

PROGETTAZIONE ACUSTICA PER IL RECUPERO DELLA EX CHIESA DI SANTA MARIA DEL CARMINE

M. Garai ⁽¹⁾, M. Monari ⁽²⁾, C. Tavernelli ⁽¹⁾

⁽¹⁾ DIENCA, Università di Bologna, Viale Risorgimento 2, 40136 Bologna.

⁽²⁾ TRIGLIFO, Studio Associato Architettura e Ingegneria, Via J. della Quercia 6/a, 40128 Bologna.

SOMMARIO

Questo lavoro illustra la progettazione acustica degli interventi di recupero della ex chiesa di Santa Maria del Carmine, nella prospettiva di un suo utilizzo come sala per l'ascolto di musica da camera e sala conferenze. Dapprima è stato effettuato un rilievo acustico che ha permesso di conoscere i valori e la distribuzione all'interno della ex chiesa dei parametri acustici più significativi. Quindi sono state compiute le scelte progettuali, particolarmente delicate a causa dei vincoli che gravano su questo edificio d'interesse storico ed artistico. Infine, tramite un programma di simulazione numerica *beam tracing*, sono stati studiati gli effetti degli interventi previsti: le simulazioni confortano le scelte progettuali, prevedendo un notevole miglioramento della risposta acustica dell'ambiente.

INTRODUZIONE

Il progetto acustico del recupero dell'antica chiesa di Santa Maria del Carmine in Medicina (Bologna), realizzata tra il 1696 e il 1722 ed ora non più utilizzata per il culto, si propone di renderla adatta ad ospitare conferenze ed esecuzioni musicali. E' necessario, quindi, individuare ed eliminare eventuali difetti acustici, proponendo interventi che adattino e migliorino la qualità sonora della sala ma che siano poco invasivi per rispettare la configurazione originale dell'edificio. Date le notevoli differenze esistenti le due sorgenti sonore "oratore" e "orchestra" per caratteristiche spettrali, gamma dinamica e direttività, nonché tra le esigenze d'ascolto di una conferenza o di un'esecuzione musicale, il progetto acustico della sala è stato differenziato in funzione delle due destinazioni d'uso, ad ognuna delle quali corrisponde un differente allestimento.

L'idea dell'intervento nasce dal quadro della situazione acustica attuale: il volume molto elevato, imputabile soprattutto alle notevoli altezze, la grande quantità di superfici intonacate (con basso coefficiente di assorbimento acustico), gli effetti di focheggiamento dovuti alla forma geometrica della volta a botte e dell'abside, causano innumerevoli riflessioni delle onde sonore che, spingendosi prima verso il soffitto poi verso il fondo della sala, arrivano nella zona destinata al pubblico con notevole ritardo rispetto all'onda diretta. Come molti ambienti destinati al culto, quindi, anche l'ex chiesa di S. Maria del Carmine presenta lunghi tempi di riverberazione, elevati valori

del tempo baricentrico ed una chiarezza insufficiente: l'intervento progettuale è rivolto soprattutto a correggere questi difetti. Ciò si può ottenere riducendo il cammino percorso dalle onde sonore e convogliando l'energia delle prime riflessioni nelle zone occupate dal pubblico, in modo da aumentare la quota di energia diretta verso la platea, che anche la superficie a maggior assorbimento acustico; inoltre, nel rispetto dei vincoli storici ed artistici, si è scelto di ottenere la massima efficienza delle superfici assorbenti esistenti, mediante opportuni trattamenti, senza introdurre di nuove [4].

METODOLOGIA

Il rilievo acustico dello stato di fatto è stato compiuto utilizzando una sorgente elettroacustica alimentata con segnale MLS ed un ricevitore costituito da una testa artificiale con cuffia binaurale. L'elaborazione delle risposte all'impulso acquisite ha permesso di ottenere la distribuzione all'interno della ex chiesa dei parametri acustici più significativi [4]. Il supporto utilizzato nella fase progettuale consiste nella simulazione al computer, che implica una fase preliminare di rilievo della geometria dell'ambiente e dei materiali presenti, necessaria per la realizzazione di un modello tridimensionale della ex chiesa; in quest'ultimo vanno inseriti ricevitori e sorgenti, in grado di generare il campo sonoro corrispondente alle diverse configurazioni di progetto. Per creare una rappresentazione tridimensionale della sala, occorre mediare tra due necessità opposte: massima semplicità della geometria, per diminuire i tempi di calcolo, e riproduzione fedele dell'ambiente studiato. La soluzione ottimale nasce dalla conoscenza accurata sia della geometria da realizzare che degli algoritmi di calcolo, che consente di capire quali particolari e forme trascurare: mentre è evidente che un'eccessiva grossolanità del modello nuoce all'accuratezza, è meno noto che la riproduzione di particolari troppo piccoli può non solo allungare i tempi di calcolo, ma anche interferire la correttezza della simulazione che opera in approssimazione geometrica [5]. I risultati dei rilievi acustici compiuti sono stati utilizzati per tarare il modello realizzato al computer: questa fase, che occupa i tempi più lunghi, deriva dalla necessità di riprodurre fedelmente la realtà dello stato di fatto; ciò è possibile modificando i coefficienti di assorbimento dei materiali e la potenza emessa dalla sorgente di prova. La scelta dei parametri da tarare è ricaduta sul livello di pressione sonora, SPL, e sul tempo di riverberazione, T_{15} , perché ritenuti gli indicatori più immediati per stimare la qualità acustica di un ambiente confinato [1-4].

