

QUALITÀ ACUSTICA DELLE SALE: PROGETTAZIONE PREVISIONALE E VERIFICA STRUMENTALE AD OPERA ULTIMATA. UN CASO DI STUDIO: LA SALA CONVEGNI DELLA NUOVA SEDE DELL'UNIVERSITÀ DI VICENZA.

Alberto Piffer (1), Elena Resenterra (2)

- 1) Libero professionista, Trento, alberto.piffer@gmail.com
- 2) Libera professionista, Belluno, elena.resenterra@gmail.com

1. Premessa

Il presente lavoro si è articolato nella modellizzazione acustica previsionale della sala per la definizione delle proprietà acustiche dei materiali di rivestimento, necessarie per soddisfare le richieste della committenza. Una volta ultimati i lavori è stato possibile verificare strumentalmente i risultati ottenuti in opera. Dal confronto tra i risultati teorici e sperimentali è stato possibile fare alcune osservazioni critiche sull'uso dei modelli e sulle caratteristiche di alcuni tipi di materiali impiegati.

2. Descrizione del progetto: inquadramento, caratteristiche della sala e richieste della committenza

Il progetto per la costruzione della nuova sede universitaria di Vicenza si sviluppa in 3 stralci di cui ad oggi (2012) è stato ultimato e reso operativo soltanto il primo. Il progetto è finalizzato alla realizzazione di una "Cittadella degli studi" inserita nel cuore della città grazie al recupero dell'area ex Cosma denominata "R. Mezzalira".

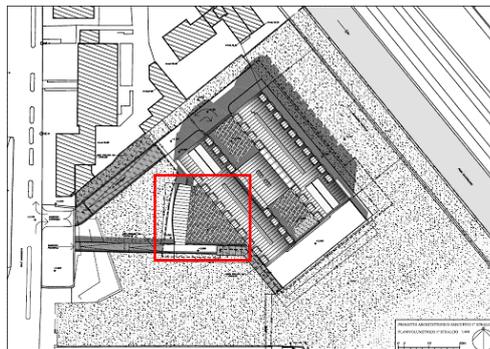


Figura 1 – Planimetria generale - I stralcio

Il progetto è firmato dello studio Natalini Architetti di Firenze mentre la direzione lavori è stata affidata all'ingegnere Davide Romanin Jacur.

Il primo stralcio intessa un'area di circa 4000 m². L'edificio è composto da un rettangolo di 35 x 56 metri, composto da 3 corpi paralleli, di cui il corpo centrale fa da collegamento ed atrio tra i due corpi laterali in cui sono inserite le aule per la didattica, uffici, laboratori e servizi [1][2]. Come evidenziato nella figura 1, nel corpo Sud Ovest è "incuneato" il volume occupato dalla sala convegni, tema del presente lavoro.

La sala è caratterizzata da una pianta a ventaglio. La disposizione della platea è ascendente con una variazione di quota massima pari a 4.82 metri. La capienza complessiva è di 300 posti a sedere. Il volume della sala è pari a 2300 m³ mentre la superficie in pianta misura circa 330 m².

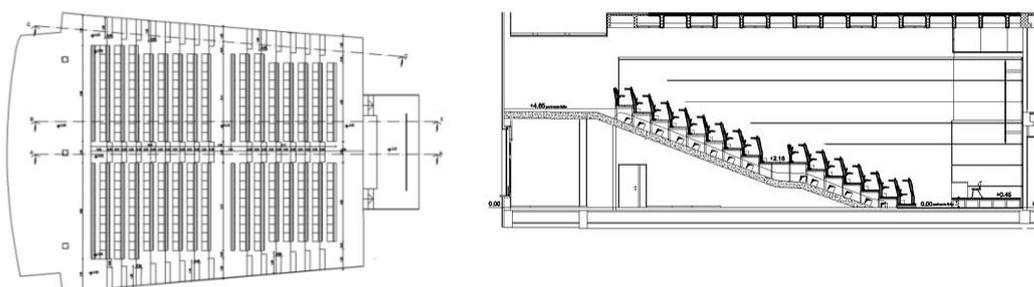


Figura 2 – Pianta e sezione della sala – stato di progetto

La sala oltre che per scopi didattici è utilizzabile anche da altri enti ed associazioni per le loro attività.

La richiesta della committenza mirava quindi all'ottenimento di una sala principalmente destinata al parlato con supporto elettroacustico ma che potesse non risultare eccessivamente sorda per l'impiego non amplificato ed anche musicale. Ci si è quindi posti l'obiettivo di rimanere all'interno dell'intervallo di tempo di riverberazione da 0.9 a 1.2 secondi (Figura 3), con la consapevolezza dell'impossibilità di creare delle condizioni ottimali per un certo tipo di musica che richiede un riverbero ben maggiore.

