca dell'emanazione del DPCM suddetto non esistevano prodotti in commercio e tecnologie consolidate in grado di garantire il rispetto dei citati limiti e di questa aleatorietà non si erano accorti solo gli operatori e i progettisti ma anche il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici che nel 2001 ammise, in una propria seduta, le difficoltà di individuare soddisfacenti soluzioni tecniche. La stessa Regione Lombardia con specifica Legge ha sospeso l'efficacia del Decreto del 1997 in attesa di verifiche sperimentali applicative che si sono concluse, come tutti sappiamo, solo recentemente. Non possiamo certo dire che il mercato sia stato fermo e negli anni la situazione è sicuramente migliorata: a livello tecnologico sono apparsi prodotti sempre più performanti con una migliore integrazione tra le proprietà termiche e acustiche. Anche a livello normativo si sono fatti notevoli passi avanti: mi riferisco alla pubblicazione nel maggio di quest'anno della norma UNI 11367 sulla classificazione acustica delle unità immobiliari, la procedura di valutazione e

010_011





verifica in opera. La norma nasce con la caratteristica di applicare un doppio regime: informativo sulle caratteristiche acustiche nei confronti dei futuri proprietari di ogni singola unità immobiliare e tutelante nei confronti dei rischi in cui possono incorrere i soggetti che appartengono alla filiera delle costruzioni, dai progettisti ai costruttori fino ai venditori. Una norma tecnica che ha finalmente fatto chiarezza su molti aspetti. Della complessità del tema è testimonianza il lungo iter progettuale della norma figlia di un gruppo di lavoro costituito da 60 rappresentanti di tutti gli interessi in gioco. Una disciplina ispirata alle esperienze straniere di quei paesi dove non esiste mai obbligo di prestazione, ma dove sono fissati criteri per la definizione di prestazioni acustiche che consentono agli utenti di scegliere il benessere voluto con le migliori performance. Viene definita, pertanto, una classificazione acustica che consente la puntuale informazione

*Qui sotto:
Teatro Petruzzelli di Bari
Vista da un palco
Foto Beppe Gernone*





ad acquirenti e proprietari di case, una trasparenza che tutela anche i vari attori del processo edilizio da possibili successive contestazioni per la differenza tra le aspettative dell'utenza e le prestazioni promesse dal produttore. La nuova norma tecnica sulla classificazione acustica degli edifici è un esempio di efficacia della normativa tecnica volontaria in quanto ritengo abbia saputo conciliare e sintetizzare le esigenze e le aspettative dell'utente sulle caratteristiche prestazionali del prodotto, con la capacità/possibilità del produttore di realizzarle, garantendo le prestazioni dichiarate ed attese. Come costruttori non possiamo che condividere la scelta del legislatore che, partendo dalla constatazione di un crescente contenzioso promosso dagli acquirenti, con l'art. 11.5 della Legge Comunitaria 2009 ha messo un freno alla possibilità di citare in giudizio l'impresa per il mancato rispetto del Decreto del 1997, facendo finalmente un po' di chiarezza al quadro di incertezze che ha accompagnato per anni questa materia. Siamo ora in attesa di un Decreto che sostituisca quello del dicembre del 1997 con l'introduzione della classificazione acustica. Si tratterebbe del passaggio definitivo, che ci aspettiamo confermi la citata normativa UNI, in particolare per la definizione dell'abilitazione di tecnici alla progettazione e al collaudo in opera sulla base di precisi modelli operativi. Un passaggio che metterebbe fine all'annosa vicenda e che porterebbe una significativa innovazione nel processo costruttivo, favorendo approcci volontaristici delle imprese spinte in tal modo a migliorare le performance e ad offrire al mercato standard abitativi crescenti, nonché a rendere trasparente il rapporto tra domanda e offerta. La disciplina sull'acustica si aggiunge a quella sull'efficienza energetica, e potrà essere integrata in futuro da quella sulla sostenibilità, migliorando il quadro delle informazioni messe a disposizione dell'utente del bene edilizio. Quadro che, con il meccanismo della classificazione graduata, conferisce al bene edilizio un nuovo valore economico legato alla capacità dello stesso di soddisfare esigenze spesso immateriali dell'utilizzatore (comfort, privacy, emissioni di CO2, consumo di materiali etc.). Ma il tema non si esaurisce nell'edificio, un traguardo ulteriore saranno i Piani di classificazione acustica, relativi a porzioni di territorio o città, dove la classificazione dovrà essere definita isolato per isolato. E sarebbe miope non comprendere come nel caso delle aree urbane interessate da grande traffico veicolare e da alta intensità di popolazione, sia oggettivamente impossibile contemperare tutte le esigenze. Come tutte le norme tecniche di prodotto/servizio, la norma UNI 11367 ha posto infatti al centro dell'attenzione il consumatore, le sue esigenze e il suo rapporto con il mondo della produzione, che – a propria volta – si impegna a dare informazioni sul tipo di prodotto che immette sul mercato. Uno strumento per qualificare i rapporti contrattuali in modo chiaro, evitando equivoci tra le aspettative della domanda e il contenuto dell'offerta, nell'interesse di entrambe. Lo sforzo del privato deve concentrarsi nell'affinamento dei requisiti acustici dei propri manufatti, ma anche il pubblico è chiamato a compiere i suoi passi: programmare e pianificare nel tempo misure di riduzione dell'inquinamento acustico vuol dire assumere rapidamente le decisioni di riqualificazione di ambiti compromessi.

Claudio De Albertis

012_013





Norme

UNI

Piero Torretta*
Foto di Beppe Gernone
Elaborati grafici TanAcoustics Studio

* Presidente UNI





A sinistra:
Teatro Petruzzelli, Bari.
Vista della sala del loggione

Quando si parla seriamente - di prestazioni acustiche ed energetiche degli edifici non si sta facendo "pura tecnica", bensì si sta cercando di fare chiarezza sul mercato e di qualificare un prodotto basato sul concetto di "salute e benessere degli occupanti e dei fruitori" affinché il cliente, l'intermediario e l'utilizzatore finale possano valutare correttamente l'offerta ed effettuare una scelta realmente consapevole; tutto ciò con un risultato collaterale - di importanza non trascurabile per gli operatori - di tutela dei vari soggetti che intervengono nel processo edilizio (progettisti, produttori di materiali da costruzione, costruttori, rivenditori...) da possibili successive contestazioni. Un esempio per tutti è quello della disciplina dei requisiti acustici passivi degli edifici definiti dal DPCM 5.12.1997, che ha generato numerosissimi contenziosi e quesiti interpretativi al ministero competente, nonché un ampio ventaglio di interpretazioni disomogenee da parte dei regolamenti locali. Questi concetti prestazionali devono basarsi sulla "qualità del costruire" che, in un'ottica di valore competitivo che la normazione volontaria può offrire, si sviluppa **sia in ambiti tradizionali come:**
_l'acustica in edilizia, con la definizione di un quadro normativo di riferimento a supporto della legislazione vigente in evoluzione, attraverso la revisione del Rapporto Tecnico sulla previsione delle prestazioni acustiche degli edifici e l'emanazione di nuove norme sulla classificazione acustica degli edifici e sulla progettazione integrata termo-acustica,
_il rendimento energetico degli edifici, attraverso il completamento del quadro normativo di riferimento a supporto dell'implementazione delle nuove disposizioni legislative, nazionali e comunitarie
_l'accessibilità dell'ambiente costruito, i cui lavori già avviati a livello internazionale nell'ISO/TC 59/SC 16 "Accessibility and usability of the built environment" trovano nuovo impulso con l'emanazione da parte della Commissione Europea al CEN del mandato M/420 "European

accessibility requirements for public procurement in the built environment,
sia in ambiti più innovativi, che si basano su un rapporto sinergico tra innovazione e normazione, per un efficace trasferimento del know-how acquisito e dei risultati della ricerca nelle norme tecniche, nonché per far convergere gli standard di base per l'ottimale scambio di informazioni nella progettazione, la realizzazione e la gestione degli edifici e la serie di norme sullo sviluppo sostenibile delle costruzioni. È tuttavia necessario accompagnare il consolidamento dello stato dell'arte tecnologico, oltre che con le competenze tecniche, anche con uno sforzo concettuale e procedurale per assicurare il necessario coordinamento da un lato tra disposizioni cogenti e norme volontarie e dall'altro tra i diversi livelli (nazionale, europeo e internazionale) del quadro regolamentare. Il riesame strategico a livello di normazione tecnica europea ha individuato le possibilità di sviluppare il portafoglio di norme CEN del settore costruzioni in modo da aumentare il loro contributo al costruire sostenibile, tenendo conto di una banca dati di quasi 6000 norme esistenti. È altresì auspicata, ove possibile, l'opportunità di avvalersi delle omologhe attività ISO. Le conclusioni e le azioni specifiche raccomandate comprendono:
_l'opportunità di sviluppare nuovi standard per migliorare la completezza del pacchetto normativo,
_la necessità di affrontare questioni di natura orizzontale per migliorare la coerenza,
_la necessità di affrontare questioni di interfaccia per migliorare l'interoperabilità.
In questo quadro si colloca perfettamente la UNI 11367 "Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera", essendo la prestazione acustica degli ambienti un elemento imprescindibile per il comfort abitativo e del costruire sostenibile. Essa interessa principalmente la fase funzionale del ciclo di vita di un'opera. La sua elaborazione è partita dall'esigenza di avere una norma tecnica che fissasse dei criteri valutativi precisi nel determinare

014_015

LE NORME PER LA CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEGLI EDIFICI

UNI 11367	Acustica in edilizia Classificazione acustica delle unità immobiliari Procedura di valutazione e verifica in opera
UNI 8199	Acustica - Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione Linee guida contrattuali e modalità di misurazione
UNI 8290-1 + A122	Edilizia residenziale - Sistema tecnologico Classificazione e terminologia
UNI 8369-1	Edilizia - Chiusure verticali Classificazione e terminologia
UNI 8369-2	Edilizia - Pareti perimetrali verticali Classificazione e terminologia
UNI EN ISO 140-4	Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti
UNI EN ISO 140-5	Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate
UNI EN ISO 140-7	Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Misurazioni in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai
UNI EN ISO 140-14	Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Parte 14: Linee guida per situazioni particolari in opera
UNI EN ISO 717-1	Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Parte 1: Isolamento acustico per via aerea
UNI EN ISO 717-2	Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Parte 2: Isolamento del rumore di calpestio
UNI EN ISO 3382-1	Acustica - Misurazione dei parametri acustici degli ambienti Parte 1: Sale da spettacolo
UNI EN ISO 3382-2	Acustica - Misurazione dei parametri acustici degli ambienti Parte 2: Tempo di riverberazione negli ambienti ordinari
UNI EN ISO 10052	Acustica - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea, del rumore da calpestio e della rumorosità degli impianti - Metodo di controllo
UNI EN ISO 16032	Acustica - Misurazione del livello di pressione sonora di impianti tecnici in edifici Metodo tecnico progettuale
UNI EN ISO 18233	Acustica - Applicazione di nuovi metodi di misurazione per l'acustica negli edifici e negli ambienti interni
ISO 15186-2	Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements using sound intensity Part 2: Field measurements
CEI EN 60268-16	Apparecchiature per sistemi elettroacustici

i requisiti acustici passivi degli edifici e che definisse anche una metodologia di suddivisione degli stessi in classi prestazionali. L'idea della classificazione acustica è nata proprio dall'analisi del DPCM 5.12.1997, che si è rivelato uno strumento troppo rigido rispetto ad una realtà costruttiva la quale richiedeva di essere interpretata con maggiore attenzione alle diversità esistenti. Nel panorama italiano questa impostazione in ambito acustico è particolarmente innovativa e, quindi, la sua trasposizione in una norma tecnica volontaria ha determinato ampie e profonde discussioni e il superamento di molteplici ostacoli. L'iniziativa della Commissione Acustica dell'UNI si è avviata anche per il decisivo appoggio del Ministero dell'Ambiente, interessato ad uno strumento tecnico che potesse operare in sinergia con i provvedimenti legislativi destinati a sostituire il DPCM. All'elaborazione della norma hanno quindi partecipato oltre 60 esperti in rappresentanza di tutti gli interessi "in gioco". Infatti tutte le fasi che convergono nel processo di realizzazione dell'opera sono determinanti ai fini del risultato acustico: la progettazione, l'esecuzione dei lavori, la posa in opera dei materiali, la direzione dei lavori, le eventuali verifiche in corso d'opera, ecc. Questa norma definisce, nella prima parte, i concetti essenziali, esplicita il significato dei termini usati e indica i livelli di riferimento. La classificazione acustica è applicabile a tutti gli edifici con destinazione d'uso diversa da quella agricola, artigianale e industriale, con due importanti eccezioni: gli ospedali e le scuole; per essi sono stabiliti dei criteri specifici contenuti all'interno di un'appendice. La classificazione è prevista per singole unità immobiliari, e non per edificio: cioè, nel caso di un condominio, chi ha la responsabilità della classificazione deve assegnare la classe ad ognuna delle unità immobiliari che lo compongono, e non genericamente all'intero condominio. La classificazione è effettuata considerando i requisiti definiti dal DPCM 5.12.1997, cioè: *_isolamento acustico* normalizzato di facciata, *_potere fonoisolante* apparente di divisori fra ambienti

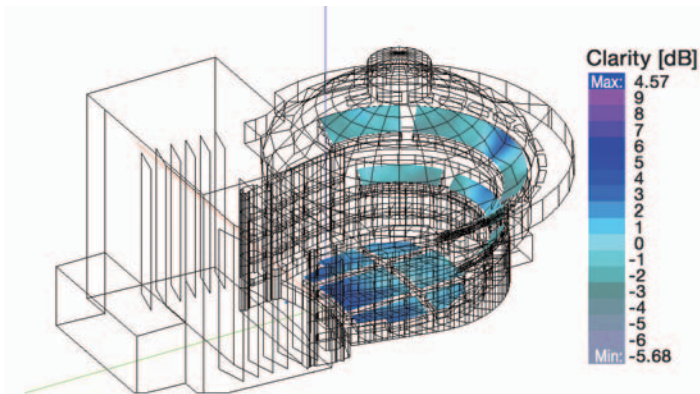
appartenenti a differenti unità immobiliari, *_livello di pressione sonora* di calpestio normalizzato fra ambienti appartenenti a differenti unità immobiliari, *_livello sonoro* immesso da impianti a funzionamento continuo, *_livello sonoro* immesso da impianti a funzionamento discontinuo. Sono state previste 4 classi: la prima di esse presuppone livelli prestazionali di eccellenza, l'ultima è propria di unità immobiliari aventi prestazioni modeste. Il livello prestazionale "di base" è rappresentato dalla terza classe. La classificazione acustica è prevista sulla base di specifiche misurazioni e non solo dei calcoli previsionali. Questa scelta, che ad esempio differenzia la classificazione acustica da quella energetica, deriva dall'esperienza di questi anni in cui si sono frequentemente constatate rilevanti differenze fra dati calcolati e risultati di misurazioni "in situ". Le valutazioni riguardano tutti gli ambienti in cui sia possibile effettuare le misurazioni di collaudo in conformità alle norme della serie UNI EN ISO 140, fatti salvi gli ambienti accessori e di servizio ad uso individuale.

Il processo di classificazione si sviluppa in tre passaggi tramite una serie di calcoli, impegnativi ma supportati da numerosi esempi:
1_attribuzione (ad ogni ambiente dell'unità immobiliare) della classe per ogni requisito,
2_classificazione dell'intera unità immobiliare per ogni requisito,
3_classificazione dell'intera unità immobiliare tramite un indice "unico".

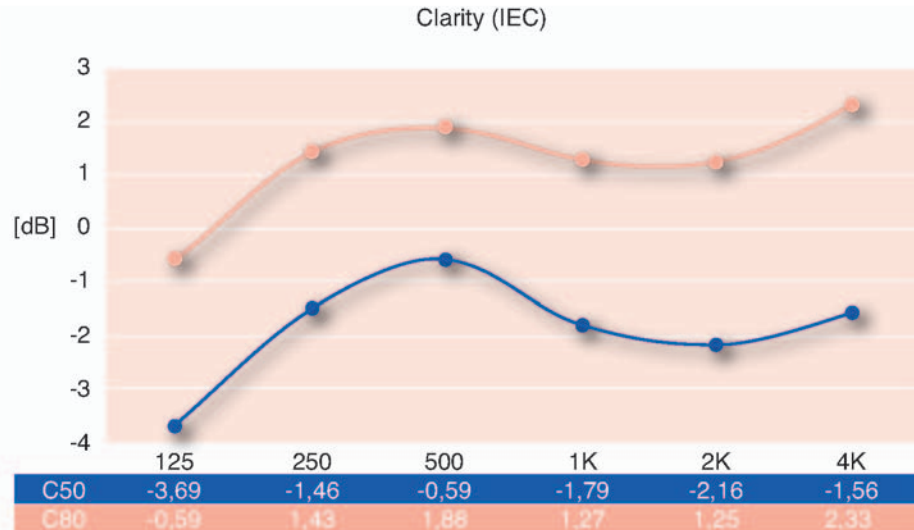
Infine, su due punti rilevanti il gruppo di lavoro ha discusso lungamente: la valutazione dell'incertezza e i criteri di campionamento; giungendo alla conclusione condivisa di considerare - ai fini della classificazione - l'incertezza di misura determinata sulla scorta di affidabili dati di riproducibilità disponibili in letteratura, mentre per il campionamento (introdotto per consentire, in presenza di unità immobiliari simili, di effettuare le misurazioni su un numero limitato di esse) una specifica appendice fornisce indicazioni informative sui criteri di campionamento e di estensione dei risultati.

TEATRO PETRUZZELLI DI BARI

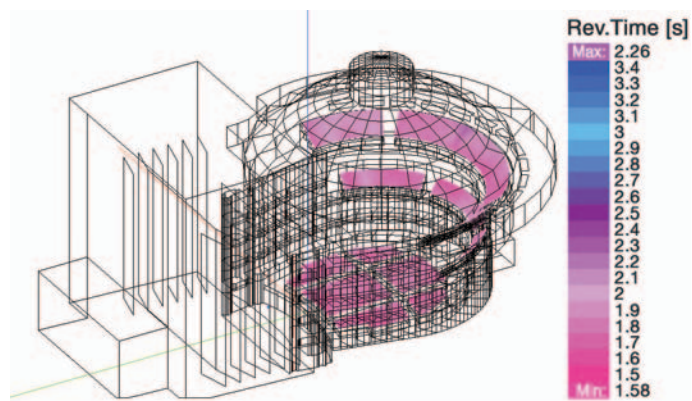
Modello acustico di simulazione: indice di chiarezza C80



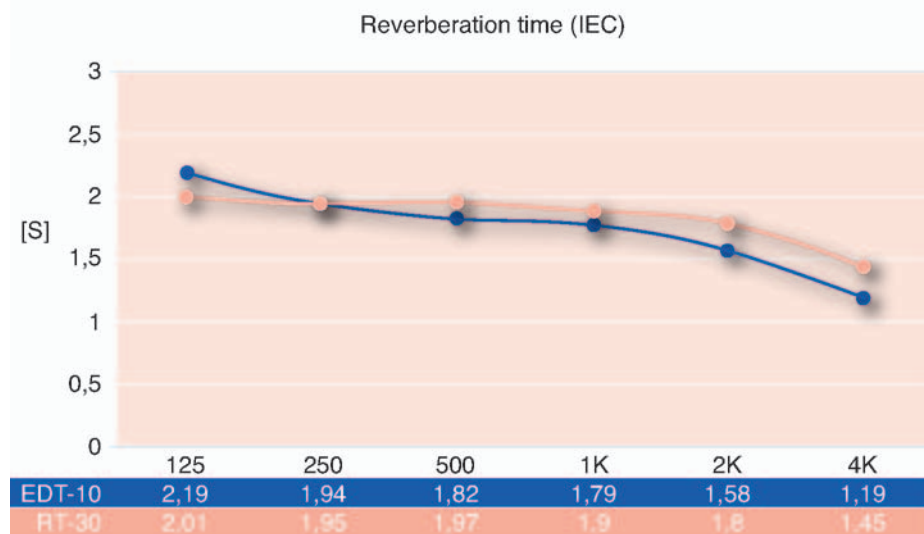
Misure acustiche finali: indice di chiarezza C80



Modello acustico di simulazione: stima del tempo di riverbero



Misure acustiche finali: tempo di riverbero



IL PROGETTO ACUSTICO DEL PETRUZZELLI

Il Teatro Petruzzelli di Bari è il quarto teatro italiano per dimensioni. Completamente distrutto da un incendio nel 1991, fu poi ricostruito ed inaugurato nel 2009. Le immagini da pag. 13 a pag. 21 rappresentano un report dell'intervento di restauro e specialmente delle migliorie acustiche.

