



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

Corso di Laurea triennale in Ingegneria Meccanica

ANALISI DEI REQUISITI ACUSTICI DI AUDITORIUM E OPERA HOUSE

ACOUSTIC REQUIREMENTS OF AUDITORIUMS AND OPERA HOUSES

Relatore:

Dott. Ing. Fabio Serpilli

Correlatore:

Dott. Ing. Valter Lori

Tesi di Laurea di:

Marco Bruni

A.A. 2022/2023

INDICE

1	Introduzione	p.2
2	Caratterizzazione storica di teatri e auditorium	p.3
2.1	Teatro d'opera	p.3
2.2	Auditorium	p.9
3	Parametri acustici che caratterizzano una sala	p.11
3.1	Tempo di riverberazione (T60, T20, T30)	p.11
3.2	Tempo di primo decadimento T10 (Early Decay Time, EDT)	p.11
3.3	Indice di Chiarezza, C80	p.12
3.4	Definizione, D50	p.12
3.5	Istante Baricentrico dell'Energia o Tempo Baricentrico, ts	p.13
4	Raccolta dei dati	p.14
5	Analisi Critica	p.26
5.1	Considerazioni generali sulla geografia e le caratteristiche delle sale	p.26
5.1.1	Sale nel mondo	p.26
5.1.2	Sale in Europa	p.26
5.1.3	Caratteristiche costruttive	p.27
5.1.4	Parametri acustici individuati	p.28
5.2	Analisi approfondita dei parametri acustici	p.29
6	Conclusioni	p.32
7	Bibliografia	p.33

1. Introduzione

Fin dalla comparsa delle sue prime forme nell'antica greca, intorno al VI secolo a.C., il teatro ha rappresentato per l'uomo una fonte di aggregazione socioculturale tra le più importanti, attraversando una lunghissima evoluzione che ha visto il trasformarsi delle sue tematiche dalle *tragedie* al *teatro in prosa*, dalla riproduzione di *musica da camera* alla riproduzione di *musica contemporanea*, passando attraverso *opere liriche* e moltissime altre rappresentazioni.

Ciò ha ovviamente comportato un'evoluzione anche negli ambienti destinati a tali riproduzioni, che sono passati da essere anfiteatri costruiti all'aperto ad essere le strutture che ad oggi conosciamo, quali teatri d'opera e auditorium.

Questo tipo di ambienti, oltre ai normali requisiti tecnici che devono possedere in materia di stabilità delle costruzioni, antiincendio, sicurezza, etc., devono garantire anche un adeguato confort indoor, e più nello specifico un adeguato *confort acustico*, che si raggiunge attraverso il controllo di una serie di aspetti legati all'isolamento acustico dell'involucro e alle caratteristiche acustiche dello spazio destinato agli ascoltatori. Su quest'ultimo concetto si basano tutti gli studi generalmente definiti con il termine "*acustica architettonica*". Quando si parla di acustica architettonica in genere lo scopo non è quello di garantire uno standard minimo prestazionale di riferimento, ma quello di raggiungere il massimo grado di qualità acustica della sala, valutato anche in funzione della tipologia di eventi che si svolgono al suo interno. La qualità acustica della sala si valuta attraverso una serie di parametri definiti parametri oggettivi e descritti nella norma ISO-3382 ([154]). Sin dagli inizi del secolo scorso tecnici e studiosi dell'acustica architettonica hanno concentrato la propria attenzione nel misurare questi parametri nei teatri esistenti o nel tentare di ottimizzarne i valori nella fase di progettazione di nuovi teatri.

Tutto questo ha permesso di ottenere nella letteratura scientifica un nutrito numero di informazioni tecniche quantitative su teatri tradizionali e teatri moderni fondamentali per lo studio dei parametri oggettivi in maniera specifica e più in generale per la progettazione di nuove sale.

In questo lavoro viene effettuato un primo tentativo di raccolta e catalogazione di queste informazioni all'interno di un dataset utile a tutti i livelli ai fini di un'analisi critica dei parametri acustici caratteristici di teatri d'opera e concert hall.

2. Caratterizzazione storica di teatri e auditorium

2.1 Teatro d'opera

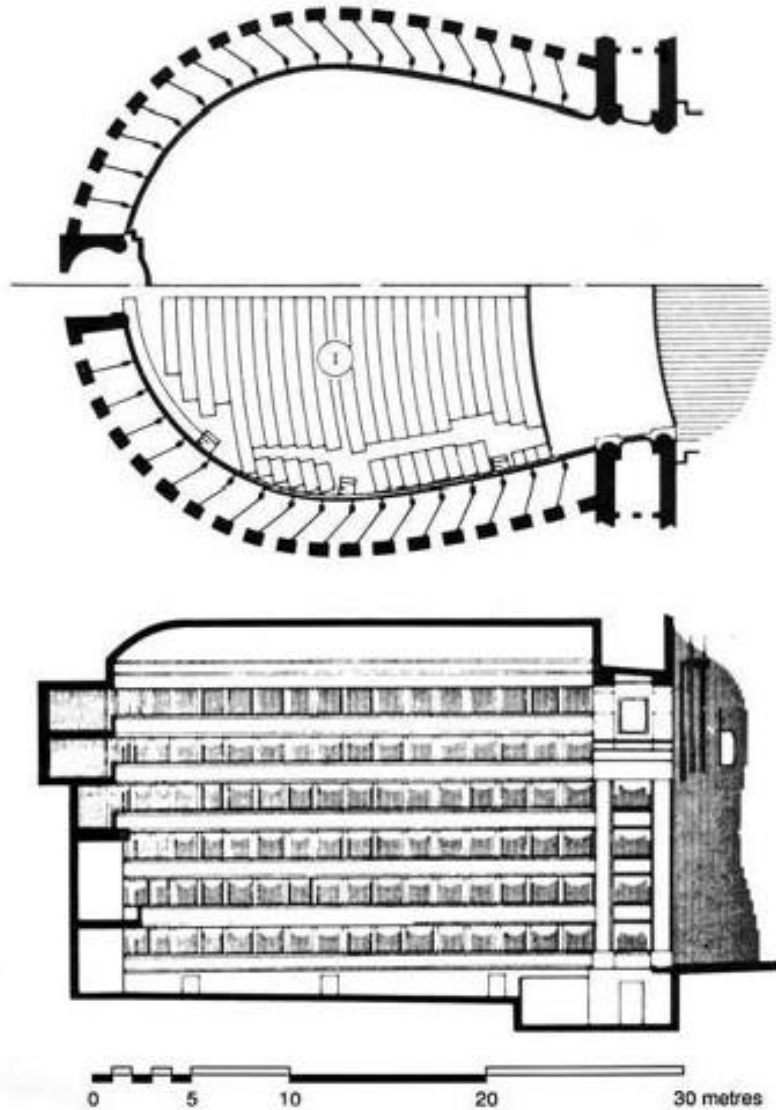
Il teatro d'opera vede la luce agli inizi del XV secolo, figlio del desiderio dei nobili appartenenti alle corti di Roma e soprattutto di Firenze, di riportare ai fasti di un tempo lo stile drammatico degli antichi Greci. Si pensa quindi ad un edificio adatto a conciliare recitazione e canto, con un palcoscenico, una fossa per l'orchestra (che per la prima volta viene messa tra il palcoscenico e il pubblico), posti a sedere per il pubblico e servizi dietro le quinte per i costumi e la creazione delle scene, vedendo edificato nel 1637, il primo teatro d'opera pubblico, il *Teatro San Cassiano a Venezia*.

Tra il XVIII e il XIX secolo la popolarità dell'opera lirica vede un'esplosione in tutta Europa creando dunque la necessità di teatri di grandi dimensioni, in genere con più di 1000 posti a sedere. Tradizionalmente, i principali teatri europei appartenenti a quell'epoca contenevano tra i 1500 e i 3200 posti a sede, come ad esempio *l'Opéra Garnier* di Parigi con 2.200 posti, il *Royal Opera House* di Londra (con 2.268), il *Teatro dell'Opera* di Roma (con 2200) o il *Wiener Staatsoper* di Vienna (con ridotta capacità di 2.280).