A livello progettuale, si è pensato di creare un allestimento che, oltre a correggere i parametri che mostrano i valori più sfavorevoli, fosse di facile montaggio e smontaggio e si inserisse nell'ambiente di particolare pregio architettonico senza snaturarne la percezione globale. Sono state elaborate due differenti proposte d'intervento, dedicate alle due esigenze di ascolto della musica e del parlato, tra loro perfettamente integrate e convergenti in un allestimento costituito da (*Fig. 1*):

- intonaco fonoassorbente, simile nell'aspetto a quello normale, utilizzato solo per la copertura e per la parte alta delle pareti laterali, data la sua la scarsa resistenza meccanica agli urti;
- tendaggi in tessuto pesante, stesi a chiudere le cappelle laterali durante le esecuzioni musicali, raccolti durante le conferenze;
- arazzi pesanti con funzione fonoassorbente sulla parete di fondo della sala;

- sistema di riflettori in plexiglas sospesi, sostenuti da sottili cavi d'acciaio ancorati, attraverso dei fori realizzati nella volta, alle capriate che sostengono la copertura; è possibile posizionare ed inclinare i pannelli, motorizzati e manovrabili dal basso, a diverse altezze secondo l'uso previsto della sala;
- riflettore trasparente a completa chiusura della cupola, posizionato nel punto in cui si innesta il tamburo e sostenuto da un telaio di acciaio che, saldandola alla struttura, impedisce eventuali inflessioni della lastra;
- conchiglia acustica formata da una serie di moduli facilmente posizionabili e collegabili tra loro, con la possibilità di realizzare due differenti configurazioni; la camera acustica, di grandi dimensioni, è un elemento fortemente invasivo: in questo caso, tuttavia, si è volutamente evitato un approccio "mimetico" perché la conchiglia orchestrale è, in fondo, un ulteriore "strumento" musicale;
- sistema di amplificazione elettroacustica del suono, da utilizzarsi nel caso di conferenze.

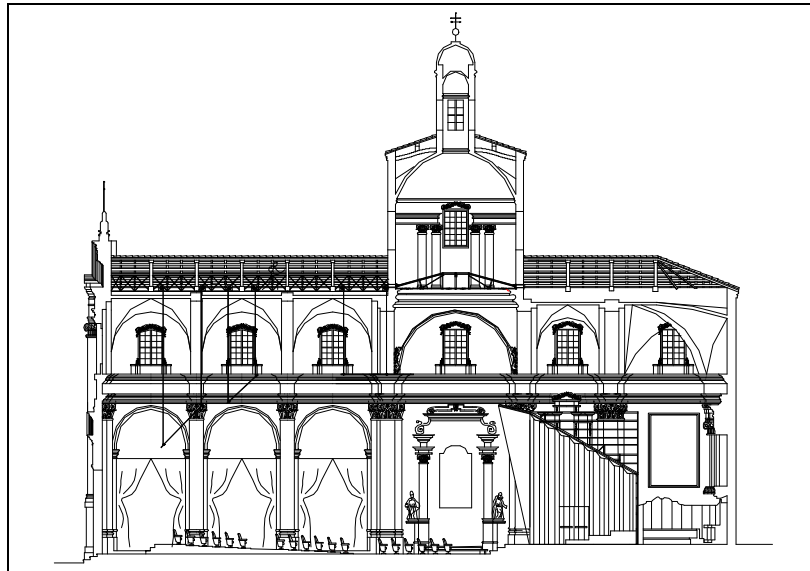


Fig. 1: Sezione longitudinale della ex chiesa con l'allestimento previsto.

Tramite una serie di simulazioni al computer è stato possibile definire la forma, le dimensioni ottimali e le posizioni dei dispositivi di correzione acustica e valutare i miglioramenti introdotti nella dimensione sonora della sala. In particolare, sono state fatte due serie di simulazioni: la prima con un'unica sorgente che riproducesse la voce umana (configurazione sala conferenze), la seconda con più sorgenti, che riproducessero le diverse sezioni orchestrali (configurazione sala da concerto).