Il restauro filologico del Teatro Petruzzelli di Bari, che prevedeva la ricostruzione dell'edificio "dov'era" e "com'era", ha visto nel corso degli anni l'avvicendamento di diversi progettisti e consulenti che hanno affrontato il problema con serietà e competenza.

IL PROGETTO ESECUTIVO A BASE D'APPALTO

porta la firma dello studio S•M•N dell'Ing. G.L. Sylos Labini & Partners, Arch. E. Capodacqua, Studio Vitone & Associati e Comes Studio associato.

Consulenti:

Prof. Ing. Umberto Ruggiero, Prof. Ing. M. Strada, Dott. Ing. M. Cisternino [impianti]
Arch. Eleonora Strada, Arch. Ugo Perut [acustica]
Prof. Arch. Ing. P. Masini, Prof. Ing. N. De Venuto, Ing. F. Spadafora [incendi e sicurezza].
Sulla base del progetto a base d'appalto

è stata indetta una gara che prevedeva soluzioni migliorative riguardanti in particolare l'acustica di sala e l'adeguamento dell'apparato scenotecnico.

IL PROGETTO CANTIERABILE

vincitore della gara, porta la firma del Prof. Arch. Amerigo Restucci, Arch. Elisabetta Fabbri, Arch. Giovanni Vincenti, Prof. Giorgio Baffo, Arch. Liliana Vecchina.
Itaca S.p.A. Servizi di ingegneria [impianti e prevenzione incendi], Arch. Francesca Bertozzi [strutture].

Consulenti:

M^o Lorenzo Arruga [ricerca storico musicale]
Mauro Carosi, scenografo [funzionalità palcoscenico]
M^o Marco Facondini - TanAcoustics Studio [valorizzazione acustica]
collaboratore Ing. Daniele Pontiggia

Società aggiudicatrici:

ConsCoop, Forlì - SAC S.p.A., Roma

Società esecutrice dei lavori:

"Ricostruzione Teatro Petruzzelli S.C. a r.l."



Ezio Rendina*

Foto di Beppe Gernone

* Tecnico competente in acustica ambientale
(ai sensi della Legge 447/95 art. 2 comma)

Studio Consulting & Management Ingegneria Acustica, Milano

A destra:
Teatro Petruzzelli, Bari.
Particolare dei palchi

comuni

Azzonamento acustico tra piano e risanamento

La legge 447 del 26/10/1995 prevede che i Comuni redigano un piano di Azzonamento Acustico che deve contenere:

- 1_l'individuazione delle tipologie ed entità dei rumori presenti, incluse le sorgenti mobili;
- 2_l'individuazione dei soggetti cui compete l'intervento (v. nota 1);
- 3_l'indicazione delle priorità, modalità e tempi per il risanamento;
- 4_stima degli oneri finanziari necessari;
- 5_eventuali misure cautelari a carattere d'urgenza per la tutela dell'ambiente e della salute pubblica.

Il Piano deve inoltre:

- _coordinarsi con il Piano Urbano della Mobilità e con il Piano Generale del Traffico Urbano;
- _deve recepire il contenuto dei piani di contenimento ed abbattimento del rumore predisposti dalle Società e dagli Enti Gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, ivi comprese le autostrade;
- _deve tener conto dei programmi di riduzione dell'inquinamento acustico prodotti da impianti ed attrezzature utilizzate per raccolta rifiuti e pulizia della strada;
- _deve prevedere uno strumento di raccolta e coordinamento dei Piani di Risanamento Acustico delle Imprese.

Il Piano di Risanamento Acustico deve allegare la Relazione Biennale sullo Stato Acustico dell'Ambiente; esso è un Piano d'indirizzo del Comune nella lotta all'inquinamento acustico. Ma attraverso quali azioni si concretizza questa lotta? Si possono qui di seguito sintetizzare alcune metodologie classiche e quantificarne la relativa efficacia.

In linea di massima le azioni di mitigazione sonora si possono suddividere in 4 macro aree qui riportate in ordine sequenziale di intervento:

- 1_interventi di riduzione della emissione sonora della sorgente;
- 2_interventi di riduzione della propagazione sonora;
- 3_interventi di protezione sonora al ricettore;
- 4_interventi legislativi e di sensibilizzazione della popolazione.

Interventi di riduzione delle emissioni

Al punto 1 si annovera la fluidificazione e la riduzione del traffico veicolare nonché la ricerca dei mezzi di trasporto più silenziosi. A tal riguardo si precisa che i mezzi pesanti in genere sono i mezzi di trasporto più impattivi: le emissioni sonore sono comprese tra 82 e 99 dB(A) per gli autobus, tra 78 e 99 dB(A) per i mezzi di raccolta R.S.U. o spazzatura delle strade. Anche la diffusione della trazione elettrica, specie tra la mobilità privata o i taxi, contribuisce alla riduzione dell'inquinamento acustico. Ulteriori risultati possono essere ottenuti attraverso la regolamentazione degli accessi in determinate zone della città differenziata in orari e relativi mezzi andando a

penalizzare quelli più rumorosi come i motocicli, i mezzi pesanti e i mezzi da cantiere o di trasporto eccezionale. Si precisa che il modo più economico per ridurre di circa il 25% il traffico è quello delle targhe alterne ma che, solitamente, a tale riduzione non corrisponde una analoga riduzione della pressione sonora. Si ottiene, infatti, al decrescere del traffico, un proporzionale aumento della velocità che compensa quasi pariteticamente le minori emissioni sonore. Di maggiore efficacia, certamente, è un'adeguata protezione della viabilità pubblica, la riqualificazione dei mezzi di trasporto pubblico verso mezzi a minori emissioni sonore (dovrebbe essere uno dei target delle gare per l'acquisizione di mezzi di trasporto), la revisione di quei mezzi a guida vincolata (tram) che percorrono curve a raggio troppo stretto, la revisione degli orari di raccolta di R.S.U. (che potrebbe essere svolta in periodo diurno, meno delicato, nel momento in cui la viabilità risultasse meno congestionata in detti orari). Tali obiettivi si raggiungono anche attuando la gerarchizzazione della rete infrastrutturale mediante apposita regolamentazione della rete semaforica, mediante la creazione di rallentatori per la viabilità secondaria realizzando apposite strettoie (evitando i dossi artificiali perché fonte di rumore) e regolamentando opportunamente la sosta in modo da proibirla sulla viabilità principale favorendo quella sulla viabilità secondaria. Altro utile intervento è la realizzazione, per la viabilità secondaria, di vie a fondo cieco. Si suggerisce, infine, l'adozione generalizzata di manto di usura costituito da conglomerato bituminoso di tipo altamente drenante con funzione di alta fonoassorbente. Le ultime sperimentazioni indicano una riduzione di 5 dB(A) delle emissioni sonore. Giova ricordare che tale proprietà è generalmente garantita nel momento in cui la porosità superficiale del primo strato del manto di usura è libera da materiale ostruente. Quando tale porosità è ridotta proporzionalmente la capacità drenante e fonoassorbente si riduce.

Interventi di riduzione della propagazione sonora

Per ridurre la propagazione sonora è necessario agire attraverso linee diffrattive e/o superfici ad alta fonoassorbente. Le prime sono costituite da ostacoli fonoimpedenti (i.e. muri, barriere antirumore ma anche rilevati in terra) con le quali, se ben progettate, si può arrivare ad abbattimenti anche superiori ai 10 dB(A). Si precisa che le essenze vegetali hanno un potere fonoimpedente quasi nullo. Circa le superfici fonoassorbenti si hanno quelle naturali (come il terreno, meglio se non perfettamente piano), ma anche gli intonaci fonoassorbenti degli edifici.

Interventi di protezione sonora al ricettore

Per ridurre il rumore al ricettore si parte da un'accurata progettazione degli edifici prevedendo la disposizione dei vani maggiormente delicati (le camere da letto) verso i lati degli edifici meno esposti.



In generale anche l'orientamento dell'intero stabile deve essere studiato nei confronti della sorgente sonora. Solitamente, qualora gli interventi sulla infrastruttura o sui mezzi che la percorrono non fossero sufficienti, l'Amministrazione comunale ritiene ammissibili interventi di protezione al ricettore, i quali avrebbero anche l'effetto secondario di migliorare l'efficienza energetica degli edifici ricettori protetti. Tali interventi sono solitamente concepiti in modo da innalzare l'isolamento acustico delle facciate per esempio sostituendo gli infissi con altri (monoblocco) aventi prestazioni acustiche elevate e certificate in laboratorio.

Interventi legislativi e di sensibilizzazione della popolazione.

Circa gli interventi legislativi occorre che, a norma di legge, la Pubblica Amministrazione organizzi piani di monitoraggio delle emissioni sonore dei veicoli con particolare riguardo ai motocicli ed ai ciclomotori per il trasporto su gomma, ai tram circa il trasporto su ferro ed al rumore da sorvolo per il trasporto aereo.

A tale fine il Comune deve adeguare i regolamenti locali di igiene e sanità o di polizia municipale, prevedendo apposite norme contro l'inquinamento acustico.

Il Piano di Risanamento Acustico dovrà pertanto contenere dei protocolli di valutazione:

_della domanda di licenza o di autorizzazione all'esercizio delle attività produttive, sportive e ricreative e a postazioni di servizi commerciali polifunzionali;

_un protocollo che contenga l'indicazione delle misure previste per ridurre o eliminare le emissioni sonore causate dall'attività o dagli impianti;

_un protocollo per la valutazione della corrispondenza alla normativa vigente dei contenuti della documentazione di valutazione di impatto acustico e di valutazione previsionale di clima acustico;

_verificare l'applicazione del D.M.A. del 31/10/1997 "Metodologia di misura del Rumore aeroportuale" nonché verificare che siano costituite ed effettivamente operative le commissioni previste all'art. 4 predisposte alla definizione delle procedure antirumore in tutte le attività aeroportuali, alla definizione delle zone di rispetto ed ai relativi criteri urbanistici ed edificatori ed alla classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico e caratteristiche di monitoraggio.

Si suggerisce di affiancare sempre al progettista degli interventi sulla viabilità anche un esperto di acustica ambientale in modo che dal lavoro collegiale delle due figure professionali possa scaturirne la migliore sintesi possibile.



(nota 1) I soggetti a cui compete l'intervento di mitigazione sonora sono gli Enti esercenti le infrastrutture per mezzo delle quali si hanno eccessive emissioni sonore. A puro titolo esemplificativo, e non certo esaustivo, si hanno i seguenti Enti a Milano:

a) il Comune per quanto attiene i servizi di scuolabus, raccolta RSU, sorgenti sonore fisse (quali inceneritori, Centrale del Latte, discariche), viabilità comunale, mezzi di trasporto urbani ed extraurbani.

b) gli Enti esercenti le strade quale Milano Serravalle Tangenziali s.p.a.,

Provincia, Regione ed A.N.A.S. per le strade di loro competenza.

c) gli Enti esercenti il trasporto su ferro quali: Trenitalia s.p.a., A.T.M. s.p.a. e F.N.M.E. s.p.a.

d) i soggetti privati, le industrie, gli artigiani, i locali pubblici, relativamente alle emissioni sonore specifiche della loro attività.

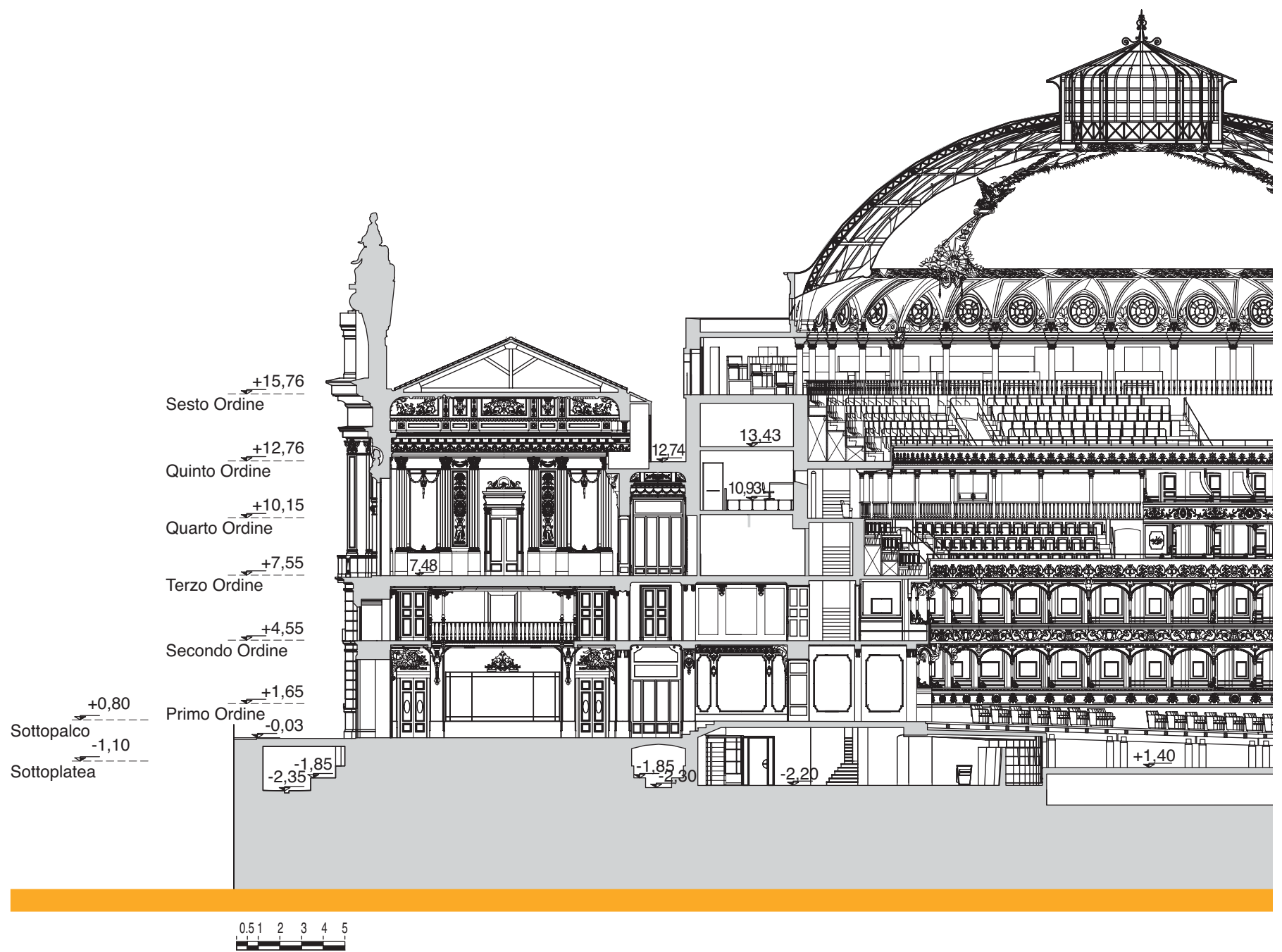
e) La Regione Lombardia avrebbe dovuto predisporre un piano regionale triennale di intervento di bonifica dall'inquinamento acustico, avendo recepito le proposte da parte delle Province. Tale piano non è stato ancora predisposto dalla Regione.

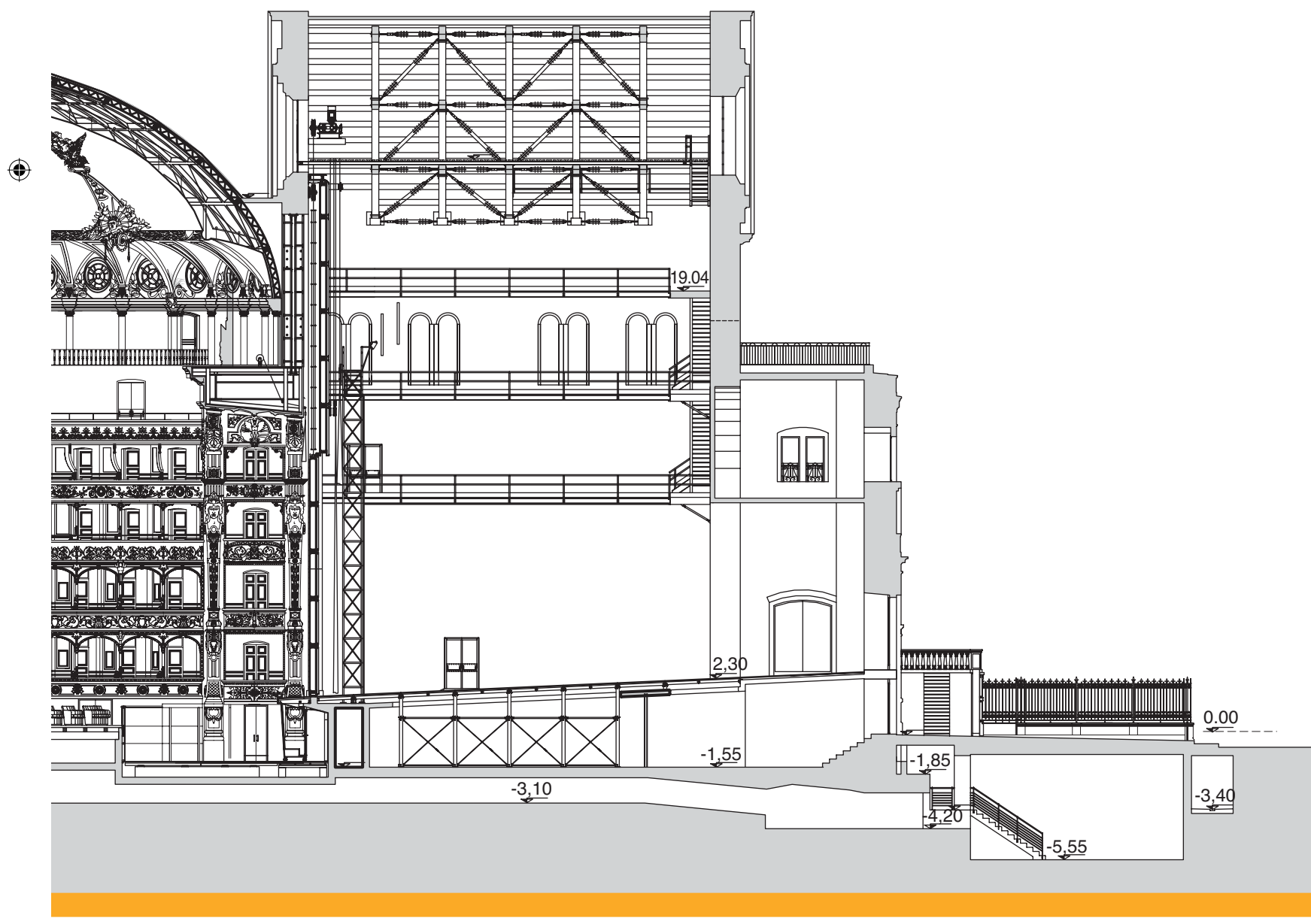
018_019





Teatro Petruzzelli, Bari
Sezione trasversale sul teatro





020_021





Folco de Polzer

Studio di Acustica de Polzer Srl, Milano

casi

Oggetti e soggetti in campo acustico

Ogni edificio, esistente od in progetto, è inevitabilmente in relazione con il rumore ambientale. E' un oggetto, colpito dai suoni che giungono dalle sorgenti presenti, massime il traffico veicolare. La progettazione dovrà valutare se saranno rispettati i limiti acustici in facciata. E' un soggetto, attivo, contiene sorgenti sonore che emettono verso l'esterno, impianti di vario tipo. La valutazione riguarderà i livelli agli altri edifici, tenuto conto di quanto già esiste.