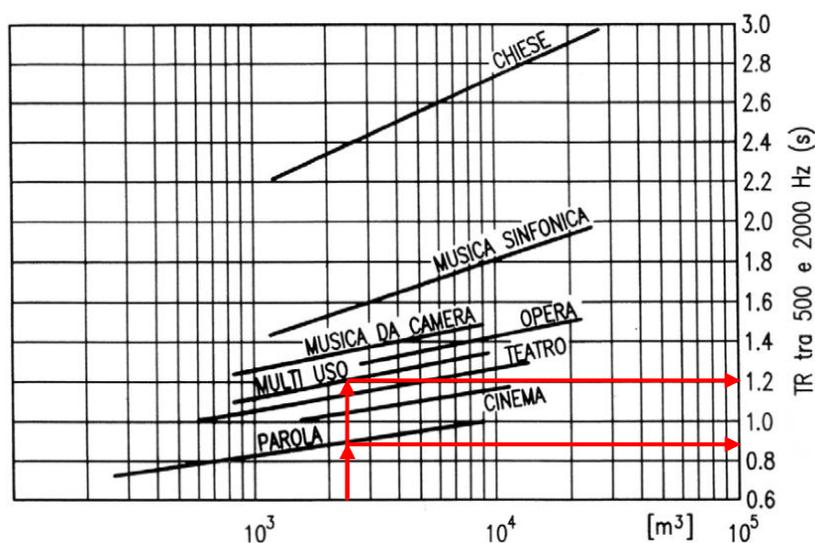


Figura 3 – Tempo di riverberazione ottimale in funzione del volume della sala

Le soluzioni proposte sono quindi state finalizzate a consentire un adeguato rinforzo dato dalle prime riflessioni, andando poi a smorzare la coda riverberante. I principali punti di intervento sono stati:

- Realizzazione di uno schermo acustico sopra il palco per ridurre il percorso delle prime riflessioni del soffitto, direzionandole verso il fondo della sala. (inizialmente previsto di forma curva, in fase esecutiva è stato modificato nella conformazione a “gradini” - figura 5 – stato di fatto);
- Impiego di materiali riflettenti per la parte inferiore delle pareti laterali in modo da conservare l’energia acustica delle prime riflessioni relative a tali superfici;
- Trattamento con materiale fonoassorbente delle pareti di fondo della sala e della fascia superiore delle pareti laterali;
- Trattamento parziale del soffitto in cemento armato con pannelli fonoassorbenti (in fase di realizzazione, tutto il soffitto è stato trattato con un controsoffitto parzialmente fonoassorbente);
- Realizzazione di uno schermo inclinato nella zona posteriore del soffitto per orientare l’onda sonora sulle ultime file di posti a sedere (particolare non realizzato).

Pur mantenendo i concetti fondamentali previsti, il progetto è quindi stato modificato in molti dettagli, alcuni dei quali significativi dal punto di vista acustico (si vedano le note comprese nelle parentesi).



Figura 4 – Viste 3D del progetto

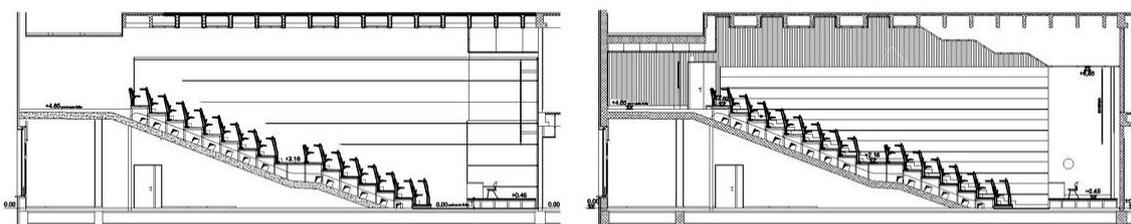


Figura 5 – Sezione della sala – stato di progetto ante studio acustico e stato di fatto

3. Risultati della simulazione

Il calcolo previsionale del tempo di riverberazione della sala è stato eseguito mediante il software Ramsete 2.5. Il software impiega la tecnica del “Pyramid Tracing” per calcolare le principali traiettorie delle onde sonore. Una prima taratura del modello è stata effettuata sulla base dei rilievi eseguiti in data 5 agosto 2009 nella sala al grezzo, ovvero completamente priva di qualsiasi tipo di rivestimento e arredo. Verificata la corrispondenza dei dati, si è proceduto ad inserire i materiali giudicati più idonei per l’ottenimento dei valori di riverberazioni desiderati. In particolare, la modellizzazione ha permesso di determinare la corretta forma ed angolazione dello schermo sopra il palco e l’ampiezza delle fasce acusticamente assorbenti sulle pareti laterali. Nella figura 6 sono riportate le viste della sala nella configurazione proposta dopo lo studio acustico del modello della sala.