RISULTATI

I risultati ottenuti nelle simulazioni dello stato di progetto sono stati confrontati con i rilievi nella situazione attuale, tramite una serie di rappresentazioni in pianta della distribuzione dei valori dei parametri acustici considerati: ciò ha permesso una valutazione immediata e facilmente leggibile delle diverse configurazioni (*Fig. 2*).

Nella configurazione per rappresentazioni musicali, l'introduzione della conchiglia orchestrale apporta notevoli miglioramenti alla percezione del suono, che

risulta più uniformemente distribuito nella sala. Grazie ai tendaggi a chiusura delle cappelle laterali e all'intonaco acustico sono stati ottenuti valori ottimali del T_{15} , dell'EDT e del tempo baricentrico, t_s ; il miglioramento della chiarezza è notevole soprattutto in fondo alla sala, dove la serie di riflettori trasparenti introdotti rinvia numerose prime riflessioni [3]. La spazialità, valutata utilizzando il parametro LFC piuttosto che la IACC (che non è facilmente ricostruibile con gli attuali programmi di simulazione [5]) non varia in modo significativo; i parametri attualmente utilizzati, infatti, sono influenzati soprattutto dalla forma geometrica dell'ambiente.

Nella configurazione come sala conferenza, un sistema di riflettori posti dietro all'oratore non è sufficiente per ottenere valori abbastanza buoni della *sound strength* G e dello STI, a causa dell'elevato volume della sala. E' quindi inevitabile il ricorso ad un adeguato sistema di amplificazione e distribuzione del suono, che permetta di migliorare ulteriormente la dimensione acustica della sala: dall'analisi dei risultati, si nota un abbassamento dei tempi di riverberazione, un aumento fino a 15-20 dB dei valori di G e una maggiore intelligibilità, tale da rendere buona la comprensione della parola.

Alla luce di queste considerazioni si può concludere che le condizioni acustiche della ex chiesa sarebbero nettamente migliorate grazie agli interventi proposti; è dunque possibile proporre l'utilizzo dell'ambiente come sala polifunzionale.

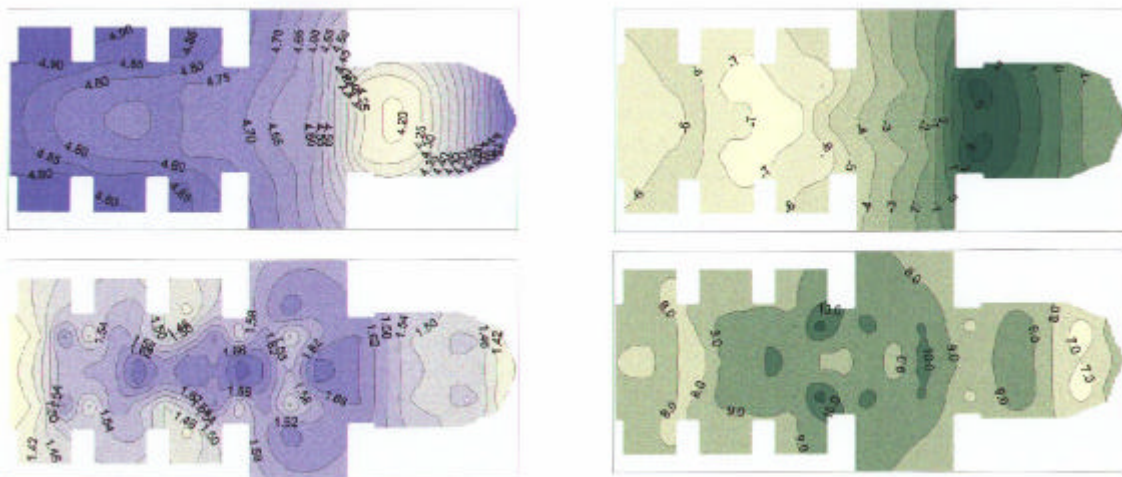


Fig. 2: Configurazione come sala da concerto - Confronto tra i valori misurati nello stato di fatto, sopra, e quelli previsti nello stato di progetto, sotto. Tempo di riverberazione T_{15} , a sinistra; chiarezza C_{80} , a destra.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Ando Y., *Concert hall acoustics*, Springer-Verlag, Berlin, 1985.
- [2] Barron M., *Auditorium acoustics and architectural design*, E&FN Spon, London, 1993.
- [3] Bradley J. S., *Some effects of orchestra shells*, J. Acoust. Soc. Am., **100** (2), 1996, 889-898.
- [4] Cocchi A., Farina A., Garai M., Tronchin L., "Computer assisted methods and acoustic quality: recent application cases" in: Ando Y. and Nosen D. (Editors), *Music and concert hall acoustics*, Academic Press, London, 1996, 67-84.
- [5] Farina A., *RAMSETE – A new pyramid tracer for medium and large scale acoustic problems*, Proc. Euro-Noise '95, Lyon, 21-23/03/1995, 55-60.