Clima acustico previsionale

Il clima acustico dell'ambiente che ci circonda è formato da numerosi tipi di sorgenti, diverse per intensità, cioè contenuto energetico, oltre che per qualità, composizione in frequenza. Se ci spostiamo, possiamo sentire che il suono cambia se siamo vicino alla parete di un edificio o se stiamo attraversando un incrocio, cioè se ci sono riflessioni delle onde sonore contro una parete. La legislazione ha cercato di porre dei limiti per ridurre i livelli sonori nell'ambiente che frequentiamo, nel quale lavoriamo o riposiamo. Se si sta progettando un nuovo edificio, ad esempio residenziale, ci si dovrà preoccupare che i limiti acustici di zona siano rispettati ad 1 metro dalle facciate. Il clima si misura con fonometri, per

un tempo abbastanza lungo da fornirci valori medi non casuali, come accade eseguendo misure di breve durata. La misura da 10' da molti usata, ha come unico pregio il basso costo; però le variazioni di traffico possono dare scostamenti rispetto a valori misurati sulle 24 ore, che vanno da +/- 2 fino a +/- 7 decibel. Il valore da misura breve si può trovare in un punto qualunque entro un intervallo anche di 14 dB. Anche la posizione di misura è un punto delicato: deve essere in corrispondenza delle facciate in progetto esposte alle immissioni delle sorgenti esistenti. Questo è facile. Ma la quota da terra? Si vedono misure eseguite a 1,50 m da terra, in genere perché è l'altezza alla quale arriva il cavalletto da fotografo dilettante che alcuni usano ancora. Ma è il piano terra, il livello ai piani superiori è uguale? In realtà il livello del rumore da traffico aumenta salendo fino al terzo o quarto piano, secondo la distanza dalla strada, diminuendo poi lentamente ai piani superiori. Un errore di posizione del microfono può quindi sottostimare il clima acustico anche di diversi dB. La relazione che il titolare dell'autorizzazione deve presentare, deve superare le valutazioni dei funzionari Arpa, ente al quale i Comuni chiedono il parere tecnico preventivo.





L'impatto acustico

La valutazione d'impatto acustico per nuove costruzioni ha invece lo scopo di preservare il futuro, impedire che i livelli sonori presenti nell'ambiente, che spesso hanno già bisogno di un risanamento, subiscano ulteriori aumenti.

La parte più rilevante delle valutazioni d'impatto riguarda ovviamente quegli insediamenti, che hanno importanti sorgenti sonore, tipicamente le industrie ma anche le strade, come gli impianti accessori alle costruzioni civili o del terziario.

Ne segue l'obbligo di presentazione di valutazione d'impatto acustico per nuove costruzioni che detengano sorgenti sonore.

Per chi costruisce un edificio, civile o terziario, il problema è circoscritto agli impianti ed al rumore che questi possono emettere verso l'esterno, verso terzi adiacenti.

Le strade devono essere trattate a parte in quanto sorgenti da controllare ma diventano importanti se l'edificio da costruire è vicino alla strada. Gli aspetti fisici che il legislatore deve valutare sono numerosi: il volume della costruzione ha un effetto di schermo per eventuali altre costruzioni presenti o future che si trovino in seconda o terza schiera rispetto all'asse stradale;

le nuove superfici possono riflettere le onde sonore prodotte dal traffico, verso altri edifici preesistenti;

livelli eccessivi in facciata, prodotti da traffico ed eventuali riflessioni, possono produrre livelli troppo elevati all'interno degli spazi abitativi, sia quelli esistenti che quelli nuovi.

Riferimento di legge

La legge 447/95, all'art. 8, indica i casi nei quali è obbligatoria la presentazione di valutazione d'impatto acustico.

Al comma 2:

- a) aeroporti, aviosuperfici, eliporti;
- b) strade di tipo A (autostrade), B (strade extraurbane principali), C (strade extraurbane secondarie), D (strade urbane di scorrimento), E (strade urbane di quartiere) e F (strade locali), secondo la classificazione di cui al decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni;
- c) discoteche;
- d) circoli privati e pubblici esercizi ove sono installati macchinari o impianti rumorosi;
- e) impianti sportivi e ricreativi;
- f) ferrovie ed altri sistemi di trasporto collettivo su rotaia.

Al comma 3 invece:

3. E' fatto obbligo di produrre una valutazione previsionale del clima acustico delle aree interessate alla realizzazione delle

seguinti tipologie di insediamenti:

- a) scuole e asili nido;
- b) ospedali;
- c) case di cura e di riposo;
- d) parchi pubblici urbani ed extraurbani;
- e) nuovi insediamenti residenziali prossimi alle opere di cui al comma 2.

La valutazione previsionale deve tenere conto del clima acustico esistente, delle variazioni indotte dal nuovo volume, sia direttamente con le sue sorgenti, sia indirettamente riflettendo onde sonore provenienti da altre sorgenti.

I controlli

Il controllo di questo meccanismo è affidato ai comuni, che devono istituire delle prassi di richiesta di documentazione al momento della presentazione delle pratiche, che siano permessi oppure DIA. La richiesta di presentazione di una nuova pratica, quella acustica, costituisce il primo annuncio al presentatore della domanda o della DIA, che costringe la proprietà dell'area ad affrontare il problema e successivamente ad approfondirlo. Ritengo che la ragione principale dello scarso funzionamento della legge quadro e dei suoi decreti stia nell'inerzia dei comuni, nella scarsità del loro organico tecnico,

sia dal punto di vista numerico che dell'aggiornamento su normative complesse come le leggi acustiche. Questo vale in campo edilizio ed anche per le nuove piccole infrastrutture, circonvallazioni, ampliamenti di strade, costruzione di strade locali che non richiedano l'approvazione regionale. Il punto e) del comma 2 riguarda di fatto la quasi totalità degli insediamenti residenziali: una strada ci arriva sempre, se poi c'è una ferrovia, la necessità diventa evidente. Fino a pochi anni fa la verifica del clima acustico veniva eseguita solo per costruzioni che sarebbero sorte entro la fascia di 30 metri dal sedime ferroviario, su esplicita richiesta delle Ferrovie, il primo ente ad instaurare prassi che lo proteggessero da contenziosi futuri. Nel caso dei gestori delle strade, province, Anas, autostrade, i comuni stessi, non vi è se non casualmente una verifica del possibile inquinamento futuro verso abitazioni che potrebbero sorgere. Solo il DPR 142/04 sui limiti e le pertinenze acustiche delle strade, ha fissato un chiaro punto fermo: tutte le costruzioni autorizzate dopo il 2004 dovranno farsi carico direttamente gli aspetti d'inquinamento acustico. Da quel momento le eventuali opere sono a carico dell'investitore. I gestori d'infrastrutture





Valutazione d'impatto acustico

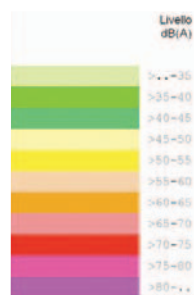


figura 1

avrebbero dovuto seguire gli iter urbanistici dei territori serviti, evitando incongruenze. Un caso da manuale è: la Provincia costruisce una tangenziale per togliere migliaia di auto da un centro abitato, spesso di origine rurale seicentesca, dove la distanza fra le case è tale da permettere il passaggio di un carro colmo di fieno, raramente permettendo l'incrocio di due carri. Il rumore in simili strade risulta amplificato dalle riflessioni delle onde sonore. Il Comune rende poi edificabili le aree comprese fra l'abitato e la tangenziale. Dopo qualche anno il comune chiede alla Provincia di installare barriere fono isolanti per ridurre il rumore da traffico verso le nuove case. La Provincia si arrabbia, colpita a cuore, orgoglio, portafoglio. Discutono per anni su chi deve pagare le barriere. Se invece la questione riguarda un contesto già urbanizzato, un'area residuale o ricavata da demolizione o per riqualificazione di volumetria esistente, si può esaminare un caso semplice. Un investitore acquista un'area in un contesto urbanizzato, presenta un progetto, gli viene chiesto di valutare se il limite acustico di zona, fissato dal Piano di Zonizzazione Acustica (PZA), è rispettato ad 1 metro

dalla facciata, fa eseguire da un tecnico competente le misure fonometriche, identifica la sorgente, in genere traffico, trova un superamento del limite, Arpa non dà parere favorevole ed il Comune si guarda bene dal concedere l'autorizzazione in mancanza di parere favorevole. Installare barriere fono isolanti in ambito urbano è fisicamente impossibile perché non vi sono gli spazi. Tecnicamente inutile perché si proteggerebbe bene il piano terra, modestamente il primo piano, per nulla i piani superiori. Togliere il traffico o regolarlo non è competenza dell'investitore.

Intervento del tecnico

La politica urbanistica è fatta attraverso i Piani Regolatori, ora Piano di Governo del Territorio in Lombardia, con procedure di consultazioni e pubblicità delle scelte che non trovano corrispondenza in quanto avviene per l'approvazione dei PZA. L'assenza dei Piani di Risanamento Comunali produce una generalizzata situazione di superamento dei limiti in città e paesi. Non si bloccano le costruzioni per un PZA del quale pochi si sono accorti. Il tecnico esegue allora una valutazione più allargata, utilizza la conta classificata dei flussi veicolari, divisi fra leggeri e

pesanti, con la velocità media nei due periodi di riferimento, diurno fra le 06 e le 22, notturno dalle 22 alle 06. Con un modello matematico calcola il futuro livello sonoro a tutti i piani esposti al rumore stradale, calcola infine l'isolamento acustico di facciata necessario per ottenere livelli confortevoli all'interno dei locali più sfavoriti. Spesso il raggiungimento del requisito acustico di facciata ex D.P.C.M. 5/12/97 è sufficiente per ottenere un buon risultato. A volte si deve aumentare la resistenza acustica della facciata. Cos'è un "livello confortevole"? Secondo il citato decreto 142/04 corrisponde a 40 dB(A) nel periodo notturno. Spesso le Arpa chiedono qualcosa di meglio 35 od anche 32 dB(A) la notte. Va ricordato che non si tratta di livelli d'isolamento impossibili da raggiungere, è sufficiente curare i dettagli, gli spessori e la struttura della facciata, i vetri stratificati in modo particolare. Certo, più alto è il livello di rumore da traffico, più oneroso sarà l'intervento ma altri elementi commerciali permetteranno di riassorbire costi in realtà marginali, dell'ordine del 3% del costo di costruzione.

Casi particolari

La valutazione d'impatto sarà più complessa se l'edificio progettato o, in aree più ampie, il complesso

di edifici, conterrà una pluralità di funzioni. Residenza, uffici, piccolo centro commerciale, un asilo. Non è più solo un oggetto, inserito in un ambiente con un dato clima sonoro, diventa un soggetto attivo, che produce nuovi rilevanti flussi di traffico, emette rumore da impianti importanti, specialmente di condizionamento degli ambienti, frigoriferi per le attività di vendita di alimentari e simili. La valutazione previsionale del clima diventa una vera Valutazione d'Impatto Acustico. Si misura l'effetto sull'intero ambiente, ad insediamento terminato. L'individuazione delle sorgenti esistenti e la stima calcolata di quelle future è operazione iniziale nella procedura. Devono essere stimati anche i flussi indotti dalle diverse funzioni presenti. Nel modello matematico, dopo aver inserito i volumi progettati, si collocano dei punti ricettori ad ogni piano, si calcola il livello sonoro post operam e lo si confronta con i limiti di zona assegnati a quell'area dal Piano comunale. Caso particolare è l'eventuale asilo o asilo nido. Il limite in facciata è comunque quello della prima classe, vale a dire 50 dB(A) di giorno, indipendente dal limite di zona. E' un privilegio accordato ai ricettori sensibili, scuole, ospedali, case di riposo. Il limite notturno è teorico,



di un impianto in copertura

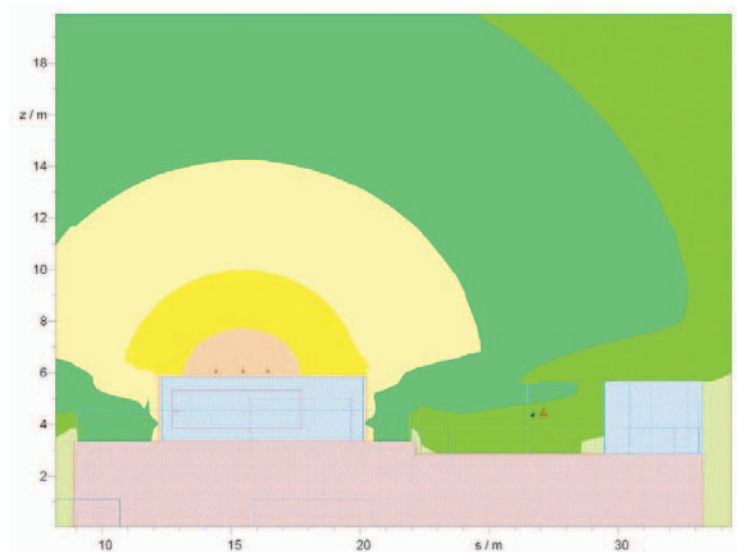


figura 2

Figura 1:
Valutazione d'impatto acustico di centrale
di condizionamento.
Calcolo di propagazione del suono,
isofone in pianta, quota copertura.

Figura 2:
Livello sonoro calcolato con software
previsionale, sezione verticale.

ovviamente. Normalmente è sufficiente scegliere oculatamente la collocazione dell'asilo per rientrare nei limiti. Si sfrutta l'effetto di schermo degli altri edifici. Se non fosse sufficiente si dimensionano i requisiti acustici della facciata per ottenere caratteristiche d'isolamento acustico migliorate. Per l'area di attività all'aperto, dune di terra con erba, arbusti ed alberi possono essere utili. Altro caso che merita di essere trattato a parte, è la previsione di un pubblico esercizio. La valutazione d'impatto è necessaria, poiché è ormai prassi che i locali pubblici gestiscano sorgenti sonore, dagli aspiratori della cucina, anche piccola, ai condizionatori per il raffrescamento estivo, alla emissione musicale. Dovrà essere calcolato il livello emesso verso l'esterno attraverso pareti e finestre ma in particolare modo il livello immesso verso eventuali unità immobiliari residenziali adiacenti. Certamente divisori e solette dovranno essere sovradimensionati rispetto ad altri utilizzi più delicati. I gruppi frigoriferi, per alimenti e condizionamento dovranno essere scelti opportunamente, eseguendo calcoli precisi o chiedendo al fornitore una garanzia che si estenda non solo al buon funzionamento ma anche al fatto

che i macchinari devono essere adeguati in quel luogo, con quel clima acustico. E' noto che la trasmissione del rumore per via solida, all'interno degli edifici è un punto delicato al quale non sempre viene dedicata sufficiente attenzione. Le imprese di costruzione che lavorano per terzi, devono prestare molta attenzione agli elementi ora descritti, poiché la loro responsabilità, pur secondaria rispetto a quella dell'imprenditore immobiliare, è presente in ogni atto. La proprietà delegherà al costruttore l'utilizzo della miglior tecnica utile ad ottenere isolamenti acustici ai livelli richiesti da ogni specifico caso. Pur non volendo affrontare gli aspetti giuridici, che meritano un trattamento a parte, va ricordato almeno che la responsabilità di eventuali carenze è suddivisa fra i soggetti che hanno operato: imprenditore, progettista preliminare ed esecutivo, impresa, direttore lavori, venditore. Dal punto di vista dell'investitore può essere utile far effettuare delle misure ambientali nelle primissime fasi dell'intervento. Diversi anni fa un costruttore avveduto, prima di concludere l'acquisto di un immobile da ristrutturare, in Milano, ci chiamò per realizzare delle misure fonometriche ambientali

e verificare il rispetto dei limiti. Fece poi valere l'argomento nella trattativa.

Piano di zonizzazione acustica

Abbiamo più volte citato il Piano di Zonizzazione Acustica. E' lo strumento di pianificazione acustico - urbanistica di competenza delle amministrazioni comunali. Deve essere approvato dal Consiglio Comunale, in seguito a un'adozione, alla raccolta di osservazioni e alla loro discussione, all'inserimento con varianti oppure rigetto. Sarebbe bene che tutti i soggetti economici e sociali intervenissero durante questa procedura, per evitare distorsioni ed ottenere uno strumento equilibrato. L'equilibrio delle scelte è comunque difficile, perché la parte costruita degli agglomerati è grandissima e gli usi degli edifici seguono logiche che sfuggono al pianificatore. Un chiaro esempio è costituito dalla frequente trasformazione di uffici in abitazioni, dovuta a spostamenti di attività, ad un eccesso di offerta di uffici ed altro. Gli investitori immobiliari hanno interessi contrastanti, rispetto alla classificazione delle aree edificabili. Una attribuzione della II classe, limiti 55 dB(A) diurni e 45 notturni, dovrebbe garantire un'area tranquilla, dove i futuri residenti subiranno livelli

sonori modesti, l'area dovrebbe avere maggiori caratteristiche di tranquillità. Non è però affatto detto che questi limiti siano già rispettati dalle sorgenti presenti, soprattutto se si tratta delle strade comunali, dove il traffico è sempre meno regolato. Il requisito commercialmente utile della tranquillità diviene teorico, una promessa per il futuro. Un'attribuzione invece, di una IV classe, limiti 65 - 55 dB(A), lascia prevedere livelli elevati anche dopo l'ipotetico piano di risanamento. Comunque potrà richiedere un rafforzamento dell'isolamento acustico delle facciate esposte, per ovviare ai probabili superamenti dei limiti acustici di zona. Non è quindi semplice stabilire univocamente quale sia la situazione più favorevole all'imprenditore. Infatti è senso comune consolidato fra gli immobilari che la vicinanza ad una strada di grande traffico sia un elemento utile per la più facile vendita degli appartamenti. Il vantaggio della maggiore visibilità del prodotto rimarrà ma si ritiene che la crescente sensibilità ai problemi acustici, stia già producendo un'inversione di tendenza e che un numero sempre più importante di acquirenti sceglierà luoghi più lontani dagli assi viari molto frequentati.

Giuseppe Elia

Eurofins Modulo Uno S.p.A.
Presidente della Commissione
Acustica e Vibrazioni dell'UNI

A destra:
sezione trasversale del Nuovo Auditorium
di Firenze, attualmente in costruzione.
Elaborato grafico on courtesy
ABDR Architetti Associati



"Nuovo Auditorium"
Parco delle Musica e della Cultura di Firenze
Concorso internazionale, 1° premio

Ente Banditore: Presidenza del Consiglio
dei Ministri Struttura di Missione
per le Celebrazioni dei 150 anni
dell'Unità d'Italia presso il Dipartimento
per lo Sviluppo e la Competitività del Turismo

Committente:
A.T.I. SAC Società Appalti Costruzioni S.p.A.
+ IGIT S.p.A.