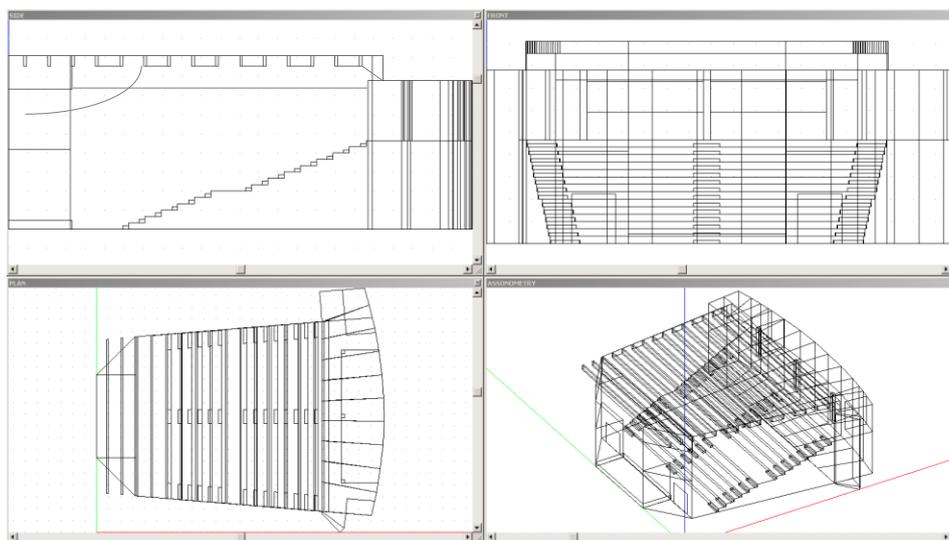


Figura 6 – Modellizzazione della sala

Per quanto riguarda i risultati della modellizzazione, il tempo di riverberazione a sala vuota, con la configurazione proposta dopo lo studio acustico, sono riportati nella tabella 1.

Tabella 1 – Tempo di riverberazione – sala vuota

	Bande di Frequenza [Hz]							Tr medio
	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
sala vuota	1.28	1.11	1.03	1.06	1.18	1.18	0.89	1.10

4. Risultati della verifica in opera

L’opera è stata ultimata nel corso del 2010. L’anno successivo, precisamente il 23 settembre 2011, è stato possibile avere la disponibilità della sala per la verifica finale delle sue caratteristiche acustiche.

Occorre precisare che la committenza non ha richiesto un “collaudo” ufficiale, ritenendosi evidentemente soddisfatta dell’opera o quantomeno non ravvisando problematiche acustiche macroscopiche... Le verifiche finali sono quindi state volute dagli scriventi, ed effettuate a proprio carico, come doverosa conclusione di un’interessante percorso di analisi e simulazione.

Le prove sono state condotte impiegando la seguente strumentazione: analizzatore Sinus SoundBook MKII con microfono PCB Piezotronics 377B02 con opzione Room Acoustic, sorgente sonora isotropica (dodecaedro) Look Line mod. D303. I principali parametri acustici per le sale sono stati determinati con la tecnica della risposta all'impulso impiegando un segnale di tipo sinusoidale logaritmico (Sine Sweep).

I risultati del tempo di riverberazione sono riportati nelle tabella 2.

Tabella 2 – Tempo di riverberazione – sala finita

	Bande di Frequenza [Hz]							
	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Tr medio
sala vuota	0.83	0.89	0.90	1.07	1.14	1.04	1.02	0.98

5. Ri-taratura del modello in base allo stato di fatto della sala

I risultati del collaudo, pur discostandosi in maniera significativa dai dati stimati, in particolare per quanto riguarda le basse frequenze, sono risultati soddisfacenti rispetto agli obiettivi prefissati.

Tuttavia, è stato interessante correggere il modello di calcolo inserendo tutte le modifiche apportate alla sala rispetto al progetto iniziale. Infatti, per motivi di tempo e costi, alcune soluzioni sono state modificate in corso di realizzazione.

I risultati del calcolo previsionale del modello aggiornato sono contenuti nella tabella 3 mentre il confronto con le altre condizioni verificate è riportato nel grafico di figura 7.