Una grande spinta nella costruzione di edifici così capienti venne data anche dall'aspetto commerciale della rappresentazione d'opera, che influì sulla geometria e le caratteristiche costruttive dei teatri: si sviluppò l'uso di file di palchi sovrapposte lungo le pareti e platee con posti molto stretti nell'ottica di ospitare più gente possibile offrendo la visibilità migliore, caratteristica che diventò comune così come l'uso di palcoscenici molto voluminosi. Questo garantiva, insieme all'adozione di piante con le pareti non parallele tra di loro (a V, a U, ellittiche, ovoidali, a ferro di cavallo, a spirale logaritmica, e altre varianti), l'assenza di echi/onde stazionare e l'assorbimento delle alte e medie frequenze. Le basse frequenze erano attenuate dai palchi, il soffitto e i rivestimenti in legno, restituendo dei tempi di riverberazione medi piuttosto contenuti (1,25 secondi alla *Scala di Milano*, alle medie frequenze e con la sala piena; Baranek 1966). Questi importanti assorbimenti erano bilanciati dalle riflessioni di elementi come i parapetti, migliorando sensibilmente la brillantezza del suono, seppur riducendo la visibilità per alcuni spettatori. Il Teatro d'opera italiano, grazie a queste caratteristiche e al divenire celebri di alcuni dei suoi edifici, nei secoli successivi è diventato il modello per la produzione di numerosi teatri in Europa così come oltreoceano. Di seguito vengono riportate le viste, sezioni e piante di due dei più rinomati teatri d'opera per la loro acustica: il Teatro alla Scala di Milano, 1778 (figura 1.a), e il Teatro San Carlo di Napoli, 1737 (figura 1.b).

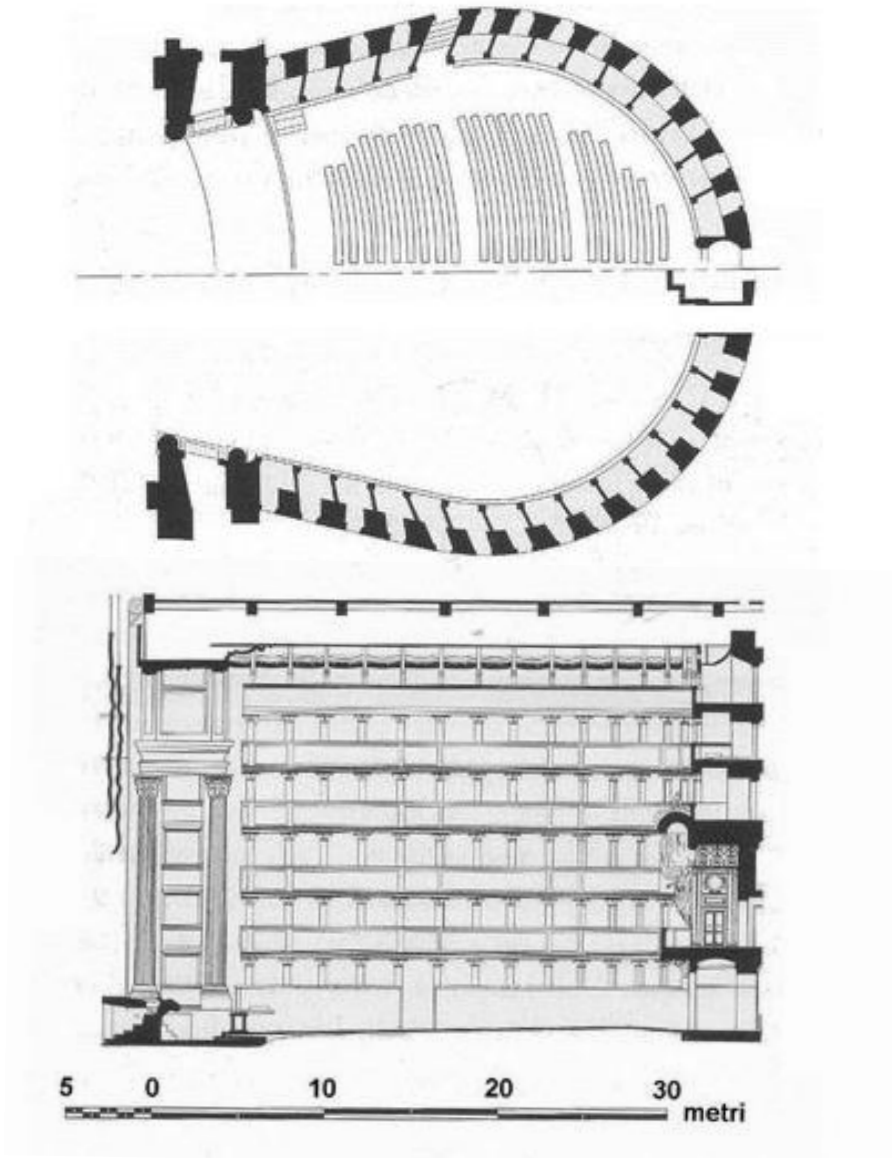


(1.a) Teatro
"alla Scala"
di Milano

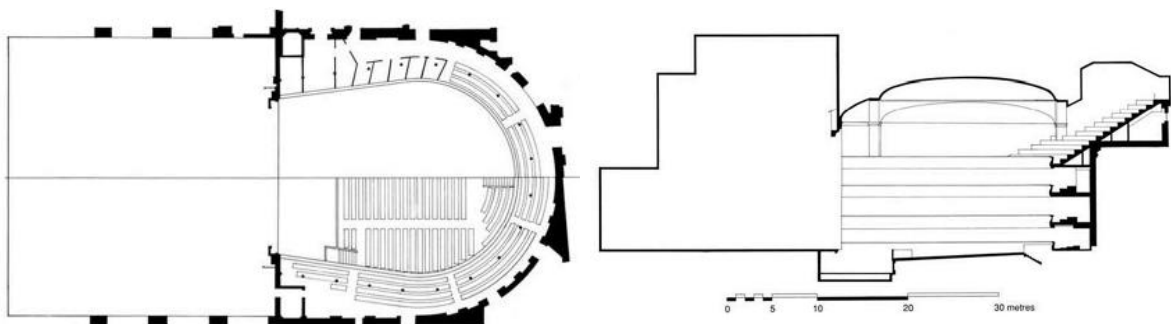




(1.b)
Teatro
"San
Carlo" di
Napoli

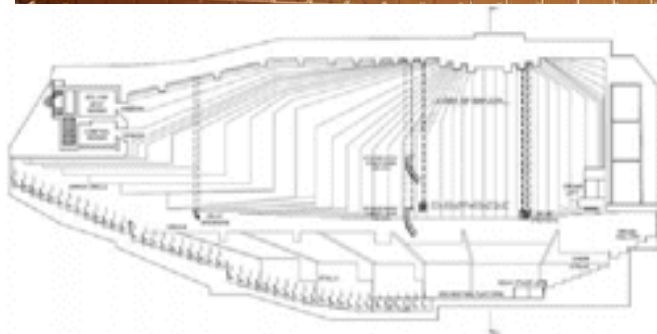


Con la crescita della borghesia e la conseguente ambizione di mostrare la loro ricchezza, a partire dall'800 i parapetti dei palchi vennero abbassati, con una conseguente minor riflessione del suono, che era però importante per controbilanciare l'elevato assorbimento dei palchi ed evitare una scarsa brillantezza del suono nella sala. Nonostante ciò i teatri d'opera ottocenteschi presentavano dimensioni maggiori e tempi di riverberazione relativamente bassi grazie all'uso generoso di arredi e ai palchi disposti sulle superfici laterali, che come visto in precedenza erano fondamentali nel campo delle medie-alte frequenze. Nel XIX secolo il numero di musicisti delle orchestre aumentò, creando l'esigenza di collocare l'orchestra in modo da non ostruire la visione dai posti della platea. Il rimedio adottato per soddisfare queste necessità fu l'introduzione della fossa orchestrale posizionata tra il proscenio e gli spettatori in platea, che però portò con sé una riduzione della brillantezza della musica in platea e sui palchetti, per i quali il suono diretto degli strumenti risultava schermato. Ai fini di un confronto con i teatri illustrati in precedenza e una maggiore chiarezza si inserisce di seguito la planimetria della *Royal Opera House* di Londra, inaugurata nel 1732 (figura 2), che ben descrive l'evoluzione stilistica trattata.