Progettista capogruppo
ARLOTTI, BECCU, DESIDERI, RAIMONDO

(Prof. Arch. Maria Laura Arlotti,
Prof. Arch. Michele Beccu,
Prof. Arch. Paolo Desideri,
Prof. Arch. Filippo Raimondo)
Consulenza per l'Acustica
MÜLLER – BBM
Ing. Jürgen Reinhold
Consulenza per i Sistemi Teatrali
Arch. Luigi Pizzi regista scenografo
Consulenza Artistica
Gregorio Botta artista

Progettazione strutturale
ITALINGEGNERIA srl

Inizio lavori: 2009 attualmente in costruzione



In attesa del decreto

Il mondo dell'edilizia attende da alcuni mesi che sia emanato un nuovo decreto dedicato ai requisiti acustici passivi delle unità immobiliari, che sostituisca il DPCM 5-12-1997, la cui applicazione è risultata molto difficile e controversa. Con la legge 88 del 2009 (emendata nel maggio 2010) la quale ha stabilito che "la disciplina relativa ai requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti non trova applicazione nei rapporti tra privati e, in particolare, nei rapporti tra costruttori-venditori", si è determinata una situazione ancor più complessa, che, se da un lato ha ridotto il contenzioso fra privati, dall'altro ha attivato un contenzioso verso i Comuni, ritenuti responsabili della concessione di titoli autorizzativi senza una verifica del rispetto dei requisiti stabiliti dal DPCM 5-12-1997.

Un nuovo decreto alle porte

Nei mesi scorsi il Ministero dell'Ambiente ha avviato la preparazione di una norma che consenta di superare l'attuale confusa situazione. Pur nella provvisorietà in cui oggi ci troviamo, e ben sapendo che modifiche importanti potranno essere introdotte nel prossimo futuro, è comunque molto interessante esaminare quale impostazione si è inteso dare a tale progetto di norma. Anzitutto è interessante rilevare come la bozza di decreto faccia espresso riferimento alla recente norma UNI 11367 dedicata alla classificazione acustica degli edifici, ritenendo che quest'ultima, nata con il concorso di tutte le parti interessate a questa materia, offra una impostazione concettuale ed una base tecnica utili a definire nuove regole cogenti. Il decreto si applica a tutti i tipi di edifici, escludendo unicamente quelli con destinazione d'uso agricola, artigianale ed industriale, i locali e gli edifici pubblici destinati a spettacoli, in relazione al trattamento acustico della sala e alla rumorosità degli impianti tecnici.

La classificazione acustica

La bozza di decreto prevede che le unità immobiliari (con l'eccezione degli ospedali e delle scuole) siano oggetto di classificazione acustica secondo quanto previsto dalla norma UNI 11367: e ciò richiede che le metodologie di misurazione e di calcolo siano le stesse di quelle riportate nella norma tecnica. È previsto che la classificazione acustica si applichi agli edifici di nuova costruzione, alle ristrutturazioni edilizie dei nuovi edifici, agli edifici esistenti (in caso di contenzioso o di compravendita). A questa affermazione (che dovrebbe essere riesaminata e precisata, per le rilevanti implicazioni che produce), non corrispondono adeguate indicazioni quando si parla delle modalità di attuazione. I requisiti acustici considerati ai fini della classificazione sono gli stessi stabiliti dal DPCM 5-12-1997, e cioè: isolamento acustico di facciata, isolamento acustico per via aerea fra differenti unità immobiliari, livello sonoro di calpestio, livello sonoro degli impianti a funzionamento continuo e discontinuo, con l'aggiunta, per gli alberghi, di alcuni requisiti relativi al comfort fra ambienti interni. Ai fini amministrativi, il soggetto che ha la responsabilità di dichiarare la classe acustica di un'unità immobiliare è il titolare dell'atto autorizzatorio, ove previsto, o della richiesta ai sensi della normativa vigente in materia di edilizia, sulla base delle indicazioni fornite dal tecnico competente in acustica ambientale attraverso apposito rapporto di verifica acustica.

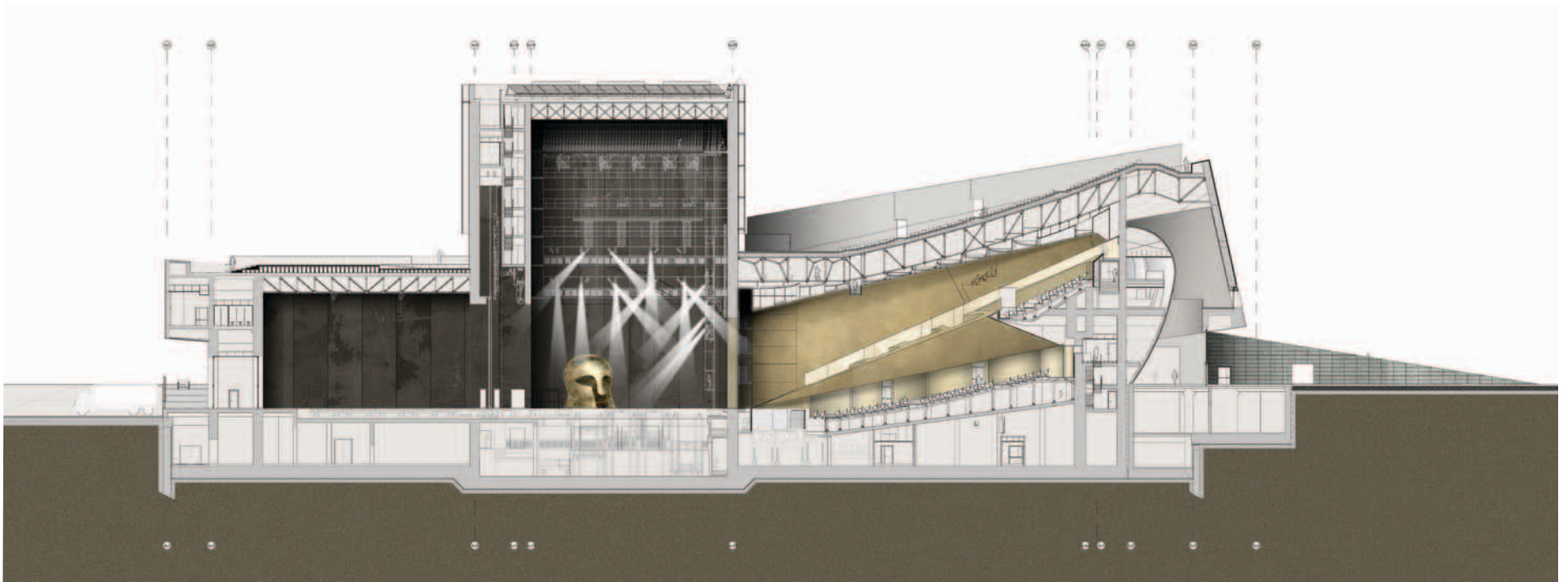
Requisiti minimi

Per ottenere l'agibilità di nuove unità immobiliari è imposto che esse presentino requisiti minimi corrispondenti almeno alla classe III definita dalla norma UNI 11367; fa eccezione alla precedente regola l'isolamento acustico di facciata, le cui prestazioni minime sono associate alla rumorosità dell'ambiente

esterno (e quindi in contesti particolarmente rumorosi sono richiesti isolamenti propri della classe II o della classe I). Da questo si evince che la classe IV della norma UNI 11367 è da prevedere unicamente nella classificazione delle unità immobiliari esistenti.

Per quanto attiene alle scuole e agli ospedali, che non sono oggetto di classificazione, i requisiti minimi sono corrispondenti alle prestazioni di base stabilite nell'appendice A della stessa norma. Anche in questo caso per l'isolamento di facciata sono richieste prestazioni superiori se il rumore nell'ambiente circostante è elevato. Per quanto non oggetto di classificazione acustica è fissato anche il rispetto di un valore limite per l'isolamento di partizioni, dotate di accessi e aperture, che separano ambienti abitativi da ambienti ad uso comune o collettivo dell'edificio (si pensi all'isolamento degli alloggi rispetto ai vani scale). È da notare che questa prescrizione fa riferimento ai dati contenuti nell'appendice B della norma UNI 11367, la quale ha carattere solo informativo: tuttavia l'importanza di tale requisito, oggetto di molte lamentele e contenziosi, ha suggerito di stabilirne un valore limite. Circa gli interventi di ristrutturazione o di sostituzione che comportano variazioni delle caratteristiche acustiche delle unità immobiliari, è richiesto che siano adottate soluzioni tecnologiche tali da non determinare alcun peggioramento dei requisiti acustici, e ciò sia adeguatamente attestato da un tecnico competente. A tal riguardo la bozza del decreto distingue le ristrutturazioni di edifici nuovi (non è fra l'altro chiaro a cosa ci si riferisca), dove si parla effettivamente del mantenimento dei requisiti acustici passivi (è detto in particolare che qualora alcuni requisiti non siano tecnicamente soddisfatti, o in base a valutazioni tecniche, economiche o di necessità di restauro conservativo di edifici storici, non ne possa essere garantito il raggiungimento, la progettazione deve tendere





comunque al miglioramento delle prestazioni acustiche e nel certificato di progetto dei requisiti acustici deve essere indicata la prestazione garantita), da quelle degli edifici esistenti, dove si chiede di non peggiorare il clima acustico esistente: quest'ultima formulazione appare quanto meno ambigua (perché non è detto cosa sia il clima acustico di un'unità immobiliare) se non proprio ingiustificata. Interessante è poi l'obbligo, per il progettista, nel caso di ristrutturazioni che prevedono la richiesta di incentivi fiscali, di attestare l'adozione delle soluzioni tecnologiche più adeguate per migliorare le prestazioni acustiche.

Criteri per la classificazione acustica

La metodologia per la classificazione acustica e per la verifica del rispetto dei valori limite segue i criteri stabiliti dalla norma UNI 11367. In particolare la bozza di decreto prevede che: _sia considerata anche l'incertezza di misura, e quindi il cosiddetto valore utile di ogni grandezza rilevata;

_la classificazione acustica sia effettuata sulla base di misurazioni da un tecnico competente che predispona una relazione di verifica in opera e di classificazione;

_la classificazione sia riferita ad ogni singola unità immobiliare e riguardi ogni singolo requisito acustico ad essa applicabile (è previsto inoltre l'indicazione di un valore complessivo della classificazione dell'unità immobiliare, anche se non è associato con alcun valore limite).

Al fine di ridurre il numero di misurazioni necessarie per la classificazione, è ammesso il campionamento degli elementi tecnici oggetto di prova: esso segue i criteri stabiliti dalla norma UNI 11367, nel caso di edifici con elementi prevalentemente seriali, viceversa la scelta di un numero ridotto di elementi tecnici da misurare all'interno di una singola unità immobiliare o su più unità immobiliari

nell'ambito di un edificio è prevista in maniera cautelativa per l'utente, privilegiando le situazioni che si ritengono più critiche. Nota. I criteri di campionamento, nel caso di edifici i cui elementi tecnici non presentano il carattere della serialità, è oggetto di un futuro addendum alla norma UNI 11367, in fase di discussione e che presumibilmente sarà approvato entro l'anno.

Poiché la classificazione acustica è ottenuta mediando i valori utili di un determinato requisito acustico, il legislatore si è posto il problema di garantire comunque un valore limite per ogni singolo elemento tecnico; questo valore limite è stato posto pari a quello della classe dichiarata, con una tolleranza di 3 dB (ad esempio, se l'unità immobiliare è dichiarata in classe III per l'indice di potere fonoisolante apparente delle partizioni, ciò significa che la media dei valori utili di tale requisito è almeno pari a 50 dB; e ogni partizione deve garantire l'indice di potere fonoisolante apparente di almeno 47 dB). Tale criterio è previsto, nella bozza di decreto, per tutti i requisiti, salvo l'isolamento di facciata (anche se, a giudizio dello scrivente, tale eccezione per le facciate edilizie non ha alcuna giustificazione tecnica).

Dalla progettazione alla verifica finale

Il conseguimento dei requisiti considerati comporta il controllo di tutte le fasi di progettazione (disposizione degli elementi compositivi dell'edificio, scelta dei materiali da utilizzare) e di realizzazione del processo edilizio (esecuzione dei lavori, posa in opera dei materiali, direzione dei lavori, eventuali verifiche in corso d'opera e verifica acustica finale che deve essere effettuata a costruzione ultimata).

Compiti dei Comuni

I Comuni, secondo il progetto normativo, hanno alcune fondamentali responsabilità:

_richiedere il progetto dei requisiti acustici passivi (a firma di un tecnico competente) ai fini del rilascio del permesso di costruire e della denuncia di inizio attività; nel caso di varianti il certificato di progetto deve essere aggiornato; nel caso di ristrutturazioni di nuovi edifici esso tiene conto dei soli elementi tecnici introdotti o modificati;

_richiedere la relazione di verifica in opera dei requisiti acustici passivi e della dichiarazione della classe acustica di ogni singolo requisito (e dell'intera unità immobiliare) all'atto del rilascio dell'agibilità;

_richiedere una perizia asseverata di un tecnico competente che dichiari il rispetto dei valori limite indicati nel decreto;

_nel caso in cui tali valori limite non siano rispettati (e il costruttore/imprenditore non sia in grado di adeguarli), declassare l'unità immobiliare (concedendo comunque l'agibilità), con menzione negli atti amministrativi.

Abrogazioni

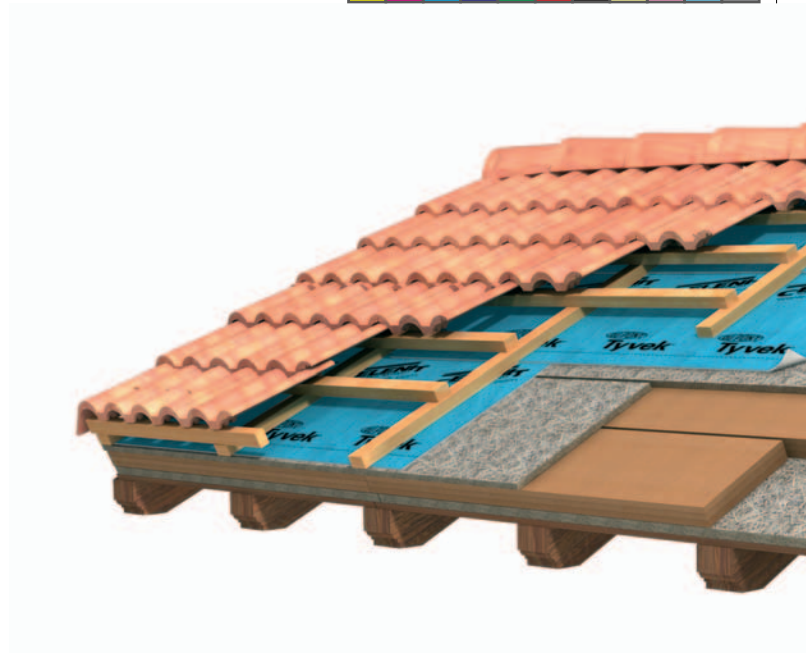
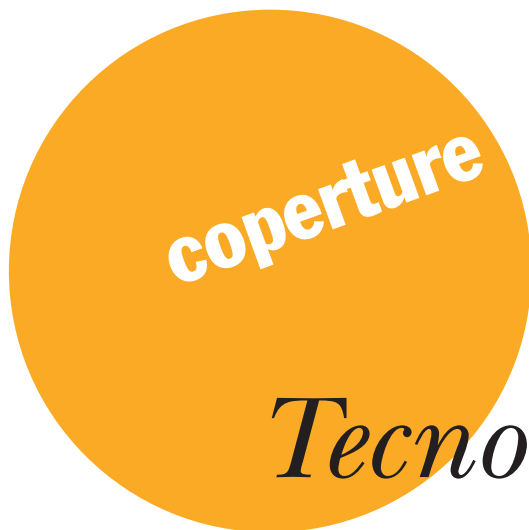
Nella bozza del nuovo decreto si prevede che il DPCM 5-12-1997 sia integralmente abrogato, come pure è stabilita l'abrogazione del decreto del Ministero dei lavori pubblici e del Ministero della pubblica istruzione 18 dicembre 1975 (relativo alle scuole), fatti salvi i requisiti relativi alle caratteristiche di riverberazione acustica degli ambienti quali i tempi di riverberazione e i coefficienti di assorbimento acustico dei materiali. Circa quest'ultimo aspetto dovrà esser valutato se è giustificato mantenere in vita questa parte del decreto del 1975 o non sia invece più opportuno sostituirla con i contenuti dell'appendice C della norma UNI 11367, la quale, pur se in forma sintetica e a titolo informativo, fornisce comunque una metodologia più aggiornata per valutare tali caratteristiche.





Eddy Tiozzo

Architetto - Ufficio Tecnico CELENIT S.P.A



Tecnologie ecocompatibili di i

Il D.P.C.M. 5/12/97 classifica gli edifici in base alla loro destinazione d'uso e definisce: 1_i livelli prestazionali di edifici e di loro componenti in opera; 2_i requisiti acustici di sorgenti sonore all'interno degli edifici e i livelli di rumorosità da esse indotti; 3_i parametri descrittivi delle prestazioni e le metodologie di misura. Le prescrizioni qui contenute riguardano il potere fonoisolante apparente $R'w$, il livello di rumore di calpestio $L'n,w$ e l'isolamento di facciata $D2m,nT,w$. Inoltre è stata recentemente pubblicata la nuova norma UNI 11367 per la classificazione acustica degli edifici. Il documento definisce la procedura per classificare acusticamente le singole unità immobiliari sulla base di misure fonometriche a fine lavori.

Qualche definizione

I parametri che descrivono le capacità fonoisolanti degli elementi edilizi fanno riferimento a specifiche condizioni di valutazione e non sono direttamente confrontabili tra di loro. Potere fonoisolante ed isolamento acustico rappresentano, infatti, diverse modalità di determinazione delle prestazioni di protezione dalla trasmissione del suono da un ambiente ad un altro.

Il potere fonoisolante (R) di un elemento di edificio descrive la sua attitudine a ridurre la trasmissione di energia sonora, è caratteristico delle proprietà fisiche dell'elemento e tiene

conto delle sue dimensioni. Viene determinato in laboratorio o in situazioni particolari in cui le strutture che circondano l'elemento in prova hanno capacità isolanti nettamente superiori e pertanto non contribuiscono alla trasmissione dell'energia sonora da un ambiente all'altro.

Il potere fonoisolante apparente (R') è analogo al potere fonoisolante sopra descritto, ma tiene conto anche dell'energia acustica trasmessa lateralmente attraverso le strutture che delimitano l'elemento. Esso viene determinato in opera o in tutte quelle situazioni in cui le strutture che circondano l'elemento in prova hanno capacità isolanti comparabili o inferiori e quindi contribuiscono alla trasmissione



dell'energia sonora da un ambiente all'altro.

L'isolamento acustico (D) è dato dalla differenza di livello sonoro che si riscontra tra due ambienti contigui. Non tiene conto delle dimensioni dell'elemento, ma può tenere conto delle caratteristiche di assorbimento acustico dell'ambiente ricevente. Viene tipicamente impiegato per descrivere le capacità isolanti di sistemi composti da più elementi o in presenza di campi sonori diversi, come nel caso dell'isolamento acustico di facciata.

Isolamento di parete

Il potere fonoisolante (di laboratorio) è il parametro che deve essere utilizzato nella progettazione, nel confronto tra prodotti diversi e nella loro classificazione, in quanto rappresentativo delle capacità di isolamento acustiche intrinseche dei vari elementi edilizi, indipendentemente dalle condizioni di installazione. Il potere fonoisolante apparente e l'isolamento acustico, invece sono parametri idonei per la valutazione dei risultati conseguiti in opera e quindi per il collaudo acustico, in quanto descrivono l'interazione dell'elemento con le strutture circostanti nelle specifiche condizioni di installazione.