Tabella 3 – Tempo di riverberazione – modello corretto - stato di fatto

	Bande di Frequenza [Hz]							
	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Tr medio
sala vuota	0.88	0.87	0.88	1.02	1.11	1.10	0.91	0.97

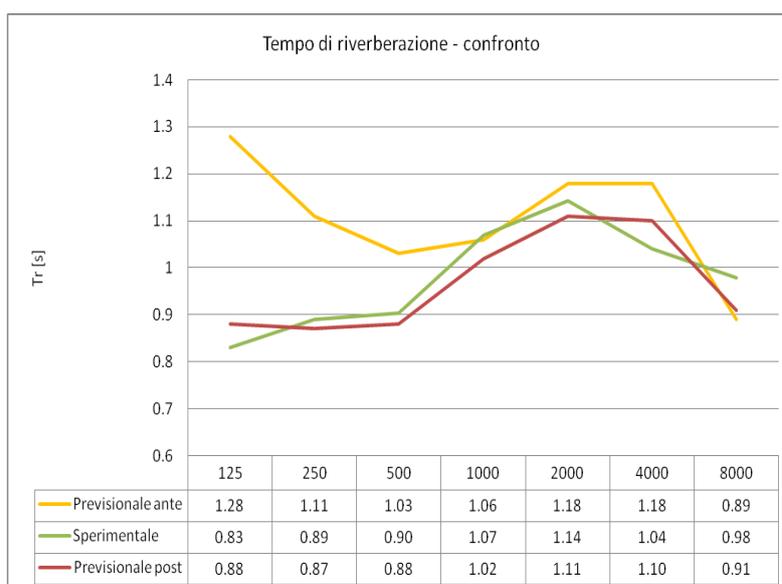


Figura 7 – Tempo di riverberazione – confronto

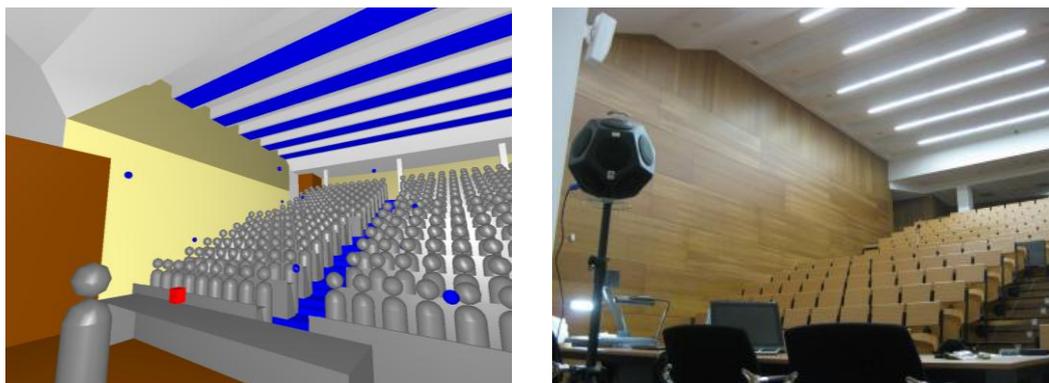


Figura 8 – modello vs. reale

6. Considerazioni conclusive

Pur non trattandosi di stravolgimenti, gli interventi attuati in fase di realizzazione degli allestimenti interni hanno portato ad una marcata diminuzione della riverberazione alle frequenze medio basse. È stato sufficiente modificare i dati di assorbimento acustico di alcune zone previste riflettenti (cemento armato / intonaco) con quelli relativi al comune cartongesso con intercapedine, per far collimare in maniera soddisfacente i dati del modello definitivo con i valori sperimentali.

La sala, nella sua configurazione definitiva, risulta interamente rivestita con pannelli (legno piano, legno fresato e cartongesso) che si comportano come membrane vibranti dando luogo a fenomeni di assorbimento acustico particolarmente selettivi alle basse frequenze.

Dal punto di vista della resa acustica della sala, queste modifiche ne hanno certamente agevolato l'uso per quanto riguarda il parlato, mentre nel caso di impiego musicale, la mancanza di rinforzo alle basse frequenze potrà risultare penalizzata.

L'esperienza ha confermato l'affidabilità dei modelli di calcolo previsionale, opportunamente tarati. D'altro canto ha messo in luce come, anche interventi giudicati poco significativi, possano portare a variazioni importanti dei risultati, spesso erroneamente imputati all'imprecisione del metodo di calcolo ed alle variabili legate ai coefficienti di assorbimento acustico dei materiali. Una delle difficoltà principali incontrate è stata appunto la stima dei coefficienti alfa per le superfici lisce in legno con intercapedine. La stima è stata fatta sulla base del calcolo della frequenza di risonanza del sistema e utilizzando i dati di altri materiali con caratteristiche simili verificati precedentemente in opera.

7. Bibliografia

- [1] <http://www.univi.it> – nuova sede universitaria di viale Margherita a Vicenza;
- [2] <http://www.nataliniarchitetti.com> – progetti realizzati.