(2) *Royal Opera House* di Londra

Con il passare degli anni ci si è allontanati sempre di più dal modello italiano di Teatro d'opera a causa della necessità di ospitare un numero consistente di persone senza però compromessi di visibilità e comfort acustico. Le sale hanno assunto forme più regolari, quasi rettangolari, focalizzando la ricerca di una buona acustica sullo studio delle riflessioni sonore sulle pareti, spesso studiate con superfici convesse per orientare e diffondere il suono nelle sale in modo da ottenere la migliore spazialità e qualità possibile. Di seguito gli esempi di due dei più rappresentativi teatri moderni, la Sidney Opera House, inaugurato nel 1973 (figura 3.a), e l'Elbphilharmonie di Amburgo, finito solo nel 2017 (figura 3.b).



(3.a) Fonte: Taylor, Lisa and David Claringbold. "ACOUSTICS OF THE SYDNEY OPERA HOUSE CONCERT HALL Part One (2010).

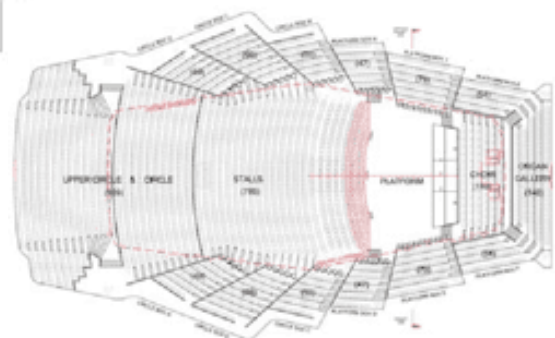
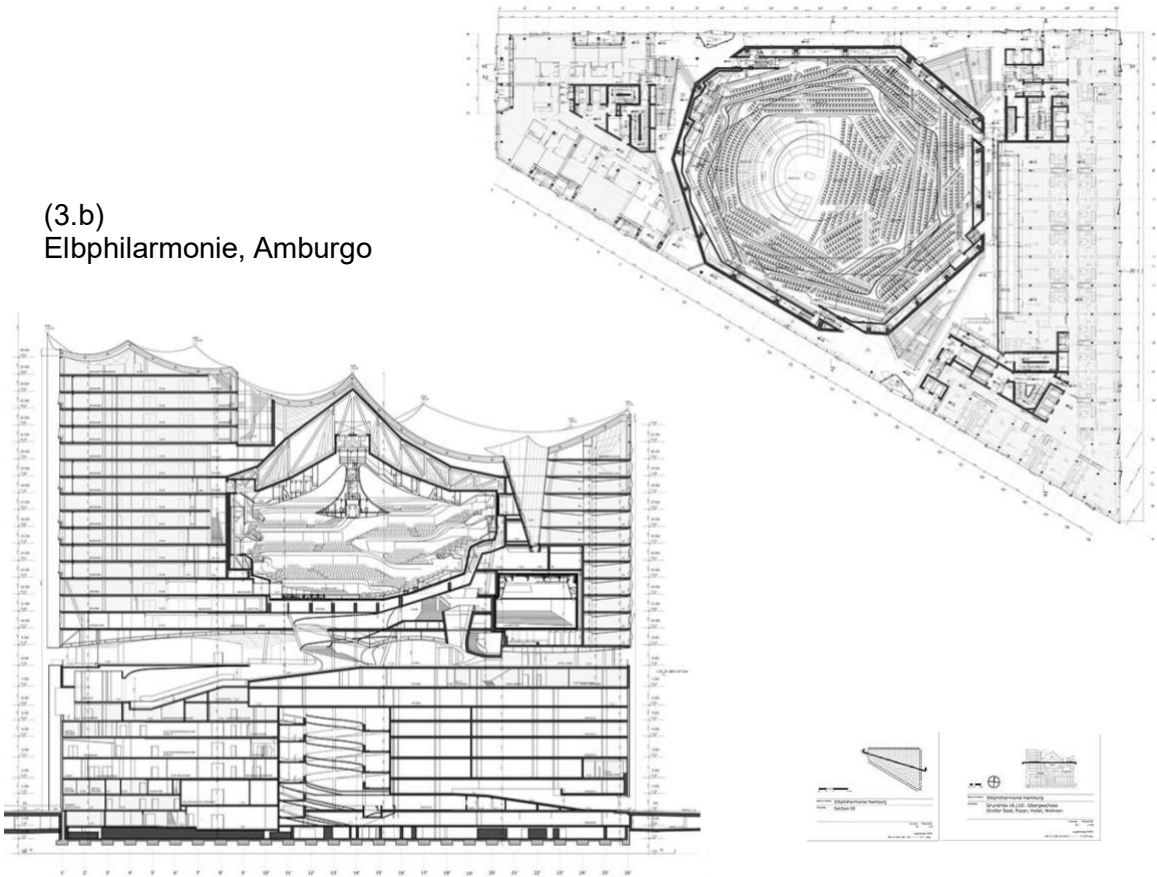




Foto: Iwan Baan

(3.b)
Elbphilharmonie, Amburgo



2.2 Auditorium

Anche gli auditorium, così come il teatro d'opera, si sviluppano in ambiente nobiliare. Meglio conosciuti come "sale da concerto", non sono stati però realizzati al fine di riprodurre un particolare tipo di rappresentazione (quale l'opera lirica), ma sono diretti discendenti delle grandi sale da ballo delle corti seicentesche, che spesso ospitavano grandi concerti orchestrali. Si portano dietro quindi delle caratteristiche architettoniche ben diverse rispetto ai teatri, come la tipica pianta rettangolare delle sale da ballo, le quali influiscono anche sulla qualità acustica in quanto poco atte allo smorzamento dei suoni. Le prime sale da concerto infatti erano caratterizzate da tempi di riverberazione molto elevati, certo compensati dalla perfetta visibilità sull'orchestra. Un esempio che rappresenta bene queste particolarità è sicuramente la *Grosser Musikvereinssaal* di Vienna, costruita nel 1870, di cui di seguito si riportano le immagini (figura 4).



(4) *Grosser Musikvereinssaal*, Vienna

Nei decenni a venire la sfida nella costruzione degli auditorium è diventata trovare delle soluzioni architettoniche che facessero fronte alle problematiche sopracitate, all'evoluzione del senso timbrico dell'orchestra e alla sempre maggiore capienza di pubblico. Si è vista l'introduzione di riflettori acustici, profili sagomati per orientare le prime riflessioni, o l'adozione di piante a ventaglio in modo da limitare le riflessioni laterali iniziali. Ad esempio, quando nel 1963 fu inaugurata la *Philharmonie* di Berlino, la prima grande sala da concerto a "terrazzamenti", si ebbe cura di inserire tra i vari blocchi di pubblico, pareti riflettenti inclinate rispetto alla verticale che potevano inviare suono di prima riflessione su ciascun gruppo di ascoltatori, che insieme ad elementi diffondenti e fonoassorbenti determinarono una buona acustica della sala.