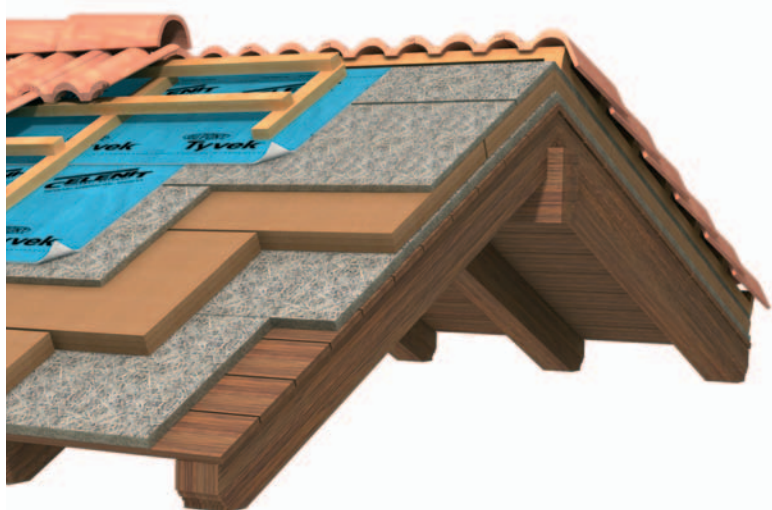
È importante ricordare che il potere fonoisolante apparente misurato in opera (R') fa riferimento alle caratteristiche prestazionali di una partizione nelle specifiche condizioni in cui

è stata valutata e che dipendono da un insieme di variabili legate. Ad esempio, alle caratteristiche dimensionali e costruttive degli ambienti dell'edificio, al tipo di vincolo perimetrale a cui è sottoposta la partizione, alla presenza di discontinuità strutturali o intersezioni e tracce impiantistiche, alla qualità della posa in opera. Proprio per questo motivo, il potere fonoisolante apparente nei confronti del rumore trasmesso per via aerea viene indicato nella legislazione vigente come parametro per il collaudo acustico delle partizioni orizzontali e verticali. Il risultato del collaudo acustico di una partizione o di un sistema costruttivo non può essere esteso ad altre strutture simili, anche in presenza di un'analogia dimensionale o di una medesima distribuzione degli ambienti abitativi oggetto del collaudo, in quanto l'incertezza connessa alla variabilità delle condizioni di posa può essere estremamente rilevante.

Isolamento di facciata

Nel caso dell'isolamento acustico di facciata $D2m,nT,w$ la previsione dei livelli prestazionali ottenibili richiede la conoscenza del potere fonoisolante misurato in laboratorio (R_w) sia della parte opaca che di quella trasparente. Mentre per gli elementi verticali di edificio questi dati sono di facile reperibilità, risulta in genere difficile disporre di dati di laboratorio attendibili per le coperture inclinate, soprattutto per quelle con struttura lignea.





A sinistra:
soluzione ecobiocompatibile di isolamento di copertura:
isolamento sopra le travi con perlino a vista

In basso a sinistra:
soluzione di isolamento acustico tra unità abitative

In basso a destra:
soluzione di isolamento per parete leggera

i isolamento acustico: pareti e coperture

Per ovviare a questa mancanza di dati, sono state svolte delle ricerche presso il Laboratorio di Acustica del Dipartimento di Fisica Tecnica dell'Università degli Studi di Padova. Tali studi hanno portato alla determinazione sperimentale dei valori del potere fonoisolante di 25 coperture in legno, realizzate con 5 modalità costruttive differenti e che utilizzano come strato di isolamento termico combinazioni di pannelli Celenit di vari materiali ecobiocompatibili, come la lana di legno, il sughero compresso, le fibre di legno e la lana di canapa. Questi dati, in combinazione con quelli degli elementi trasparenti di copertura (finestre da tetto, lucernai, abbaini, ecc.), permettono una corretta applicazione dei metodi previsionali per la valutazione delle prestazioni di fonoisolamento dell'involucro edilizio nel caso di sottotetti abitati. I risultati sperimentali hanno mostrato un andamento in frequenza del potere fonoisolante sostanzialmente analogo per tutte le tipologie di copertura analizzate; tali indici mononumerici di valutazione del potere fonoisolante R_w infatti sono compresi fra 40 e 51 dB. Questi valori permettono di conseguire, in abbinamento a serramenti adeguati, prestazioni in opera in grado di soddisfare i limiti di legge per le diverse destinazioni d'uso degli edifici.

Isolamento della copertura
Il DPR 59/09, attuativo del DLgs 192/05, integrato e coordinato

dal DLgs 311/06, seppur non si applica sul territorio lombardo, dà delle prescrizioni molto precise sulla prestazione estiva delle strutture, soprattutto delle coperture. In particolare viene prescritto che tutte le strutture opache orizzontali ed inclinate abbiano un valore del modulo della trasmittanza termica periodica Y_{ie} inferiore a 0,20 W/m²K (nelle località con valori consistenti di irraggiamento solare). La trasmittanza termica periodica Y_{ie} è il parametro che valuta la capacità di una parete opaca di attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore, definita e determinata secondo la norma UNI EN ISO 13786 e successivi aggiornamenti. Nonostante la legge prescriva come limite



accettabile della trasmittanza periodica Y_{ie} un valore inferiore a 0,20 W/m²K, per assicurare migliori condizioni di comfort e riduzione di consumi relativi al condizionamento estivo, è necessario migliorare le prestazioni delle coperture opache progettandole con valori di trasmittanza termica periodica Y_{ie} inferiori a 0,12 W/m²K. Le "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici" (Gazzetta Ufficiale, 10 luglio 2009) inseriscono un altro parametro, lo sfasamento fra i parametri per la valutazione della qualità dell'involucro edilizio. Lo sfasamento è l'intervallo temporale tra il momento in cui si verifica la massima temperatura sulla superficie esterna e quello in cui tale picco (attenuato) si manifesta sulla superficie interna delle pareti. Per ottenere una qualità dell'involucro definita dalle linee guida "buona" lo sfasamento temporale deve essere di almeno 10 ore; un valore comunque accettabile dello sfasamento è di norma superiore alle otto ore. Nei nostri climi la temperatura massima estiva esterna della falda del tetto si verifica verso le ore 14. Il picco di temperatura si verifica sulla superficie interna con otto ore di ritardo, cioè alle 22, momento in cui è possibile ventilare gli ambienti con aria esterna che a quell'ora è più fresca. Diverso è il caso di uno sfasamento di 2 ore. In questo caso infatti e cioè verso le ore 16, l'aria esterna

è ancora notevolmente calda e viene a mancare il raffrescamento notturno. Nelle mansarde o nei locali all'ultimo piano, la superficie radiante è molto ampia essendo costituita dall'intero soffitto e può incidere quindi in maniera decisiva sul comfort del corpo umano. Risulta pertanto essenziale realizzare una coibentazione che unisca ad una buona trasmittanza periodica, un ottimale sfasamento. Questo effetto si può ottenere con una soluzione costituita da materiali isolanti che possiedono una buona conduttività, elevati valori di calore specifico e di massa volumica, assicurando ottime condizioni di benessere d'estate grazie allo sfasamento dell'onda termica mediamente di 9 ore e un ottimo isolamento invernale.

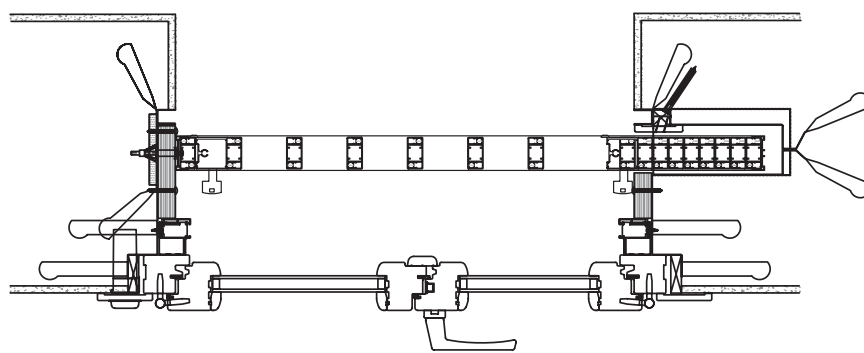
Una copertura costruita secondo criteri bioecologici deve rispondere ai seguenti requisiti:

- proteggere l'edificio dagli agenti atmosferici quali l'acqua piovana, la neve, il vento, il gelo, ecc;
- proteggere l'edificio dalle basse temperature in inverno e da quelle elevate in estate, garantendo benessere e freschezza;
- proteggere l'edificio dai rumori provenienti dall'area circostante o dall'area soprastante, come ferrovie, fabbriche, voli di aerei, ecc;
- consentire una corretta traspirabilità, fungendo da elemento igroregolatore degli ambienti sottostanti.

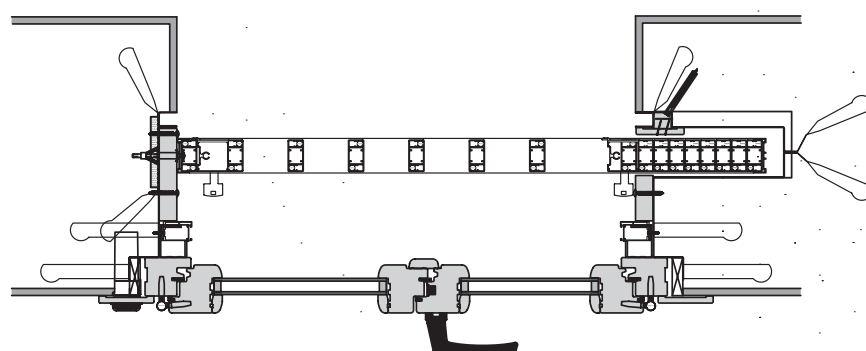


Enrico Piccinini

CORMO



Isolamento di facciata: serramenti



Isolamento acustico di facciata: difficile rispettare i limiti e, ancora, chi garantisce rispetto alla prestazione dei diversi componenti? Serramenti, cassonetti, griglie di areazione... sono tanti i punti critici che si presentano all'attenzione dei costruttori. I tempi evolvono in fretta. Fino a qualche anno fa erano pochi i serramentisti in grado di attestare il potere fonoisolante dei propri prodotti; oggi sono disponibili molti dati, ottenuti in conformità alla medesima norma tecnica, ed è pertanto possibile confrontare le proposte del mercato su un terreno omogeneo. La qualità non è più misurata solo sull'apparente assenza di difetti, o sulla "sensazione" di materiale trasmessa da spessore e finitura. Il serramento è oggi inteso come unità funzionale, classificabile sulla base della sua performance tecnica. Il virtuoso percorso competitivo che ha portato molti produttori in laboratorio ha determinato un sostanzioso contributo all'acustica applicata. Anche se sono confermati alcuni principi intrinseci nel vetrocamera [tabella A] non sempre il valore imputato al vetro si conferma nel test sul serramento. Infatti vetri per cui sono dichiarate basse prestazioni sono frequentemente migliorati dall'applicazione sul serramento, viceversa vetri di grande valore possono risultare penalizzati. Questa evidenza sgombra il campo dall'approccio semplicistico di quei serramentisti che pretenderebbero di risolvere la questione trasmettendo il dato del solo vetro. Solo il test sul serramento completo permette di indagare come il contributo del vetro si relazioni ad altri effetti, quali ad esempio la permeabilità all'aria, o i fenomeni fisici (risonanza e coincidenza) legati non solo alla geometria del vetrocamera installato (larghezza, altezza, spessore delle singole specchiature), ma anche al giunto con il telaio, alla rigidità complessiva determinata da telaio e punti di chiusura, etc... Le attestazioni di laboratorio sono condizione necessaria ma non sufficiente al soddisfacimento del requisito di facciata. Infatti, cosa succede quando cambia il rapporto tra superficie vetrata e parete continua? Cosa si può dire quando la tipologia del serramento installato, secondo la caratteristica articolazione della nostra tradizione architettonica, non è più ascrivibile alla famiglia rappresentata dal campione testato? Cosa succede al giunto tra serramento e vano murario della specifica configurazione costruttiva, soprattutto quando questo comprende eventuali accessori: zanzariera, cancelletto

estensibile, prolunghe e coperture varie? Cosa succede quando intervengono anomalie di posa in opera, nella sigillatura dei giunti piuttosto che nella registrazione delle ante?

Per rispondere a queste domande abbiamo oggi alcuni strumenti normativi. Il primo è il rapporto tecnico UNI TR 11175 (insieme alla serie UNI EN 12354) per la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi degli edifici e tra questi, in particolare, dell'isolamento acustico di facciata. Il richiamo allo strumento previsionale rimanda più in generale ad un approccio che vede nella progettazione acustica un passaggio obbligato per il successo dell'intervento edilizio, nella considerazione che in questa materia, come forse per poche altre, il particolare ha più valore del generale. Non è prestazione quella acustica in cui si possa sperare che l'improvvisazione paghi, né che un errore possa essere mediato dall'efficienza di tutto il resto, né che si possano mutuare soluzioni da un intervento edilizio all'altro senza verifiche. Quando parliamo di progettazione, non dobbiamo poi dimenticarci di accompagnarla al termine "integrata". Difficilmente infatti oggi i componenti edilizi possono essere ricondotti ad una sola funzione. I serramenti sono un esempio molto efficace di multifunzionalità: illuminazione insieme ad oscuramento, ventilazione insieme a tenuta all'aria e al rumore; trasmittanza termica e più ancora uniformità di temperatura superficiale; manovrabilità insieme ad antieffrazione. Non sempre le caratteristiche del prodotto concorrono nello stesso senso per il soddisfacimento di tutte le funzioni: ad esempio lastre di grandi dimensioni sono un buona scelta termica, ma rappresentano una penalizzazione per il potere fonoisolante, che preferirebbe specchiature più piccole, meno esposte a vibrazione. Evidentemente, a parità di superficie complessiva, specchiature più piccole risulteranno in maggior numero delle grandi; questo implica maggiore lunghezza di giunto tra parte vetrata e telaio, o tra parti apribili e fisse: aumentano i fattori di rischio per la permeabilità all'aria e di nuovo, per il rumore. Non è mai semplice trovare il compromesso giusto e al giusto prezzo.

Con la UNI TR 11175 il progettista, disponendo di alcuni dati iniziali, può esprimere una valutazione del potere fonoisolante richiesto ai singoli componenti per il soddisfacimento del requisito di facciata. Secondo la norma infatti l'isolamento acustico standardizzato di





A sinistra:
Sezione orizzontale_Monoblocco con tapparella,
zanzariera e cancelletto estensibile.
Serramento con doppia guarnizione di tenuta.

Qui sotto:
Sezione verticale_Monoblocco con cassonetto
coibentato integrato intonacabile internamente
e con cappotto esterno.
Celino in MDF e coibente spessore mm 45,
sfilabile per ispezione.
Serramento con doppia guarnizione di tenuta.



facciata, espresso con l'indicatore D2m, nT,w può essere relazionato al potere fonoisolante dei singoli componenti attestato in laboratorio (o rinvenuto in abaco, o stimato secondo criteri di estensione/estrapolazione), al volume dell'ambiente ricevente, alla forma della facciata, al contributo di eventuali "piccoli elementi" come cassonetti o griglie di areazione. Ora, sebbene sia indubbio che un contributo determinante al requisito di facciata sia riconducibile alla prestazione dell'elemento più debole, e quindi il più delle volte al serramento, è altrettanto evidente che il serramentista non può disporre di tutti i dati sopraindicati. Il progettista, e solo il progettista - meglio se con specifica esperienza in acustica edilizia -, ha competenza e completezza di informazioni per poter stabilire, ad esempio, se in una certa condizione la forma della facciata, piuttosto che le dimensioni del serramento, presentano complessivamente una situazione in cui sia possibile scegliere un vetro meno performante e meno costoso, di un'altra in cui, al contrario, tutto il peso dell'isolamento di facciata debba essere necessariamente sostenuto dal serramento.

Per quanta riguarda i criteri di estensione/estrapolazione dei rapporti di prova, un aiuto sostanziale all'esperienza del progettista è atteso da un rapporto tecnico per il quale in UNI è attivo uno specifico gruppo di lavoro: il GL2 "Caratterizzazione dei sistemi per la mitigazione del rumore ai ricettori" operante nella sottocommissione 1 "Acustica in Edilizia" della Commissione "Acustica e Vibrazioni". Avvalendosi del contributo dei principali laboratori di test acustici, il gruppo cerca di arricchire i criteri di estensione già contenuti nella norma di prodotto UNI EN 14351-1, rimanendo nell'ambito della quale sarebbero consentiti solo ragionamenti di superficie, ignorando completamente l'articolazione tipologica del nostro paese. Finora abbiamo visto quanto compete al progettista acustico: quale ruolo specifico dovrebbe invece giocare il serramentista? Nella nostra esperienza, considerando che la maggior parte dei serramentisti gode di una elevata affidabilità produttiva - come attestato dalla diffusa certificazione dei sistemi qualità aziendali - il campo di battaglia si trasferisce in cantiere, nella fase di posa in opera. Fattore di scelta determinante dovrebbe essere la capacità tecnica di sviluppare soluzioni di installazione adeguate alle diverse tipologie di vano murario, nonché la capacità logistica di formare e controllare il personale operativo. Anche in questo caso

TABELLA A IL POTERE FONOISOLANTE DEL VETROCAMERA AUMENTA SE:

**Aumenta lo spessore di almeno
una lastra del vetrocamera**

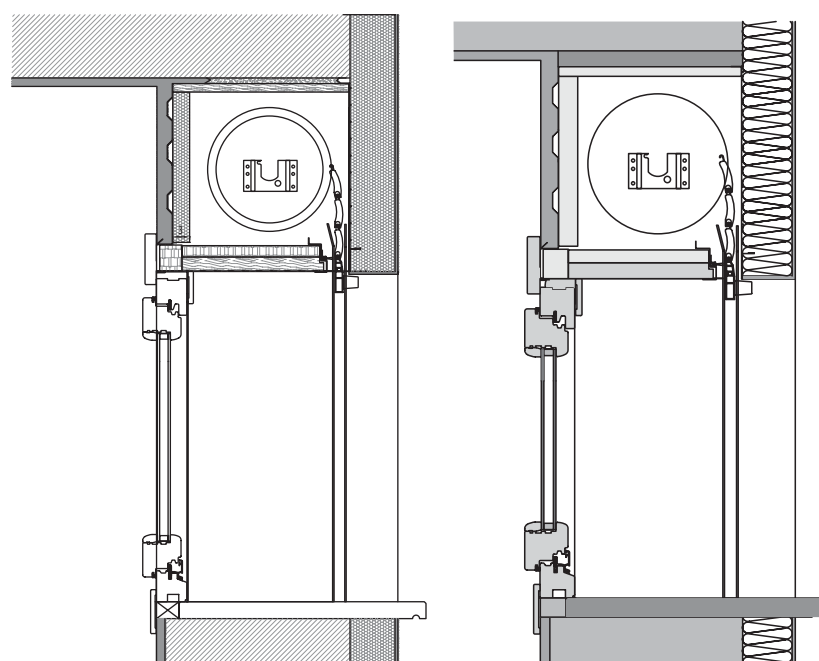
Gli spessori delle lastre non sono uguali

Le lastre sono stratificate

**Le lastre stratificate sono state composte con plastico
ad alto potere smorzante**

Aumenta lo spessore dell'intercapedine di aria

sono stati fatti passi avanti nella norma tecnica: i serramenti sono gli unici materiali da costruzione per cui sia operativa una norma di posa in opera acustica (la UNI 11296:2009), frutto dello stesso GL2 sopra enunciato. Questo strumento è una linea guida che supporta l'individuazione della corretta soluzione tecnica attraverso numerosi esempi pratici. A tale proposito è opportuno evidenziare quelle tipologie di installazione che presentano un più o meno elevato livello di prefabbricazione. I moderni cassonetti integrati, ad esempio, non sono solo una alternativa alla costruzione in situ del vano murario da valutarsi sul piano economico, ma, soprattutto, una proposta di standardizzazione e migliore controllo dell'efficienza prestazionale, proprio per quei nodi architettonici che risultano più esposti alle criticità di posa.