3. Parametri acustici che caratterizzano una sala

La qualità acustica di una sala è principalmente determinata dalla sovrapposizione di due campi sonori: quello diretto e quello riverberato, la quale combinazione ottimale varia con il tipo di segnale sonoro che si vuole trasmettere nella sala (ad esempio parlato o musica di vario genere). In una sala adibita all'ascolto musicale è, ad esempio, desiderabile la presenza di una coda sonora più consistente rispetto ad una sala per conferenze o per un teatro per la prosa dove invece si ricerca una bassa riverberazione che favorisca l'intelligibilità del parlato. Nella prima metà del secolo scorso il tempo di riverberazione ha rappresentato il principale, se non l'unico, descrittore fisico usato come parametro oggettivo di valutazione del comportamento di una sala, ma con il tempo ne sono stati individuati diversi che vengono di seguito riportati:

3.1 Tempo di riverberazione (T60, T20, T30)

Il riverbero è definito come la persistenza dell'energia sonora in uno spazio chiuso dopo che la sorgente sonora è stata spenta. Di conseguenza, tale parametro mostra quanto tempo trascorre prima che il livello di pressione sonora emessa dalla sorgente subisce una riduzione di 60 dB in seguito al suo spegnimento (T60). Può anche essere misurato valutando un decadimento di 20 dB (T20) e/o 30 dB (T30), estrapolando matematicamente i risultati ottenuti se il rumore di fondo della sala non consente una misurazione adeguata a 60 dB (Henrique, 2009; Barron, 2010). Secondo gli standard i valori ottimali di RT ("reverberation time" in lingua Inglese) per una stanza volta all'ascolto del parlato sono compresi tra gli 0.8 e 1.2 secondi nella banda di ottava a 500 Hz e essere "flat" alle altre frequenze, mentre per la musica i valori ottimali possono variare moltissimo in base al genere di musica, anche se le sale con una valutazione qualitativa maggiore hanno un RT di circa 1.8-2s nella banda di ottava a 500 Hz, rimanendo "flat" alle alte e medie frequenze con un graduale incremento alle basse frequenze.

$$T_{60} = 0.161 \frac{V}{A} \qquad T_{med} = \frac{T_{60(500Hz) ott} + T_{60(1000Hz) ott}}{2}$$

3.2 Tempo di primo decadimento T10 (Early Decay Time, EDT)

L' EDT è definito come il tempo, in secondi, necessario a procurare una diminuzione di 10 dB nel livello sonoro dopo la cessazione di emissione della sorgente sonora, moltiplicato per un

fattore di 6 in modo da ottenere valori direttamente confrontabili con quelli di RT (Beranek, 2004). L' EDT è legato all'impressione soggettiva di come il segnale sorgente è influenzato dalla riverberazione e i suoi valori ottimali seguono gli stessi criteri di quelli per il tempo di riverberazione (Barron, 2010).

3.3 Indice di Chiarezza, C80

È un parametro che considera il rapporto dell'energia acustica prima, e dopo 80 ms. Il C80 è molto influente in sale adibite alla riproduzione di musica, in quanto mostra l'equilibrio tra la chiarezza con la quale il suono è percepito e il riverbero dell'ambiente. I valori raccomandati per questo parametro dipendono soprattutto dal tipo di musica a cui è votata la sala, e più è alto il valore (in dB), meno la sala è riverberata (Brandão, 2016). Valori ottimali per la musica da orchestra sono tra i -2 dB e i +2 dB (Barron, 2010).

$$C_{80} = 10 \log \left[\frac{\int_0^{80 \text{ ms}} p^2(t) dt}{\int_{80 \text{ ms}}^{\infty} p^2(t) dt} \right]$$

3.4 Definizione, D50

Il D50 è un parametro che mostra il rapporto dell'energia Sonora che raggiunge il ricevitore dopo 5ms il suono diretto e l'energia totale emessa. Le riflessioni sonore che raggiungono il ricevitore entro questo periodo sono considerate benefiche perché migliorano il suono diretto. Il D50 è utilizzato per valutare l'intelligibilità del parlato, con valori maggiori 0.5 (50%) che sono considerati accettabili e mostrano che la prima riflessione porta con se la maggior parte dell'energia contenuta nella risposta impulsiva (Brandão, 2016).

$$D_{50} = \left[\frac{\int_0^{50 \text{ ms}} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt} \right]$$

3.5 Istante Baricentrico dell'Energia o Tempo Baricentrico, t_s

È un parametro importante perché, pur mantenendo il concetto di rapporto energetico, è dimensionalmente omogeneo e non presenta il margine di decadimento ma la quantità di energia che possiede la coda riverberante rispetto al campo diretto; quindi rappresenta la distribuzione dell'energia rispetto al suono diretto.

Non vi è ancora accordo su quali siano i valori ottimali di questo parametro per quanto riguarda il parlato, anche se i valori di riferimento proposti dalla letteratura sono $0 \leq t_s \leq 50$ ms, mentre in campo musicale sono $50 \leq t_s \leq 250$ ms.

$$t_s = \left[\frac{\int_0^{\infty} tp^2(t)dt}{\int_0^{\infty} p^2(t)dt} \right]$$

4. Raccolta dei dati

Per la raccolta dei dati è stata effettuata una ricerca nella letteratura internazionale riguardante le valutazioni acustiche e le misurazioni svolte all'interno di Teatri e Auditorium di tutto il mondo, partendo dall'Italia ed estendendo la nostra ricerca ad ogni continente, consultando i paper di ricerca dei maggiori esperti e teorici del settore. In particolare, la nostra attenzione si è focalizzata sulla ricerca e la raccolta dei parametri acustici oggettivi sopra citati, i quali sono stati rilevati per un numero complessivo di 510 sale, tra cui 200 Teatri d'opera e 310 Auditorium. Ove possibile i dati sono stati raccolti in banda di ottava.

Per essere precisi i parametri catalogati sono:

- RT (T20/T30)
 - Sala vuota
 - Sala occupata
- EDT
 - Sala occupata
 - Sala vuota
- C80
 - Sala vuota
 - Sala occupata
- D50
 - Sala vuota
 - Sala occupata
- Ts

I dati sono stati inseriti in una tabella che è stata poi completata aggiungendo le caratteristiche geometriche e costruttive delle sale, quali:

- Anno di costruzione
- Anno di ristrutturazione
- Località
- Presenza o meno della fossa orchestrale

- Geometria generale
 - Volume sala [m³]
 - Superficie totale [m²]
 - Proscenio [m²]
 - Platea [m²]
 - Altezza sala [m]
 - Numero di livelli
- Numero di posti
 - Platea
 - Gallerie

A pagina seguente si riporta una versione ridotta della tabella in cui sono riportati gli edifici individuati ed alcuni dei parametri più rappresentativi:

Tabella degli edifici catalogati

Numero Identificativo	Nome e località	Anno di costruzione	Numero di posti totali	Volume totale sala	RTm un.occ.	RTm occ.	Fonte
ARGENTINA							
1	Colon, Buenos Aires	1908	2487	20870	1,80	1,62	[21], [24], [73], [56], [60], [109], [110], [102]
2	Teatro Argentino De La Plata	1977	2200	15030	-	1,68	[126]
3	Teatro Margarita Xirgu, Buenos Aires	1886	-	-	-	1,12	[126]
4	Juan Victoria, San Juan	1970	976	9000	-	1,70	[31]
5	Usina del Arte Symphony Hall, Buenos Aires	1916	1200	15700	1,50	-	[127]
AUSTRALIA							
6	Sydney Opera House	1959	2679	24600	2,10	2,20	[24], [109],[110]
7	Queensland Conservatorium of Music Theater, Brisbane	1996	630	9040	-	-	[117]
8	Ukaria Concert Hall, Mount Barker	2013	150	-	-	-	[128]
AUSTRIA							
9	Staatsoper, Vienna	1869	2208	10660	1,30	1,80	[110], [102], [109], [111], [130]
10	Konzerthaus, Vienna	1913	1865	16600	1,92	2,50	[24], [109]
11	Festspielhaus, Salisburgo	1960	2158	14020	1,5	-	[129]
12	Grosser Musikvereinsaal, Vienna	1870	1680	15000	2,20	2,00	[72], [69], [24], [50], [111], [30], [73], [48], [110], [75], [74], [102], [47], [108], [109]
13	Neues Festspielhaus, Salisburgo	1960	2158	15500	1,80	1,80	[109], [55], [21], [110], [111], [75], [74], [24]
14	Brahms saal del teatro Musikverein, Vienna	1870	604	3390	-	-	[102], [47]
15	Grosser saal in Mozarteum, Salisburgo	1841	844	4940	-	-	[102], [47]
16	Mozartsaal in Konzerthaus, Vienna	1913	716	3920	-	-	[102], [47]
17	Schubertsaal in Konzerthaus, Vienna	1913	336	2800	-	-	[102], [47]
18	Haydn-Saal, Schloss, Eisenstadt	1622	400	6800	-	-	[110]
19	Wiennersaal in Mozarteum, Salisburgo	1841	209	1070	-	-	[102], [47]
AZERBAIGIAN							
20	Heydar Aliyev Center, Baku	2012	1200	18729	-	-	[106]
BELGIO							
21	Palais des Beaux Arts, Bruxelles	1929	2150	12500	1,42	1,95	[72], [25], [24], [109]
BRASILE							
22	Sala Sao Paulo, San Paolo	1999	1610	20000	-	1,10	[72], [24]
23	CCB, Belèm	1988	1200	13395	-	1,83	[130]
24	Teatro Municipal de São Paulo, San Paolo	1911	1523	-	1,10	-	[130]
25	Teatro São Pedro, San Paolo	1858	-	-	1,05	-	[130]
26	Anfiteatro Camargo Guamieri, San Paolo	1973	435	-	1,18	-	[130]
27	Padre Werner Unisinos auditorium, San Leopoldo	-	703	4500	1,00	1,07	[131]
CANADA							
28	Roy Thomson Hall, Toronto	1982	2812	28300	1,49	1,61	[24], [110]
29	Salle Wilfrid-Pelletier, Montreal	1963	2982	26500	1,29	1,70	[24], [55], [69]
30	Alberta Jubilee Auditorium, Edmonton	1957	2731	20460	1,50	1,28	[55], [24], [109], [48], [110]
31	Queen Elizabeth Theatre, Vancouver	1959	2800	16750	1,55	1,60	[24], [109], [48]
32	Manitoba Centennial Auditorium, Winnipeg	1968	2304	28751	1,63	-	[152]
CILE							
33	Teatro municipal de Iquique, Iquique	1889	784	9318	1,25	-	[56]
CINA							
34	National Grand theatre of China - Concert hall, Pechino	2007	2000	7200	-	1,75	[54]
35	National Grand theatre of China - Opera house, Pechino	2007	2400	18900	-	1,25	[54], [109]
36	Grand Theatre, Shanghai	1998	1895	13000	1,83	1,70	[24]
37	Guangzhou Opera House, Guangzhou	2010	1800	18987	1,80	-	[86]
38	Jinji Lake Concert Hall, Suzhou	2017	509	9600	1,80	-	[117]
39	Shenzhen Concert Hall, Shenzhen	2007	1576	25000	2,00	-	[117]
40	Shanghai Symphony Hall - Small Hall, Shanghai	2014	400	6500	1,40	-	[117]
41	Shanghai Symphony Hall - Main Hall, Shanghai	2014	1200	20000	2,25	-	[117]
42	Oriental Art Center - Concert Hall, Shanghai	2005	2000	24000	1,40	1,60	[118]

Numero Identificativo	Nome e località	Anno di costruzione	Numero di posti totali	Volume totale sala	RTm un.occ	RTm occ.	Fonte
499	Opera House, Zhongshan	2005	1400	12000	1,60	-	
COREA DEL SUD							
43	K-Art Hall, Seul	2016	390	3500	-	-	[59]
44	Lotte Concert Hall, Seul	2016	2036	32600	1,90	-	[117]
CROAZIA							
45	Academy of Music of the University of Zagreb - Concert Hall, Zagabria	-	307	2500	0,90	-	[119]
DANIMARCA							
46	Radiohuset Studio One, Copenhagen	1945	1093	11890	1,20	1,50	[24], [109], [89]
47	Nielsen hall, Odense	1982	1320	14000	1,80	1,80	[24]
48	Tivoli Koncertsal, Copenhagen	1956	1789	12740	2,10	-	[24], [109], [48]
49	Copenhagen Concert Hall, Copenhagen	2009	1800	28000	1,80	-	[117]
FINLANDIA							
50	Konsertisali, Turku	1940	1002	9600	1,60	-	[109], [48]
51	Kulttuuritalo, Helsinki	1958	1500	10000	1,60	-	[24], [109]
52	Kaukametsän kulttuuritalo, Kajaani	1988	550	1000	-	1,95	[52]
53	Large hall, Tampere	1980	2000	18000	-	1,7	[52]
54	Vanaja Hall in Verkatehdas Cultural Center, Hämeenlinna	2007	750	10000	-	-	[53]
55	Sibelius Hall, Lahti	2000	1250	15500	-	2,20	[72], [24], [53]
56	Music Centre Concert Hall, Helsinki	2011	1704	24000	1,75	-	[117]
FRANCIA							
57	Grand theatre, Bordeaux	1871	1100	9586	1,10	-	[113]
58	Theatre National de l'opera, Parigi	1875	2231	9960	-	1,10	[109], [47], [102], [110]
59	L'Opéra Royal in the Chateau de Versailles, Parigi	1770	712	8635	1,70	-	[13]
60	Salle Pleyel, Parigi	1927	1913	15500	1,70	1,40	[24], [110], [69]
61	UNESCO Convention Hall, Parigi	1972	978	11000	-	-	[47]
62	Grand Auditorium (Maison de la Radio), Parigi	2014	1461	14500	1,75	-	[117]
63	Philharmonie de Paris, Parigi	2015	2400	37700	2,60	-	[117]
GERMANIA							
64	Staatsoper, Amburgo	1678	1679	11000	1,23	1,30	[21]
65	Deutsche Staatsoper, Berlino Est	1742	653	7500	-	1,75	[47]
66	Konzerthaus, Berlino	1821	1575	15000	1,60	2,47	[24], [109]
67	Semperoper, Dresden	1878	1329	15728	1,70	1,70	[47], [24], [109], [111], [110]
68	Komische Oper, Berlino	1947	1222	7000	1,25	1,32	[21]
69	Neues Gewandhaus, Lipsia	1884	1560	10600	1,55	1,80	[24], [109], [110], [111], [102], [25]
70	Kleinersaal in Konzerthaus, Berlino	1821	440	2150	1,08	1,15	[102]
71	Opera House, Amburgo	1955	1650	9100	1,40	-	[102]
72	Rokokotheater, Schwetzingen	1752	450	19800	1,00	-	[13]
73	Festspielhaus, Bayreuth	1876	1800	10300	1,55	2,60	[109], [102], [111], [110], [56]
74	Essen Opera House, Essen	1988	1125	8800	1,61	-	[129]
75	Philharmonie Halle, Berlino	1963	2230	24500	1,94	1,80	[24], [111], [110], [108]
76	Deutsche Oper Berlin, Berlino	1961	1900	10800	-	-	[47], [21], [110]
77	Beethovenhalle, Bonn	1959	1407	15700	1,80	1,60	[109], [47], [24], [48], [102]
78	Aalto Theater, Essen	1988	1125	8800	-	-	[21]
79	Festspielhaus, Baden-Baden	1998	2393	20100	1,74	1,79	[24]
80	Herkulesaal, Monaco di Baviera	1951	1287	13600	1,90	1,70	[109], [24]
81	Kammermusiksaal der Philharmonic, Berlino	1961	1575	11000	2,19	2,23	[24]
82	Benjamin Franklin Kongresshalle, Berlino	1957	1220	12950	1,90	-	[109]
83	Sender Freies, Grosser Sendesaal, Berlino	1959	1120	12900	2,00	-	[109]
84	Kleinersaal in Schauspielhaus, Berlino	1821	440	2150	1,92	-	[47]
85	Chamber music hall, Berlino	1987	1064	12500	-	-	[110]
86	Mozartsaal of the Liederhalle, Stoccarda	1956	800	5500	-	-	[110]
87	Grosser Saal, Stoccarda	1956	2000	16000	1,80	1,65	[109], [24], [75], [74], [102]
88	Musikhochschule Konzertsaal, Berlino	1856	1340	9600	1,50	-	[109], [72], [48]