030_031





Qui sotto:
Livelli di rumore, per singolo edificio,
lungo una strada provinciale



Strategie per la gest





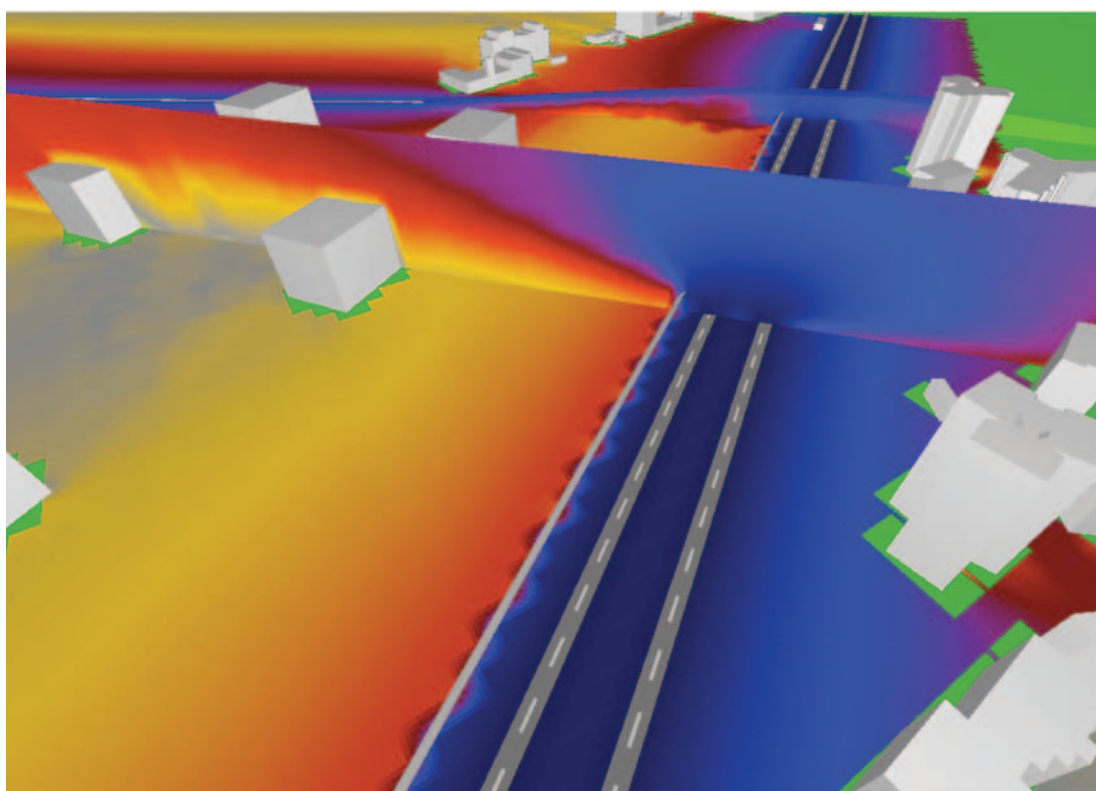
Giovanni Zambon*
in collaborazione
con Simone Redaelli

* Responsabile del Laboratorio di Acustica
Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio
Università degli Studi di Milano - Bicocca
in collaborazione con Simone Redaelli

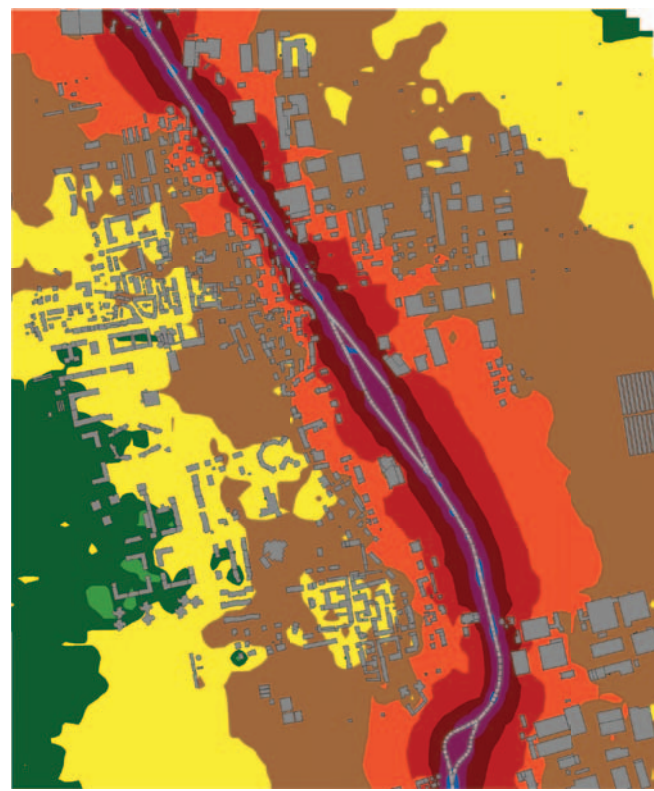
stione del rumore da traffico veicolare

Il rumore in ambiente esterno, è uno dei maggiori problemi ambientali in Europa e la fonte di sempre più numerose lamentele da parte della popolazione. Generalmente le azioni per ridurre l'inquinamento acustico causato dalle infrastrutture di trasporto, dalle attività industriali e dalle attività di ricreazione, hanno avuto una minore priorità rispetto a quelle effettuate nei confronti di altri problemi ambientali maggiormente dannosi per la salute, come ad esempio l'inquinamento dell'aria e dell'acqua. I progressi nella ricerca scientifica degli ultimi due decenni hanno però evidenziato che anche livelli di rumore ambientale apparentemente accettabili comportano un rischio: le ultime linee guida sul rumore notturno pubblicate dalla World Health Organization nel 2009 fissano la soglia di 40 dBA notturno come livello oltre il quale possono essere osservati effetti nocivi per la salute. Nel periodo precedente agli anni '90 la politica comunitaria nei confronti dell'inquinamento acustico è essenzialmente consistita nella produzione di normative che indicassero i livelli sonori massimi consentiti per i veicoli, per gli aerei e per i macchinari industriali.

032_033



Rumore generato da un tratto di strada primaria extraurbana con sezione verticale



Distribuzione dei livelli di rumore lungo una strada provinciale

Grazie a queste normative si sono ottenuti considerevoli progressi nella riduzione dei livelli di emissione sonora delle singole sorgenti (ad esempio l'emissione sonora di un veicolo è stata ridotta dell'85% dagli anni '70 ad oggi).

Alla riduzione dei livelli sonori delle singole sorgenti non è però corrisposta una riduzione dei livelli di esposizione al rumore della popolazione, specialmente per quanto riguarda la sorgente traffico veicolare. La crescita e l'espansione del traffico veicolare sia nello spazio (aree rurali e suburbane) sia nel tempo (periodo notturno) hanno parzialmente vanificato i progressi tecnologici. Nel territorio italiano, a testimonianza di tale tendenza, lo sviluppo della rete infrastrutturale di trasporto negli ultimi trenta anni è stato caratterizzato da un aumento più che consistente della rete stradale rispetto alla dotazione della rete ferroviaria. Ad oggi l'estensione della rete stradale nazionale può essere stimata in oltre 300.000 km, di cui circa 6.400 km di autostrade, 45.000 km di strade statali e 260.000 km di strade provinciali e comunali extraurbane. La dimensione

dell'impatto acustico da queste prodotto può essere dedotta anche dai dati sul parco veicoli circolanti: oltre 32 milioni, dei quali 29,4 milioni rappresentato da autovetture, e circa 2,7 milioni da veicoli industriali. In questo scenario la regione Lombardia si colloca, con il 9% della rete stradale nazionale e con il 17,5% del parco macchine, tra le regioni d'Europa più colpite dall'inquinamento acustico originato dal traffico veicolare. Negli anni novanta è stato emanato in Italia il primo provvedimento legislativo organico in materia di rumore ambientale: la Legge Quadro sull'inquinamento acustico (L. n. 447 del 1995). Dalla sua pubblicazione ad oggi la produzione normativa in merito ha conosciuto un notevole incremento a tutti i livelli amministrativi, dalla scala internazionale (europea) fino ad arrivare a quella comunale. Le principali leggi che disciplinano il rumore del traffico veicolare sono il D.M.A. del 29 novembre 2000, "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di

contenimento e abbattimento del rumore" e il D.P.R. n. 142 del 30 marzo 2004, "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico stradale". Gli aspetti più rilevanti contenuti in queste due leggi riguardano: le scadenze temporali che gli enti gestori devono rispettare per completare le azioni finalizzate alla tutela della popolazione dall'inquinamento acustico prodotto dalle infrastrutture (individuazione delle aree critiche - entro settembre 2005 -, piano di risanamento acustico - entro marzo 2007 - ed esecuzione del piano - entro il 2022); la definizione dei valori limite da rispettare differenziati in base al tipo di strada (classificazione D.M. 5/11/01 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade) e a seconda che siano strade esistenti o di nuova realizzazione; l'individuazione di una scala di priorità degli interventi finalizzati al risanamento acustico (direttamente sulla sorgente rumorosa, lungo la via di propagazione del rumore, direttamente sul ricettore), una stima della loro efficacia e un'indicazione di massima sul costo. Risulta essere di

particolare interesse che gli interventi per il rispetto dei limiti di rumore sono a carico del titolare esclusivamente se la concessione edilizia (o del permesso di costruire) è stata rilasciata dopo la data di entrata in vigore del decreto n. 142/2004 e se il rumore è generato da una strada esistente; in tutti gli altri casi le opere di mitigazione sono a carico dell'ente gestore dell'infrastruttura. A livello comunitario occorre citare la direttiva 2002/49/CE "Determinazione e gestione del rumore ambientale" recepita in Italia dal D.Lgs 194/2005; in riferimento al rumore da traffico stradale viene stabilito che gli enti gestori delle infrastrutture su cui transitano più di tre milioni di veicoli l'anno entro il 30 giugno del 2012 hanno l'obbligo di redigere la mappatura acustica, seguendo specifici criteri di esecuzione dello studio e di pubblicazione dei risultati. Le mappe acustiche sono degli elaborati grafici che consentono la visualizzazione su una base cartografica dei livelli di rumore esistenti o previsti in una determinata area. Tali mappe si ottengono tramite l'utilizzo di software di simulazione acustica che, a partire da dati riguardanti



Livelli di rumore su una porzione della città di Milano su ortofoto



Livelli di rumore su una porzione della città di Milano con base aerofotogrammetrica

l'entità dei flussi di traffico, la velocità media di percorrenza, l'andamento altimetrico del terreno e la presenza di ostacoli (edifici o barriere), forniscono la stima del livello di pressione sonora in qualsiasi punto dello spazio tridimensionale. Il successo nell'impiego dei modelli di simulazione acustica è dovuto al fatto che permettono di rappresentare il clima acustico di aree vaste, riducendo notevolmente il numero di rilievi sperimentali necessari (con un conseguente beneficio in termini di costi e di tempo), e consente di stimare i livelli di rumore relativi a scenari di progetto o di valutare l'efficacia di eventuali interventi di mitigazione. Negli ultimi anni inoltre sono state messe a punto delle procedure per l'utilizzo combinato di modelli di simulazione acustica e sistemi informativi territoriali con lo scopo di individuare le aree acusticamente critiche (aree in cui si stima il superamento dei limiti di legge) e di quantificare la popolazione esposta a determinati livelli di rumore. Gli enti gestori di infrastrutture e le imprese che intendono costruire in aree caratterizzate da livelli di rumore critici

generati dal traffico veicolare nel prevedere interventi di risanamento devono seguire la scala di priorità indicata nel D.M.A. del 29 novembre 2000. Di seguito, per ogni categoria di intervento, sono indicate alcune soluzioni praticabili.

Interventi direttamente sulla sorgente

L'unico intervento ad oggi praticabile per l'abbattimento del rumore alla sorgente risulta la realizzazione di pavimentazione fonoassorbente. Questo tipo di intervento contribuisce ad abbattimenti contenuti (2-6 dB) ed è efficace solo quando i veicoli hanno una certa velocità, viene quindi utilizzato soprattutto in ambito extraurbano e in situazioni non particolarmente critiche o ad integrazione di altri interventi.

Interventi lungo la via di propagazione del rumore

Ad oggi gli interventi di mitigazione più efficaci e diffusi sono gli schermi acustici. In fase di progettazione, nel caso delle infrastrutture di nuova realizzazione, la soluzione ideale sarebbe quella di realizzare strade interrato o in trincea, tuttavia nella maggior parte dei

casi si deve ricorrere a barriere artificiali che possono essere anche vere e proprie gallerie. La copertura completa può garantire abbattimenti superiori a 25 dB, mentre la copertura parziale (per mezzo di baffles sospesi) comporta benefici compresi tra i 10 e i 20 dB in funzione della posizione dei recettori. Infatti l'efficacia di tali strutture è legata al grado di copertura che si ottiene presso i recettori: se un recettore è al di fuori della cosiddetta zona d'ombra ottica (cioè dal recettore si vede la strada) il grado di abbattimento è praticamente nullo, altrimenti si possono conseguire riduzioni anche fino a 15 dB. In commercio esistono moltissimi tipi di barriere acustiche. La scelta della tipologia di barriera deve tener conto, oltre alle prestazioni acustiche e al rapporto costi/benefici, dell'aspetto paesaggistico; infatti, nella valutazione globale da parte della popolazione, anche la qualità estetica dell'intervento è un fattore non trascurabile.

Interventi direttamente sul recettore

Il ruolo di mitigatore in questo caso viene svolto dall'involucro degli edifici. Per gli edifici esistenti l'intervento

consiste essenzialmente nel potenziamento della capacità isolante dei serramenti o nella loro sostituzione.

Per gli edifici di nuova realizzazione una oculata scelta dei materiali edili e dei serramenti (che nell'ultimo decennio hanno conosciuto uno sviluppo consistente in termini di prestazioni acustiche) permette di garantire un eccellente comfort acustico anche per edifici realizzati in aree particolarmente compromesse. Gli interventi realizzati direttamente sul recettore sono limitati agli ambienti abitativi interni e non contribuiscono ad abbattere i livelli presenti in spazi esterni assiduamente utilizzati dalle persone quali, per esempio, marciapiedi, piazze, giardini, parchi, balconi e terrazzi. In linea generale la realizzazione a posteriori di interventi di mitigazione acustica efficaci comporta costi elevati. Si comprende quindi l'importanza di considerare il tema "rumore", supportati dall'utilizzo integrato di modelli di simulazione acustica e di altri strumenti pianificatori, già in fase di progetto sia per gli interventi infrastrutturali sia per quelli edilizi. Prevenire è meglio che curare.



Adriano Cati

ARPA Lombardia,
Dipartimento provinciale di Milano, U.O. Agenti Fisici

ARPA

Qui sotto:
"Parco della Musica"
lo schizzo di Renzo Piano delle tre sale
da concerto disposte intorno all'anfiteatro

A destra:
sezione di una delle sale

© Rpbw, Renzo Piano Building Workshop

Compatibilità acustica dei nuovi interventi abitativi

La progressiva riconversione di ex aree industriali, spesso inserite in contesti prevalentemente industriali o in prossimità di grandi infrastrutture viarie e di trasporto ferroviario, in aree dedicate ad edilizia residenziale o di terziario, comporta la necessità di valutare in sede preventiva la compatibilità ambientale degli interventi edilizi rispetto al contesto in cui si andranno ad inserire (spesso ancora all'interno di realtà produttive o infrastrutture molto impattanti); si propone un'attenta analisi e valutazione di tutti i parametri ambientali fissati dalla normativa (es. stato dei suoli, compatibilità idrogeologica, presenza di inquinanti atmosferici ed acustici), al fine di tutelare i futuri residenti e prevenire situazioni di contenzioso di difficile soluzione. In campo acustico, si sottolinea che ai sensi della DGR VII/8313 del 08/03/2002 sia le valutazioni previsionali di impatto acustico per nuovi impianti industriali che le valutazioni previsionali di clima acustico devono essere corredate da dati numerici relativi a rilievi fonometrici, effettuati in posizioni significative concordate con il Comune e con ARPA, cui devono poi seguire rilievi post operam di verifica dei livelli sonori preventivati e di rispetto dei limiti di legge.

Considerazioni generali in merito alla compatibilità acustica ambientale tra diverse tipologie insediative, eventuali criticità.

Compatibilità tra insediamenti produttivi e abitativi.

La normativa acustica, ed in particolare il DPCM 14/11/1997,

definiscono sia limiti di rumore assoluti (emissione/immissione), che devono essere garantiti all'esterno, in corrispondenza/prossimità di recettori abitativi o spazi utilizzati da persone e comunità, sia limiti differenziali di immissione, misurabili all'interno degli ambienti abitativi, a finestre chiuse o aperte (in quest'ultimo caso, conseguente inefficacia anche di serramenti con requisiti acustici passivi di elevate prestazioni). Poiché la normativa acustica non prevede in genere per le attività produttive deroghe ai limiti di rumore, anche differenziali, correlate a precedenti diritti edificatori, ne consegue che l'eventuale riscontro di violazione dei limiti di rumore in ambienti abitativi, causato da aziende produttive limitrofe, comporta per queste ultime la necessità di provvedere a bonifica molto onerosa o problematica dei propri impianti o cicli produttivi, soprattutto nel caso di ditte con lay-out o impianti preesistenti, considerando anche la necessità di garantire il rispetto dei limiti differenziali negli ambienti abitativi disturbati nella condizione di finestre aperte (condizione che rende quindi inutili o poco efficaci gli eventuali interventi sui requisiti acustici passivi dei recettori).

Compatibilità tra nuovi insediamenti residenziali ed infrastrutture ferroviarie, stradali.

Per le infrastrutture dei trasporti stradali e ferroviarie la normativa vigente di acustica (DPR 142/2004, DPR 459/98) prevede specifici limiti di emissione all'interno di fasce di rispetto (definite negli stessi decreti) intorno alle infrastrutture stesse.

Qualora vi sia superamento di tali limiti, presso ambienti abitativi preesistenti alla infrastruttura e/o censiti nei piani di risanamento di cui al DM Ambiente 29/11/2000, i gestori delle infrastrutture sono tenuti a loro spese a porre in essere le necessarie bonifiche acustiche al fine di garantire il rispetto dei limiti superati, con possibilità di procedere in ultima analisi ad interventi diretti sui requisiti acustici passivi degli stessi recettori affinché presso gli stessi, a finestre chiuse, sia garantito un clima acustico non superiore a determinati valori di legge. La stessa normativa, pur non escludendo a priori la possibilità di edificare, successivamente al piano di bonifica acustica dei gestori delle infrastrutture, all'interno delle fasce di rispetto delle infrastrutture stesse, anche in presenza di prevedibile superamento dei limiti di legge, demanda però gli oneri della bonifica ai titolari delle concessioni edilizie. In tale contesto il solo intervento sui requisiti acustici passivi

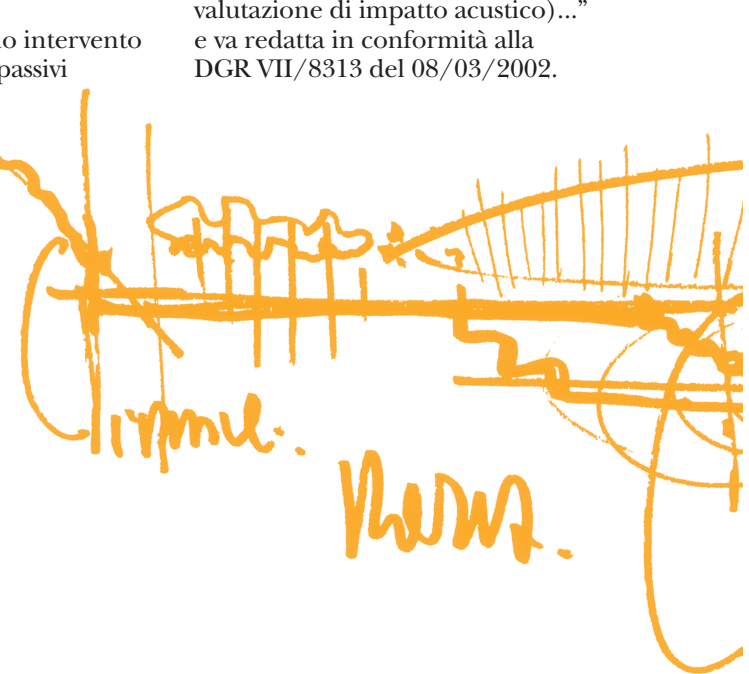
degli edifici è comunque il meno auspicabile, ai fini del conseguimento del benessere psicofisico degli abitanti, nonché di garanzia dei necessari rapporti aeranti dei locali, vista la necessità di mantenere le finestre chiuse per avere un clima acustico conforme ai limiti di legge.