Numero Identificativo	Nome e località	Anno di costruzione	Numero di posti totali	Volume totale sala	RTm un.occ.	RTm occ.	Fonte
89	Philharmonic Orchestra, Berlino	1822	2218	21000	-	1,80	[72], [109]
90	Philharmonie Am Gasteig, Monaco di Baviera	1972	2487	30000	2,00	1,90	[24, [69], [75], [47], [74]
91	Markgräfliches Opernhaus, Bayreuth	1748	800	28350	1,40	-	[13]
92	Elbphilharmonie, Amburgo	2017	2100	23000	-	-	[117]
93	Pierre Boulez Saal, Berlino	2017	682	7615	1,70	-	[117]
GIAPPONE							
97	Bunka Kaikan, Tokyo	1961	2327	17300	1,50	1,96	[21], [72], [24], [109]
98	New National theatre, Tokyo	1997	1810	14500	1,96	2,80	[21], [67]
99	The Galaxy Theatre, Tokyo	1992	746	6300	0,77	0,85	[117]
100	Yokosuka Art Theatre, Yokosuka	1994	1800	19700	1,4	1,7	[117]
101	Nissay Theatre, Tokyo	1963	1340	7500	1,11	-	[21], [129]
103	NHK Hall, Tokyo	1973	3677	25200	-	1,60	[24]
104	Hitomi Memorial Hall, Tokyo	1980	2378	19400	-	-	[47]
105	Kumamoto Prefectural Theater, Kumamoto	1982	1808	19410	1,90	-	[47]
106	Symphony hall, Osaka	1995	1702	17800	1,80	1,70	[47], [24], [110]
107	Metropolitan Arts Spaces Concert Hall, Tokyo	1990	2017	25000	2,10	2,13	[24], [84]
108	Meaeda Memorial Hall, Kawasaki	1877	1176	14700	-	-	[47]
109	Suntory Hall, Tokyo	1986	2006	21000	2,40	1,90	[72], [24], [110], [47]
110	Orchard Hall, Tokyo	2000	2150	20500	-	1,80	[24]
111	Hamarikyu Asahi Hall, Tokyo	1989	552	5800	-	-	[102]
112	Kyoto Concert Hall, Kyoto	1995	1833	20000	1,90	1,90	[108]
113	Opera City Concert Hall, Tokyo	1996	1636	15300	2,72	1,82	[24], [72], [96], [116]
114	Kitara Concert Hall, Sapporo	1997	2008	28800	1,80	1,70	[24]
115	Dai-ichi-seimei Hall, Tokyo	2000	767	6800	-	1,49	[102], [24]
116	Casals Hall, Tokyo	1987	511	6060	1,50	-	[102], [47]
117	Harumi Concert Hall, Tokyo	1954	767	6800	-	-	[47]
118	Higashitotsuka Hall, Prefettura di Kanagawa	1990	482	3576	-	-	[47], [102]
119	Ishibashi Memorial Hall, Tokyo	1993	662	5450	1,80	-	[47], [102]
120	Mitaka Arts Centre, Tokyo	2007	625	5500	-	-	[47], [102]
121	Miyama Conseru, Kirishima	1980	770	8475	-	-	[47], [102]
122	Sumida small sized, Tokyo	1997	252	1460	-	-	[47], [102]
123	Tsuda Hall, Tokyo	1988	490	4500	1,80	-	[47], [102]
124	Akiyoshidai International Art Village, Mine	1998	300	5880	2,00	-	[116], [117]
125	Art Tower Mito, ACM Theatre, Mito	1990	636	7300	1,15	-	[117]
126	Art Tower Mito, Concert Hall ACM, Mito	1990	680	7140	1,60	-	[117]
127	Asahikawashi Taisetsu Crystal Hall, Asahikawa	1993	600	6800	2,05	-	[117]
128	Fukushima City Concert Hall, Prefettura di Fukushima	1984	1002	12900	2,30	-	[117]
129	Harmony Hall Fukui, Fukui	1997	1456	19800	2,00	-	[117]
130	Ishikawa Ongakudo Music Hall, Kanazawa	2001	1560	18700	1,80	-	[117]
131	Nara Centennial Hall, Nara	1999	446	6500	1,60	-	[117]
132	Nagaoka Lyric Hall, Nagaoka	1996	700	9500	1,50	-	[117]
133	Okayama Symphony Hall, Okayama	1991	2001	17700	2,00	-	[117]
134	The Harmony Hall, Matsumoto	1985	756	9100	2,00	-	[117]
135	Yokosuka Bayside Pocket Theater (Small Hall), Yokosuka	1995	500	6700	1,10	-	[117]
136	Katsushika Symphony Hills, Tokyo	1992	1318	12500	1,40	-	[117]
137	Kioi Hall, Tokyo	1995	800	8650	2,05	-	[117]
138	Sogakudo Concert Hall, Tokyo	1998	1140	9600	1,90	-	[117]
139	Sumida Triphony Hall, Tokyo	1997	1801	18450	1,85	-	[117]
140	Toppan Hall, Tokyo	2000	408	3700	1,50	-	[117]
141	Kanagawa Auditorium, Prefettura di Kanagawa	-	-	3576	1,15	-	[129]
142	Kanagawa Kenmin, Prefettura di Kanagawa	-	-	-	1,9	-	[129]
GRECIA							
143	Megaron Athens International Conference Centre - Christos Lambrakis Hall, Atene	1991	1962	19100	-	-	[24]
HONG KONG							
144	Cultural center concert hall	1989	2019	21250	1,73	1,68	[72], [24]

Numero Identificativo	Nome e località	Anno di costruzione	Numero di posti totali	Volume totale sala	RTm un.occ	RTm occ.	Fonte
	INDIA						
145	Kennedy Auditorium, Aligarh	1962	1650	-	4,6	5,5	[97]
	ISRAELE						
146	Hechal he tarbut (Theatre Habimah), Tel Aviv	1917	2715	21240	-	1,50	[24]
147	Fredric R. Mann Auditorium - Heichal HaTarbut, Tel Aviv	1957	2715	21200	1,60	1,40	[109], [24], [48]
148	Binyanei Ha'uma - Ussishkin Auditorium, Gerusalemme	1962	3142	24700	1,80	1,70	[24], [109]
	ITALIA						
149	Teatro comunale di Bologna	1763	1034	4862	-	1,65	[14], [76], [5]
150	Teatro degli Arcinboldi, Milano	2002	2385	19500	1,72	2,00	[102]
151	Teatro Comunale di Modena	1841	1030	5730	-	1,40	[5], [102]
152	Teatro Zandonai, Rovereto	1782	562	2970	-	1,23	[102], [109]
153	Teatro di Sabbioneta	1590	250	1500	-	2,40	[102]
154	Teatro la Scala, Milano	1778	2289	11245	1,20	1,35	[102], [109], [114]
155	Teatro Pavone, Perugia	1717	1156	6570	1,10	-	[102], [5]
156	Teatro nuovo Giancarlo Menotti, Spoleto	1864	800	7526	-	1,13	[15]
157	Teatro dell'opera di Roma	1880	1500	10000	-	1,60	[93], [42], [5]
158	Teatro Verdi, Salerno	1872	610	4262	-	1,10	[43], [5]
159	Teatro Grande di Brescia	1810	400	6500	1,00	1,08	[78], [5]
160	Teatro Romolo Valli, Reggio Emilia	1857	1136	6200	1,52	1,53	[8], [94]
161	Teatro Paisiello di Lecce	1870	304	1680	-	0,92	[34], [37], [33], [5]
162	Teatro Alfieri, Asti	1860	700	4000	-	1,05	[79], [5]
163	Teatro San Carlo, Napoli	1724	1400	13700	1,15	1,10	[95], [5], [109]
164	Teatro Piccinni, Bari	1854	1500	5400	-	1,11	[34], [33], [37], [5]
165	Teatro la Pergola, Firenze	1657	999	8750	-	1,25	[16]
166	Teatro Manzoni, Pistoia	1694	970	19500	-	1,23	[22]
167	Teatro di corte della Reggia di Caserta	1756	310	2800	-	2,20	[44]
168	Teatro Rossini, Lugo	1757	448	1490	-	1,00	[26], [80], [134], [135]
169	Teatro Comunale di Bologna - Sala Europa	1763	1105	3500	-	1,27	[16]
170	Teatro scientifico, Mantova	1767	765	4420	-	1,26	[14]
171	Teatro Fracchini, Pavia	1773	409	1530	-	1,20	[5]
172	Teatro Mercadante, Napoli	1779	553	5100	-	1,35	[45], [5]
173	Teatro Masini, Faenza	1788	500	2580	-	1,11	[80], [134]
174	Teatro La Fenice, Venezia	1792	1076	16000	-	1,55	[70], [5]
175	Teatro Verdi, Trieste	1801	1300	22000	-	1,10	[96], [5]
176	Teatro Stignani, Imola	1812	550	1750	-	0,96	[80], [135]
177	Teatro Sociale di Como	1821	900	1965	-	1,20	[5]
178	Teatro Marrucino, Chieti	1818	500	1650	-	1,13	[104]
179	Teatro Cruci, Barletta	1819	495	3900	-	1,10	[37]
180	Teatro Garibaldi, Gallipoli	1825	175	1020	-	1,19	[37]
181	Teatro Regio di Parma	1829	1200	-	-	1,15	[9], [5]
182	Teatro Petrarca, Arezzo	1833	698	1870	-	1,73	[68]
183	Teatro Dragoni, Forlì	1838	318	1140	-	0,83	[80], [135]
184	Teatro Garibaldi, Lucera	1838	264	1320	-	1,30	[37]
185	Teatro Traetta, Bitonto	1838	246	1925	-	1,15	[37]
186	Teatro Francesco di Bartolo, Buti	1842	220	900	-	1,36	[23]
187	Teatro Bonci, Cesena	1846	798	3130	-	1,48	[27], [80], [5], [135]
188	Teatro Goldoni, Bagnacavallo	1845	390	1430	-	1,33	[82], [80], [135]
189	Teatro G. Rossini, Pesaro	1818	860	4260	-	1,37	[77]
190	Teatro Nuovo, Verona	1846	844	4320	-	0,93	[83]
191	Teatro Fedele Fenaroli, Lanciano	1847	110	1000	-	1,13	[104]
192	Teatro Petrella, Longiano	1850	241	630	-	1,07	[80], [135]
193	Teatro Alighieri, Ravenna	1852	1026	8256	-	1,20	[80], [71], [135], [133]
194	Teatro Verdi, Firenze	1854	1490	14230	-	1,57	[16]
195	Teatro Galli, Rimini	1857	800	20156	-	1,54	[64], [65]
196	Teatro Comunale di Cervia	1862	224	730	-	0,84	[38], [80], [135]
197	Teatro dell'Opera, Firenze	1862	1800	8210	-	1,85	[16], [57]
198	Teatro Comunale di Cesenatico	1865	271	870	-	0,90	[80], [39], [135]

Numero Identificativo	Nome e località	Anno di costruzione	Numero di posti totali	Volume totale sala	RTm un.occ	RTm occ.	Fonte
199	Teatro Verdi, Pisa	1867	848	17000	-	2,15	[23]
200	Teatro Comunale di Treviso	1869	650	7800	-	1,15	[96]
201	Teatro Mercadante, Cerignola	1868	456	5940	-	-	[33]
202	Teatro di Corato, Bari	1874	1200	10540	-	1,37	[33]
203	Teatro Comunale di Novoli	1891	200	850	-	1,12	[33], [37]
204	Teatro Comunale di Russi	1887	305	900	-	0,97	[80], [135], [136]
205	Teatro Van Westerhout, Mola di Bari	1888	186	810	-	0,77	[33], [37]
206	Teatro Massimo Bellini, Catania	1890	1359	12056	1,54	1,85	[41], [46], [81], [137]
207	Teatro comunale di Nardò	1892	200	1505	-	1,60	[37]
208	Teatro Rossi, Torremaggiore	1900	120	1025	-	-	[33], [37]
209	Teatro Sociale di Rovigo	1819	721	2960	-	1,25	[17], [18], [96]
210	Teatro Civico di Schio	1907	560	3400	-	2,35	[112], [28]
211	Teatro Politeama, Como	1910	1300	11028	-	1,80	[18], [17]
212	Teatro Sociale di Villastrada	1910	285	900	-	1,08	[86]
213	Teatro Verdi, San Severo	1929	590	6900	-	1,97	[37]
214	Teatro Comunale di Andria	1872	150	1250	-	2,90	[97]
215	Teatro Comunale di Taranto	1953	250	1320	-	-	[37]
216	Teatro Regio, Torino	1973	1592	16000	-	1,35	[4]
217	Teatro Comunale di Mesagne	1895	304	1750	-	-	[33], [37]
218	Teatro Comunale di Torre S. Susanna	1948	316	1610	-	-	[33]
219	Teatro Sociale di Fasano	2007	305	1420	-	-	[33]
220	Teatro Marrucino, Chieti	1818	550	6300	-	1,20	[123]
221	Teatro Fenaroli, Chieti	1841	364	4200	-	1,15	[123]
222	Teatro Olimpico, Vicenza	1585	700	7700	2,00	3,30	[138]
223	Teatro All'Antica, Sabbioneta	1590	100	3200	1,70	2,40	[138]
224	Teatro Farnese, Parma	1618	1000	35000	2,00	2,90	[138]
225	Teatro Massimo, Palermo	1897	2228	12000	-	1,65	[137]
226	Teatro Filarmonico, Verona	1729	1200	6500	-	1,70	[137]
227	Teatro Regina Margherita, Caltanissetta	1873	340	4962	-	1,43	[137]
228	Teatro C. Abbado, Ferrara	1798	990	4500	1,02	1,40	[137]
229	Teatro L. Pavarotti, Modena	1841	900	4500	-	1,55	[137]
230	Teatro F. Morlacchi, Perugia	1781	766	3112	-	1,65	[137]
231	Teatro Verdi, Padova	1751	752	5500	0,91	-	[137]
232	Teatro Comunale di Benevento	1862	400	4907	1,10	-	[137]
233	Teatro Sociale di Trento	1819	676	4500	1,20	-	[137]
234	Teatro Siracusa, Reggio Calabria	1922	400	4441	1,18	-	[137]
235	Teatro Accademia, Castelfranco Veneto	1780	900	4000	1,17	-	[137]
236	Sala Poggio Imperiale, Firenze	1600	120	1800	-	-	[139]
237	Sala Ridotto del Comunale, Firenze	1966	600	2900	-	-	[139]
238	Teatro Ponchielli, Cremona	1808	800	3600	-	1,12	[140]
239	Teatro delle Muse, Ancona	1827	1147	30700	2,00	-	[32]
240	Teatro Rossini, Bari	1841	300	12020	-	-	[33], [37]
241	Teatro Comunale di Massafra	1850	500	4950	-	-	[33], [37]
242	Teatro Garibaldi, Bari	1862	400	3700	-	-	[33], [37]
243	Teatro Comunale di Ceglie Messapica	1878	545	5347	-	-	[33]
244	Auditorium nel padiglione industriale Ducrot, Palermo	1902	350	-	1,20	-	[2]
245	Teatro Comunale Eschilo, Gela	1832	300	5460	-	-	[62]
246	Auditorium Conservatorio G. Verdi, Torino	1928	686	6718	2,45	-	[3]
247	Teatro Olmi, Brindisi	1953	345	3150	-	-	[33], [37]
248	Auditorium Domenico Scarlatti - Centro di produzione RAI, Napoli	1963	1000	13700	1,42	-	[91]
249	Teatro Verdi, Brindisi	1964	1172	-	-	-	[33]
250	Sala Sinopoli - Auditorium Parco della Musica, Roma	2002	1200	17865	-	-	[35]
251	Auditorium Haydn, Bolzano	1999	640	6900	-	-	[6]
252	Auditorium San Domenico, Foligno	2002	530	12960	-	-	[7]
253	Auditorium Oscar Niemeyer, Ravello	2010	320	-	1,25	0,92	[92]
254	Centro Polifunzionale 2000, Ferrara	2000	220	3000	-	1,10	[102]
255	Teatro Boldini, Ferrara	1926	397	2540	-	0,30	[102]
256	Teatro Lirico di Cagliari	1993	1628	36000	-	2,00	[102]
257	Europauditorium (sala europa), Bologna	1975	1350	-	-	1,10	[102]