Valutazione previsionale di clima acustico

(art. 8, c.3, L.Q.447/95)

Quando presentarla.

Ai sensi dell'art.8, comma 3, della L.Q. 447/1995 "Legge Quadro sull'inquinamento acustico", la redazione di documentazione previsionale di clima acustico è dovuta per le "...aree interessate alla realizzazione delle seguenti tipologie di insediamenti: a) scuole ed asili nido; b) ospedali; c) case di cura e riposo; d) parchi pubblici urbani ed extraurbani; e) nuovi insediamenti residenziali prossimi alle opere di cui al comma 2 (ndr. opere soggette a valutazione di impatto acustico)..." e va redatta in conformità alla DGR VII/8313 del 08/03/2002.





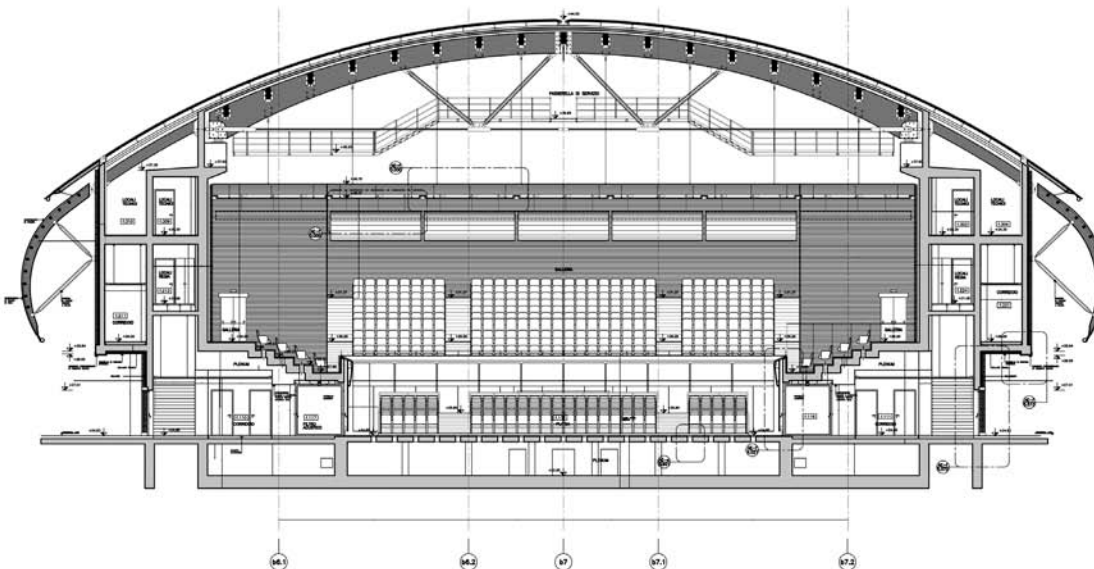
1994-2002
 "Parco della Musica" _Auditorium Roma

Committente: Comune di Roma
 Renzo Piano Building Workshop, architects

Consulenti:
 In fase di concorso, 1994
 Ove Arup & Partners; Müller Bbm;
 Davis Langdon & Everest;
 F. Zagari, E. Trabella; Tecnocamere

Sviluppo del Progetto, 1994-1998
 Studio Vitone & Associati;
 Manens Intertecnica; Müller Bbm;
 T. Gatehouse, Austin Italia;
 F. Zagari, E. Trabella; Tecnocons; P.L. Cerri

In fase di costruzione, 1997-2002
 Studio Vitone & Associati;
 Manens Intertecnica; Müller Bbm;
 Techint / Drees & Sommer



Premesso:
 che per "aree interessate
 alla realizzazione di nuovi
 insediamenti residenziali si
 devono intendere le aree
 destinate alla nuova edificazione
 o al recupero del patrimonio
 edilizio esistente a fini del
 tutto o in parte residenziale,
 previa predisposizione di Piano
 Attuativo;
 _che il Piano Attuativo (PII,
 PL, PP, PZ, PR) è il momento
 più efficace per lo studio della
 compatibilità acustica e la
 ricerca delle eventuali soluzioni
 di mitigazione delle sorgenti,
 anche ai fini di una corretta
 pianificazione territoriale, atta ad
 evitare criticità/incompatibilità tra
 le diverse tipologie insediative o
 strutturali;
 _che sono da sottoporre a
 clima acustico anche i cambi di
 destinazione d'uso di edifici non
 residenziali in edifici residenziali
 se previsti all'interno di Piani
 Attuativi;
 _che non sono da considerare
 "aree interessate alla realizzazione
 di nuovi insediamenti residenziali"

le aree già a destinazione del tutto
 o in parte residenziale previste nei
 vigenti PGT e non assoggettate a
 Piano Attuativo;
 _che per "prossimi" alle opere
 di cui all'art.8, c. 2, L.Q.447/95
 è opportuno intendere, nel caso
 di infrastrutture stradali di cui
 al comma 2b e ferroviarie 2f,
 insediamenti residenziali ricadenti
 nelle fasce di rispetto di tali
 infrastrutture, come definite dal
 DPR 142 del 30/03/04 (strade)
 e dal DPR 459 del 18/11/98
 (ferrovie).

La valutazione previsionale
 di clima acustico va quindi
 presentata per:
 _i Piani Attuativi che prevedono in
 tutto o in parte residenza;
 _i Piani Attuativi che prevedono
 interventi di riuso e/o
 ampliamento del patrimonio
 edilizio esistente, del tutto o in
 parte destinato a residenza.

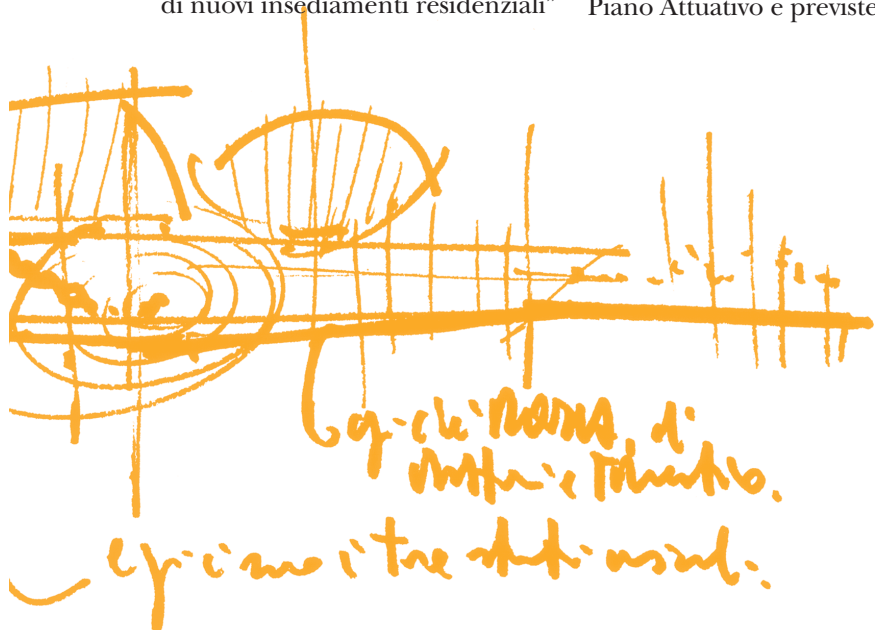
Si ritiene possano essere esclusi,
 se in attuazione di previsioni
 residenziali non assoggettate a
 Piano Attuativo e previste dal PGT:

_i singoli edifici;
 _i cambi di destinazione d'uso a
 residenza;
 _gli ampliamenti e sopralzi di
 singoli edifici del tutto o in parte
 residenziali (compreso il riuso dei
 sottotetti);
 _i casi di manutenzione
 ordinaria, straordinaria, restauro,
 risanamento conservativo,
 ristrutturazione edilizia non
 assoggettati a Piano Attuativo.
 Resta naturalmente salvo
 l'obbligo di produrre valutazione
 previsionale di clima acustico
 per le altre opere di cui all'art.8,
 comma 3 della Legge Quadro
 447/95 (scuole ed asili nido,
 ospedali, case di cura e di riposo,
 parchi pubblici urbani ed
 extraurbani), indipendentemente
 dalla loro prossimità alle opere
 di cui all'art.8, c.2 della stessa
 L.Q.447/1995 (ovvero alle opere
 soggette ad obbligo di valutazione
 previsionale di impatto acustico).

**Criticità frequenti nella
 predisposizione di relazioni
 previsionali di clima acustico.**
 Le più comuni criticità che in
 genere emergono dalla analisi
 delle relazioni previsionali di
 clima acustico sono le seguenti:
 _Relazioni tecniche corredate da
 rilievi fonometrici non esaustivi,
 effettuati senza concordare
 preventivamente con ARPA
 posizioni, tempi e modalità di
 monitoraggio;
 _Planimetrie che non riportano
 indicazione in scala del
 planivolumetrico previsto,
 nonché delle realtà produttive o
 infrastrutture previste/presenti
 nell'intorno (di almeno 200 metri);
 _Valutazioni non riferite ai
 recettori più esposti (anche in
 altezza), bensì solo a quelli ove si
 sono eseguite le misure;

_Modellistica matematica
 incongruente, non chiara o dati di
 input insufficienti;
 _Valutazioni che non tengono
 conto del possibile massimo
 impatto derivante dalle condizioni
 di massimo disturbo ipotizzabili,
 da parte delle attività produttive
 limitrofe;
 _Valutazioni che non tengono
 conto dell'impatto di eventuali
 movimentazione di merci
 all'interno degli insediamenti
 produttivi, bensì del solo
 contributo degli impianti fissi.
 Per la valutazione del clima
 acustico dovuto alle infrastrutture
 dei trasporti, mancanza di modelli
 di traffico e rumore attendibili,
 anche in previsione di modifiche
 dello stesso. Assenza di valutazioni
 in merito alle variazioni
 dei livelli acustici attesi indotte
 dalla presenza del futuro
 insediamento.

Indipendentemente
 dalla precisione e completezza
 della documentazione
 previsionale di clima acustico
 redatta, rimangono sempre
 delle problematiche correlate ai
 possibili futuri sviluppi/modifiche
 urbanistiche delle aree adiacenti
 a quelle di intervento, nonché di
 modifica dei volumi di traffico
 ferroviario/stradale per i tratti
 di infrastruttura impattanti
 sulle edificazioni di progetto,
 che richiedono una attenta
 valutazione, in sede pianificatoria,
 della macroarea di intervento,
 ovvero delle prospettive
 di sviluppo dell'intero complesso
 di aree soggette a variante.
 Infine, la zonizzazione acustica
 comunale dovrà periodicamente
 essere aggiornata tenendo
 conto delle modifiche
 urbanistiche realizzate.





Jürgen Reinhold

Esperto in acustica architettonica
Procuratore della Müller-BBM

*In questa pagina:
7 febbraio 2009, concerto celebrativo
del restauro. Riccardo Muti dirige l'Orchestra
e il Coro del Teatro di San Carlo
alla presenza del Presidente
della Repubblica Giorgio Napolitano*

Foto di Luciano Romano



TEATRO DI SAN CARLO

Stazione appaltante

Presidenza del Consiglio dei Ministri

Commissario straordinario:

Responsabile Unico del Procedimento:

Direttore dei Lavori:

Direzione Artistica:

Dott. Salvatore Nastasi

Ing. Raniero Fabrizi

Ing. Enrico Bentivoglio

Arch. Elisabetta Fabbri

Impresa Esecutrice

A.T.I. COSTRUZIONI BAROZZI sri Capogruppo Mandataria

I.M.A.C. Spa – mandante

DI CRISIO FRANCESCO - cooptata

CONSORZIO I.T.L. – mandante

S.R.L. RAVA E C. – mandante

Progetto Preliminare

Coordinamento della progettazione:

Progettisti:

Consulenti:

Restauratore:

Dott. Enrico Bentivoglio

Arch. Elisabetta Fabbri, Ing. Domenico Triscioglio

Arch. Stefano Pace

Gianluca Tartaglia

Progetto esecutivo

Prof. Ing. Giovanni Fuzio _Ing. Giuseppe Carallo,

Ing. Michele Fuzio _Ing. Pietro Pireneo _Arch. Nicola F. Fuzio,

Arch. Rosa Angela Morea _Prof. Ing. Pietro D'ambrosio,

Sidi s.r.l. - Ing. Donato Mininni _Ing. Biagio Laurieri Cobar s.r.l.

Consulenze specialistiche

Architettura e restauro:

Acustica:

Illuminotecnica:

Ponteggi:

Arredi:

Scenotecnica:

Restauro:

Prof. Arch. Adolfo Natalini

Muller - BBM

Arch. Susanna Antico

Piliosio S.p.a.

TMA s.r.l.

Dari automazioni

Lorenzoni Maurizio

Direzione Tecnica di Cantiere

Coordinamento:

Direzione Tecnica:

Direzione Tecnica Impianti:

Direzione Tecnica Operativa:

Per. Ind. Vito Matteo Barozzi

Ing. Michele Fuzio

Ing. Michele Buzzerio, Ing. Biagio Laurieri

Geom. Paolo Pontradolfo, Per. Ind. Michele Piscilli



La forma del suono e il restauro





Il Teatro San Carlo di Napoli è considerato uno dei più belli a livello mondiale, tra i teatri classici all'italiana, dotati di molti ordini di palchi, è uno dei gioielli più preziosi. Sicuramente è tra i migliori per quanto riguarda le condizioni acustiche. Inaugurato nel 1737, è stato ricostruito dall'architetto Niccolini nell'anno 1817 a seguito di un incendio devastante. La sala teatrale ha sempre mantenuto la forma di allora praticamente fino ad oggi. Per molti architetti, ingegneri ed esperti di acustica, la costruzione o il restauro di un teatro dell'opera rappresenta il culmine della propria attività professionale. Per noi esperti di acustica architettonica, un tale incarico ha rappresentato la prova più ardua, più gratificante e più onorevole che ci si potesse presentare. L'autore del presente articolo può vantare un grande bagaglio di esperienze, fatte di restauri di numerosi teatri italiani e non, come "La Fenice" di Venezia o il "Bolshoi" di Mosca. Tra questi quali, comunque, il restauro del San Carlo rappresenta un highlight assoluto. Nel giugno 2008 è stato bandito un concorso relativo alla realizzazione di un programma molto ambizioso che doveva essere messo in pratica in stretta collaborazione con i progettisti italiani e con la società Cobar/ Altamura. Un progetto ambizioso per quanto riguarda la prevista tipologia e quantità degli ambienti - molto ambizioso se si considera che si disponeva di soli due mesi per lo svolgimento dell'intera gara d'appalto, compreso il progetto definitivo completo. Ambizioso anche in relazione ai tempi di realizzazione previsti: 3 fasi di lavoro della durata di 6 mesi ciascuna, all'interno delle stagioni teatrali accorciate per la circostanza. Fino al momento del restauro, la sala teatrale non era dotata di ventilazione e climatizzazione, fatto che in una città dell'Italia meridionale come Napoli comportava notevoli limitazioni dell'esercizio teatrale nei mesi estivi. Inoltre musicisti e artisti dovevano accontentarsi, all'interno del San Carlo, di un numero molto limitato di sale prove. Dopo aver già partecipato alla realizzazione di alcune grandi opere svoltesi in maniera "miracolosa", come la costruzione dell'Auditorium di Roma o la ricostruzione del Teatro "La Fenice", anche a Napoli avuto nuovamente occasione di ammirare la precisione, la logistica e la velocità nonché lo spirito creativo dei colleghi italiani; che siano architetti, ingegneri od operai. Massima stima e rispetto per il grande impegno ed i notevoli sforzi fatti per il restauro di questo teatro.

Situazione alla partenza ed entità dei lavori di restauro

Leo Beranek, massimo esperto di acustica architettonica a livello mondiale, nel suo libro "Concert Halls and Opera Houses", in seguito a sondaggi d'opinione effettuati tra numerosi, qualificati, direttori d'orchestra, è giunto alla conclusione che il Teatro San Carlo può essere annoverato tra i cinque migliori teatri dell'opera al mondo, accanto a teatri come il Teatro Colon a Buenos Aires, il Teatro della Scala di Milano o la Semper Oper di Dresda.

Non sorprende che, considerata questa grande eredità, già molto tempo prima dell'inizio dei previsti lavori di restauro sia sorta tra il pubblico e nella stampa italiana una discussione molto vivace.

Commenti come "...fermate il progetto di restauro ...", "...l'acustica del San Carlo verrà rovinata" - "...il San Carlo non deve perdere la propria voce ..." - venivano pubblicati quasi quotidianamente. Al riparo da questi sinistri presagi, la Müller-BBM ha elaborato a Monaco il proprio progetto. Durante il restauro la richiesta era quella di mantenere quasi completamente intatte le più importanti superfici delimitanti l'ambiente della sala teatrale: le balaustre, il portale ed il proscenio nonché il soffitto della sala; ci si doveva limitare a rinfrescare le superfici. Le modifiche ed i rinnovamenti dovevano riguardare essenzialmente i palchi ed il pavimento della platea. L'obiettivo era quello di mantenere l'aspetto esteriore, sostituendo i materiali e - se possibile - ottimizzandoli dal punto di vista acustico.

In dettaglio sono state effettuate modifiche ed innovazioni delle seguenti parti:

- _In zona platea la struttura del pavimento di legno completamente nuova, resa necessaria dalla creazione della nuova zona foyer direttamente sottostante
- _Rivestimenti di stoffa su tutte le superfici dei palchi
- _Poggia-braccia ricoperti sulle balaustre dei palchi
- _Tende di stoffa davanti alle porte d'accesso ai palchi
- _Mantovane nei palchi
- _Poltrone della platea con aspetto esteriore identico al modello storico

- _Imbottitura delle sedie non fisse nei palchi
- _Installazione di un impianto di ventilazione in zona platea e in tutti i palchi

In ragione delle nuove esigenze di impiantistica, delle normative di protezione antincendio nonché della richiesta, da parte del Teatro, di creare nuove sale prove, è stato necessario inserire nell'edificio esistente i seguenti locali:

- _Sala prove grande per prove di regia / d'orchestra direttamente sovrastante la sala teatrale
- _Aggiunta di una nuova zona Foyer direttamente sotto la sala teatrale
- Sala prove orchestra / coro al piano interrato, fuori dall'edificio del teatro vero e proprio
- _Centrali tecniche al piano interrato accanto alla sala prove orchestra ed anche direttamente sopra la sala teatrale
- _Sistemazione dei gruppi motore delle unità frigorifere e di riscaldamento sulle superfici del tetto, a cielo aperto
- _Installazione di impianti scenotecnici moderni per il palcoscenico.
- _Grazie alla completa ristrutturazione del vano palcoscenico è stato possibile inserirvi un sistema di macchine del sottopalco composto da quattro podi palcoscenico.

Questioni di acustica

Quando l'acustica di una Sala Teatrale viene già considerata eccellente a livello internazionale, bisogna che non influiscano negativamente sulle condizioni di acustica architettonica non solo i lavori di restauro della Sala stessa, ma neppure l'inserimento di un impianto di ventilazione e/o la creazione di nuovi ambienti sopra e sotto la sala teatrale, ed in ultimo, nemmeno la ristrutturazione della zona palcoscenico dovrà, in nessun modo, mutare in senso negativo le precedenti condizioni acustiche. La realizzazione di una nuova sala prove per allestimenti scenici / prove d'orchestra, collocata proprio sopra il "quadro a soffitto" della sala teatrale nonché la creazione di un nuovo foyer, inserito direttamente sotto la zona della Platea, rappresentano la testimonianza più evidente del fatto che ci è stato chiesto, sia a livello di distribuzione degli spazi che in termini di acustica, molto più di un semplice restauro delle superfici. L'ottima qualità acustica non poteva essere compromessa né da modifiche fondamentali in zona palcoscenico quali l'installazione di podi mobili per il palcoscenico e di tiri ad asta di carico né da minimi adattamenti nella fossa d'orchestra e l'ambizioso obiettivo di conservare e migliorare ulteriormente l'acustica del San Carlo è stato raggiunto, almeno a giudicare dall'unanime entusiasmo e dalle affermazioni, senza eccezioni, di tutti i direttori d'orchestra e tra essi, in prima linea del Maestro Muti, dei critici musicali e degli stessi orchestrali. Gli amanti del bel canto troveranno ora condizioni ottimali anche dal punto di vista del clima ambientale, sono invitati ad immergersi nel nuovo splendore del Teatro San Carlo e a lasciarsi avvolgere dalla nuova acustica ancora più intensa e coinvolgente.

Sala teatrale

Che cosa si può fare a livello di acustica nell'ambito di un'operazione di restauro?

Sarà possibile inserire nuovi locali vicino alla Sala Teatrale ed installare un impianto di ventilazione senza ripercussioni negative sull'acustica?

Sarà possibile confutare gli infausti presagi fatti dalla stampa prima dell'inizio dei lavori e mantenere l'elevato standard acustico, anzi migliorarlo ulteriormente?

Sono molte e di non facile soluzione le domande che deve affrontare il responsabile dell'acustica. Propriamente parlando, restauro significa ripristino: della forma di base, dell'altezza dell'ambiente, del soffitto della sala, dei palchi, delle superfici, della fossa d'orchestra, del boccascena. In fin dei conti si deve conservare tutto, soprattutto dal punto di vista della geometria degli ambienti - soltanto le superfici vengono ritoccate e rinfrescate. Per fortuna nel Teatro San Carlo molte questioni di base erano già state risolte nel passato con un buon impianto, ma la domanda ora era: da dove sarebbe dovuto iniziare il lavoro dell'acustico? In effetti, l'acustica di una sala teatrale è faccenda piuttosto complessa e può essere descritta bene, in modo figurato, con l'immagine di un mosaico. Solo se tutti i parametri sono corretti, cioè se tutte le tessere del mosaico sono messe correttamente all'interno







Agosto 2008, la sala teatrale al termine delle operazioni di scavo.

Foto di Luciano Romano

040_041





Jürgen Reinhold svolge la propria attività di esperto in acustica architettonica da 25 anni nella società Müller-BBM. In qualità di procuratore della Müller-BBM GmbH e di amministratore della Müller-BBM International gestisce progetti di acustica architettonica soprattutto in Italia ed in Russia. Tra i principali progetti di teatri

e sale da concerti si possono menzionare: Parco della Musica a Roma, Teatro La Fenice a Venezia, Auditorium Paganini a Parma, Auditorium di Lodi Teatro Regio e Teatro Carignano a Torino Chiesa di Padre Pio Parco della Musica a Firenze (in costruzione) Teatro Bolshoi a Mosca Teatro Mariinski a S. Pietroburgo e molti altri progetti.

della figura, solo allora la sala teatrale potrà produrre la propria acustica ottimale. Nei paragrafi seguenti verranno descritti i pezzi più importanti di questo mosaico.

Pavimento Zona Platea

Per permettere la creazione di un nuovo foyer direttamente sotto la sala spettatori è stato necessario smontare il pavimento di legno originale, che era posato su diversi strati di travi in legno. Un solaio di cemento armato massiccio ha creato il necessario isolamento acustico tra la sala teatrale ed il foyer. Il disegno relativo al pavimento in zona platea prevedeva la realizzazione di una nuova struttura portante di solo legno in cui lo spazio vuoto sottostante veniva utilizzato anche come plenum per l'aria di mandata per gli spettatori sistemati in Platea. Inoltre, sotto ogni poltrona della platea sono stati praticati fori che servono per l'immissione dell'aria di mandata proveniente dal plenum d'aria sottostante. Il pavimento in zona platea ha costituito l'unica vera modifica costruttiva delle superfici fisse della sala teatrale. L'acustica ha tratto vantaggio da questa modifica in quanto l'inclinazione della platea è stata aumentata, migliorando non solo le linee di visibilità, ma anche l'alimentazione con suono diretto degli spettatori. La proprietà originaria del pavimento della platea, cioè la capacità di trasmettere agli spettatori - nei passaggi orchestrali di "fortissimo" - delle vibrazioni percettibili, è stata totalmente mantenuta. L'esecuzione musicale non viene "vissuta" solo attraverso le orecchie, gli occhi ed il corpo, ma anche attraverso le gambe, trasmessa dalle vibrazioni di questo pavimento di legno, con il risultato di una notevole intensificazione dell'esperienza musicale.

Soffitto della sala

Il quadro presente sul soffitto della sala, dipinto su una grande tela, è stato restaurato ed è stato migliorato il fissaggio a punti alla struttura di



Restauro dei decori del controsoffitto

*In alto:
le poltrone della platea,
completamente rinnovate,
mantengono l'aspetto identico all'originale
storico, ma possiedono requisiti acustici
notevolmente ottimizzati*



legno sovrastante. Il restauro della superficie ne ha ridotto la porosità e con ciò è stato diminuito il potere fonoassorbente delle superfici del soffitto. Lo stesso effetto è il risultato del fissaggio supplementare. La conformazione del soffitto della sala, completamente piana, è ottima dal punto di vista acustico e porta con sé una distribuzione delle riflessioni sonore molto uniforme, per tutti i posti spettatori.

Balaustre e decorazioni

Nella Sala Teatrale ci sono molte decorazioni e profili in stucco, realizzati in gesso, legno e cartapesta e quindi fonoriflettenti. Tutte queste superfici producono una diffusività sonora nella gamma delle frequenze alte e medie, molto importante dal punto di vista acustico - uno dei segreti di un'acustica eccellente. In questo modo si produce un "timbro sonoro" molto soffice, senza forti riflessioni dominanti.

Tempi di riverberazione e superfici assorbenti

In linea di massima, i teatri all'italiana con ordini di palchi sono considerati piuttosto "asciutti", dal punto di vista acustico, presentano cioè tempi di riverberazione corti, soprattutto nella gamma delle frequenze medie ed alte. Questa caratteristica favorisce un'ottima intelligibilità, ma allo stesso tempo non favorisce l'amalgama dei suoni. Il gusto degli appassionati della lirica è cambiato, oggi si tende a dotare i nuovi teatri dell'opera di un riverbero notevolmente più lungo. Questa tendenza si riflette anche sui lavori di restauro; infatti, si è cercato di ridurre al minimo le superfici assorbenti nella Sala Teatrale e di prolungare i tempi di riverberazione a favore di una maggiore ampiezza del suono. Il volume dell'ambiente, di notevole ampiezza per un classico teatro all'italiana con palchi, si è dimostrato molto utile ed ha prodotto, già prima del restauro, in combinazione con superfici ottimizzate dal punto di vista acustico, tempi di riverberazione più lunghi di quelli normalmente presenti in teatri dell'opera analoghi. Per ottenere un ulteriore leggero prolungamento dei tempi di riverberazione, i progettisti acustici hanno focalizzato la propria attenzione su singole superfici che si prestavano ad essere ottimizzate, cioè a modifiche volte a ridurre il loro potere fonoassorbente. A tale scopo, è stata ridotta al minimo l'imbottitura degli appoggi per le braccia sulla parte superiore delle balaustre dei palchi; sul retro dei rivestimenti di stoffa delle pareti dei palchi è stato applicato un materiale particolare per ridurre al minimo la distanza. Il rivestimento di stoffa dei soffitti nei palchi è stato incollato e le mantovane in corrispondenza delle aperture dei palchi sono state foderate sul retro con materiale fonoriflettente.

Molte superfici già presenti nella costruzione originaria si sono rivelate ora molto utili per l'acustica del teatro; ad esempio la "corona" sopra il palco reale non era stata realizzata in stoffa - come appare alla vista - ma in gesso e cartapesta, e dunque in materiale fonoriflettente, ottimale per l'acustica. Lo stesso vale per la mantovana nel Loggione che presenta superfici fonoriflettenti.

Anche le tende di stoffa sistemate davanti alla porta di ogni palco costituiscono un elemento di potenziale miglioramento acustico. Infatti queste tende molto pesanti, di elevato potere fonoassorbente, in ragione della loro ampiezza (in ogni palco, la superficie coperta da tende ammonta a 2-3 m²) costituiscono un fattore determinante dell'assorbimento complessivo della sala teatrale, e con ciò anche della riduzione del tempo di riverberazione nella sala, ed in particolare anche in ogni singolo palco. Grazie ad un adeguato trattamento, si è riusciti a dimezzare il potere fonoassorbente di queste tende in quasi tutta la gamma delle frequenze e dunque ad aumentare in modo determinante il prolungamento dei tempi di riverberazione.

Poltrone nella platea

Le poltrone della platea sono state rinnovate completamente, mantenendone, però, l'aspetto esteriore, identico all'originale storico. In una Sala Teatrale, le poltrone rivestono un ruolo acustico molto importante. Si richiede che la poltrona vuota, come ad es., durante le prove, presenti un assorbimento del suono simile a quello della poltrona occupata, come durante le rappresentazioni operistiche. Le superfici non coperte dagli spettatori seduti devono essere il più possibile fonoriflettenti. Le poltrone progettate per il Teatro San Carlo, in un primo momento, non possedevano questi requisiti e

quindi è stato necessario effettuare ampie verifiche in laboratorio sulle poltrone storiche esistenti ed, in collaborazione con il produttore delle poltrone, interventi di ottimizzazione su quelle nuove. Alla fine, integrando superfici dure, fonoriflettenti sotto forma di inserti di legno compensato e strati di finta pelle si è potuta ottenere un'ottimizzazione acustica ed una riduzione del potere fonoassorbente aggiuntivo, indesiderato. Le poltrone della platea presentano ora una capacità di assorbimento del suono quasi identica quando sono occupate e quando sono vuote.

Inserimento impianto di ventilazione nella Sala

L'impianto di ventilazione deve essere assolutamente silenzioso e quasi invisibile. In questo caso, in più non si dovevano alterare in alcun modo le superfici di valore storico.

Abbiamo già descritto il sistema adottato, cioè l'introduzione in platea dell'aria di mandata mediante un plenum d'aria sottostante il pavimento di legno. Inoltre, in ogni palco viene immessa aria di mandata attraverso una griglia nel soffitto. Mantenendo la velocità dell'aria adeguatamente bassa e dimensionando in modo sufficiente i silenziatori, il tutto si svolge con la silenziosità richiesta.

Lo scarico dell'aria viziata avviene attraverso aperture pre-esistenti nel soffitto come pure attraverso palchi laterali a livello del Loggione, senza alcun danno per le superfici storiche.

Anche per la fossa d'orchestra è stata prevista una ventilazione alquanto "soft", attraverso giunti aperti intorno al podio, senza la necessità di praticare fori nel pavimento.

Nuovi ambienti vicini

Grazie alla realizzazione di pareti altamente insonorizzanti e di solette di separazione con pavimenti speciali, è stato possibile rendere impercettibili i rumori generati nelle centrali tecniche adiacenti e garantire la possibilità di utilizzo contemporaneo, praticamente senza restrizioni, di vari ambienti, ad es. della sala prove grande e della sottostante sala teatrale.

I supporti elastici doppi su cui poggiano i motori e le macchine impediscono fastidiose trasmissioni del suono via solido. Grazie ad un progetto di acustica strutturale elaborato con grande abilità e messo in atto con la massima cura, si è riusciti ad aumentare la disponibilità di spazi nonostante le ristrette condizioni di spazio nel teatro.

Qualità acustica e commenti

Nell'ambito del restauro del Teatro di San Carlo, non solo si sono potute mantenere le eccellenti condizioni acustiche del teatro, ma siamo anche riusciti a prolungare significativamente i tempi di riverberazione su quasi tutta la gamma di frequenze.

I commenti entusiasti dei direttori d'orchestra, musicisti, amanti dell'opera lirica e della stampa sono stati unanimi.

Quale eco positiva abbia avuto il rinnovamento acustico ed il miglioramento del Teatro di San Carlo, è stato descritto molto bene da Paolo Isotta nel suo articolo "Il Restauro del San Carlo: virtuosismi per l'acustica", nel Corriere della Sera del 27 Gennaio 2009.

"... Definirei un vero e proprio miracolo la cosa più importante d'un restauro, l'acustica. Il San Carlo è non solo il più bel teatro del mondo, ma anche una delle sale al mondo fornite della migliore acustica: pur ciò frutto del genio del Niccolini, che la sala rococò originaria del Medrano (1735) lasciava alquanto a desiderare.

Ebbene, quest'acustica nitida e allo stesso tempo soffice, quest'acustica che ti permette la stereofonia degli impasti e la fusione timbrica quando occorre, quest'acustica che trova come da sé l'equilibrio fra il palcoscenico e la buca ... quest'acustica è rimasta intatta e, se possibile, è diventata ancora più naturale. Farò un esempio.

Già conoscevo il risultato quale si evince dalla platea. Mi sono allora collocato in un palco di III fila e in fondo.

Nei palchi della Scala se ci si siede con le mani sulla balausta, il suono è attutito, comunque diverso da quello della platea; se ci si pone a metà, cambia ancora: è gravemente affievolito se si sta in fondo. Nel mio palco, peraltro laterale, il suono è identico per potenza e colori a quello della platea. Ti sposti, non si modifica nulla.

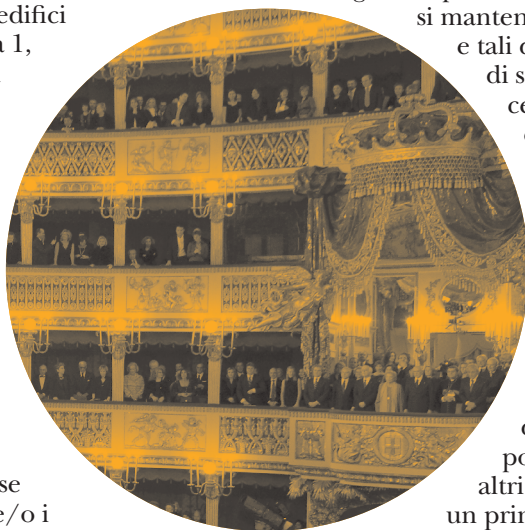
E dal loggione è come stare in orchestra....."





Il valore del silenzio

All'art. 11 della legge comunitaria 2009 (Delega al Governo per il riordino della disciplina in materia di inquinamento acustico) viene rilevata la necessità di riscrivere i Decreti correlati con l'inquinamento acustico e vengono riportate alcune indicazioni inerenti l'applicazione del DPCM 5-12-1997. In particolare il comma 5 recita: "In attesa del riordino della materia, la disciplina relativa ai requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti di cui all'articolo 3, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, non trova applicazione nei rapporti tra privati e, in particolare, nei rapporti tra costruttori-venditori e acquirenti di alloggi sorti successivamente alla data di entrata in vigore della presente legge". Questo articolo viene a sanare la situazione di difficoltà tra gli attori della filiera che negli anni passati aveva generato non pochi problemi. L'alterazione del comfort acustico di un'abitazione dovuto all'insorgere o all'intensificarsi di fonti di rumore oltre i limiti stabiliti dalla legge o causato da un'inadeguatezza dei requisiti acustici passivi dell'edificio poteva di fatto compromettere seriamente il valore stesso dell'immobile fino a provocare vere e proprie cause civili con protagonisti da una parte i proprietari (e/o i fruitori) dell'immobile, i quali perseguivano il risarcimento per il danno subito o la rimozione delle cause di rumore molesto, dall'altra chi aveva elaborato il progetto o l'impresa che lo aveva realizzato. Già parecchi anni fa una sentenza della Cassazione Civile (n. 10186 15 ott. 1998) esplicitava il diritto a poter fruire liberamente, e dunque anche silenziosamente della propria abitazione "...in presenza di immissioni di rumore intollerabili, che ostacolano il



pieno godimento del bene, queste incidono sulla personale libertà di condurre una vita domestica secondo le convenienti condizioni di quiete". Effettivamente veniva recepito universalmente il principio di cui alla direttiva europea n. 89/106 del 1988 "l'opera deve essere concepita e costruita in modo che il rumore, cui sono sottoposti gli occupanti della stessa e le persone situate in prossimità, si mantenga a livelli che non nuocciano alla loro salute e tali da consentire loro soddisfacenti condizioni di sonno, riposo e lavoro". Su tale concetto si centravano le disposizioni legislative regolamentari e amministrative degli Stati membri concernenti i prodotti da costruzione. Si prefigurava dunque sempre più frequentemente l'esigenza di valutare i numerosi contenziosi da un punto di vista tecnico conducendo verifiche sperimentali delle immissioni sonore e dei requisiti acustici passivi degli edifici. In questi frangenti la relazione tecnica del progettista diveniva comunque un atto di obbligazione contrattuale nei confronti dell'acquirente o committente dell'opera poiché nella relazione comunque si poteva stabilire la responsabilità degli uni o degli altri. Con l'introduzione dell'articolo 11 si sperimenta un principio di non applicazione della disciplina relativa ai requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti se i rapporti tra le parti in causa, acquirenti, venditori, costruttori, sono sorte dopo l'approvazione di questo articolo. Di fatto si sancisce una tregua nei rapporti tra privati in attesa del nuovo decreto. Alla data di emanazione di quest'ultimo, rispettati tutti i requisiti sanciti dalle nuove norme, alle parti eventualmente lese torneranno tutti i diritti di risarcimento del danno.

Avrò acceso troppi elettrodomestici
tutti insieme? Riuscirò a evitare
il sovraccarico?



By-me fa questo e altro. Semplicemente.

C'è un sistema domotico così intelligente che ti semplifica la vita e rende la tua casa più confortevole e sicura. By-me ti permette di gestire luci, clima, automazioni, videocitofonia e antintrusione, di evitare i sovraccarichi elettrici, di rilevare le fughe di gas e le perdite di acqua, di risparmiare energia, di controllare più locali e funzioni insieme. E fuori casa puoi comandarlo con il tuo cellulare. By-me è un prodotto italiano, come attestano il suo stile e la sua qualità tecnologica.

www.vimarperte.it

 **VIMAR**
energia positiva

Design quickpartners*



aiE
assimpredil ance

Nel prossimo numero: lux

**Dall'inquinamento luminoso
dei grossi agglomerati urbani
del nostro territorio
ai progetti di illuminazione
dei nostri monumenti.**

**I sistemi di illuminazione
ambientali per gli esterni
e gli interni. Come la luce
condiziona la percezione
nelle nostre strade o nei
nostri ambienti domestici.**

**L'illuminazione dei grandi spazi
aperti nella scelta difficile
tra artificio e naturalità.**

**Anche la luce può risultare
inopportuna e disordinata
se pensiamo ad alcune grandi
piazze in città, somma del
disordine viario che vi si riversa.**

**Anche la luce può diventare
elemento ordinatore
di una città in trasformazione.**

**Progetti e speranze
di un territorio che cambia.**