Numero Identificativo	Nome e località	Anno di costruzione	Numero di posti totali	Volume totale sala	RTm un.occ	RTm occ.	Fonte
258	Teatro Condominio di Gallarate	2006	616	4000	1,27	-	[102]
259	Teatro Pedrotti, Pesaro	1892	500	3010	-	1,60	[102]
260	Teatro Strehler, Milano	1997	892	8125	0,30	-	[40]
261	Teatro Tordinona, Roma	1670	80	524	0,78	-	[103]
262	Auditorium Giovanni Arvedi - Museo del violino, Cremona	2013	460	5300	-	-	[117]
263	Auditorio - Villa Contarini, Piazzola sul Brenta	1546	-	1400	1,95	-	[120]
264	Sala della chitarra - Villa Contarini, Piazzola sul Brenta	1546	-	1200	2,53	-	[120]
265	Teatro La Fenice, Senigallia	-	874	-	1,20	-	[121]
266	Aula 26 Unich, Chieti	-	272	1600	2,52	-	[122]
267	Aula 31 Unich, Chieti	-	302	1400	2,00	-	[122]
268	Chiesa del SS. Sacramento, Budrio	1517	60	1100	-	-	[141]
KAZAKISTAN							
269	New Opera House, Astana	2013	1280	-	-	1,47	[142]
MALAYSIA							
271	Dewan Philharmonic Petronis, Kuala Lumpur	1996	850	17860	-	-	[102]
MESSICO							
272	Salla Nezahualcayotl, Città del Messico	1976	2376	30640	-	-	[24]
NORVEGIA							
273	Oslo Concert Hall, Oslo	1977	1600	19000	-	-	[73]
274	Olavshallen, Trondheim	1988	1200	13000	-	-	[24]
275	Fartein Valen Hall, Stavanger	2012	1500	16000	2,10	-	[105]
NUOVA ZELANDA							
276	Town hall, Christchurch	1834	2662	20500	-	-	[24], [110]
277	Michael Fowler Centre, Wellington	1983	2566	22700	-	0,83	[110]
PAESI BASSI							
278	Music Theatre, Amsterdam	1887	1689	10000	1,3	-	[129]
279	Concertgebouw, Amsterdam	1887	2206	18700	1,80	2,00	[47], [50], [72], [102], [24], [110]
280	De Doelen, Rotterdam	1979	2242	24070	-	2,00	[24], [47], [110]
281	Muziek centrum Vredenburg, Utrecht	1979	1550	17000	-	-	[110]
POLONIA							
282	Wroclaw Opera House, Wroclaw	1997	756	3520	1,21	1,39	[62]
283	Rzeszow Philharmonic Concert Hall, Rzeszów	1944	800	7050	-	-	[101]
284	National Polish Radio Symphony Orchestra, Katowice	2014	1800	22000	2,00	-	[117]
270	Dome Home Hall of Theare Grotoska, Podgorica	1985	188	2800	-	-	[1]
316	Philharmonic Concert Hall, Cracovia	1931	729	7590	1,30	-	[101]
PORTOGALLO							
285	Carlos National Theatre, Lisbona	1793	600	3729	1,10	-	[37]
286	São João National Theatre, Porto	1798	600	2603	1,24	-	[37]
287	Aveirense Theatre, Aveiro	1879	663	3422	1,66	-	[37]
288	Vila Real Municipal Theatre, Vila Real	2005	500	5324	1,19	-	[37]
289	Faro Municipal Theatre, Faro	2005	794	5985	1,77	-	[37]
290	Guarda Municipal Theatre, Guarda	2005	626	6027	1,12	-	[37]
291	Viriato Theatre, Viseu	1883	252	1364	1,16	-	[37]
292	D. Maria II National Theatre, Lisbona	1846	600	2549	1,14	-	[37]
293	Trindade Theatre, Lisbona	1867	600	2212	0,79	-	[37]
294	Garcia Resende Theatre, Evora	1892	500	1577	1,10	-	[37]
295	São Luiz Municipal Theatre, San Luiz	1894	730	3630	1,44	-	[37]
296	Politeama Theatre, Lisbona	1913	638	3600	0,95	-	[37]
297	Rivoli Municipal Theatre, Rivoli	1913	874	4651	1,48	-	[37]
298	Sá de Miranda Municipal Theatre, Sá de Miranda	1885	400	1815	1,41	-	[37]
299	Gil Vicente Academic Theatre, Coimbra	1992	638	3180	1,08	-	[37]

Numero Identificativo	Nome e località	Anno di costruzione	Numero di posti totali	Volume totale sala	RTm un.occ	RTm occ.	Fonte
300	Helena Sá e Costa Theatre, Porto	2000	272	1959	1,14	-	[37]
301	Camões Theatre, Lisbona	1998	890	6295	1,37	-	[37]
302	Bragança Municipal Theatre, Bragança	1906	400	3274	1,36	-	[37]
303	Maria Matos Municipal Theatre, Maria Mato	1969	570	2412	1,04	-	[37]
304	Carlos Alberto Theatre, Porto	1897	342	2491	1,18	-	[37]
305	Jordão's Theatre, Guimarães	1938	1220	5632	-	1,58	[143]
306	Auditorium università di Lisbona, Lisbona	1961	1800	14018	-	1,88	[36]
307	CAE, Lisbona	2002	800	7488	-	1,51	[36]
308	Casa da Musica, Porto	2001	1238	13376	-	1,64	[36]
309	CNEMA, Santarém	1994	1200	7776	-	1,56	[36]
310	Coliseum, Porto	1941	3500	12566	-	3,08	[36]
311	Recreios Coliseum, Lisbona	1994	2500	25817	-	2,51	[36]
312	Europarque, Santa Maria da Feira	1995	1414	12730	-	1,79	[36]
313	Gulbenkian, Lisbona	1969	1300	8221	-	1,25	[36]
314	Olga Cadaval Cultural Centre, Sintra	1945	1000	8674	-	0,93	[36]
315	Vila Flor Cultural Centre, Guimarães	2005	800	4319	-	0,77	[36]
REGNO UNITO							
317	Arts Theatre, Cambridge	1936	655	1576	0,70	-	[110]
318	Buxton Opera House, Buxton	1903	946	3100	0,89	1,00	[110]
319	Crucible Theatre, Sheffield	1971	982	7120	0,80	-	[110]
320	Festival Theatre, Chichester	1962	1395	6585	1,00	-	[110]
321	Glyndebourne Opera House, Glyndebourne	1933	1209	8300	1,15	1,43	[109], [110]
322	Lyttelton Theatre, Londra	1976	890	4292	1,10	-	[110]
323	Oliver Theatre, Londra	1976	1160	13500	1,00	-	[110]
324	Roundhouse, Londra	1979	703	4828	1,20	-	[110]
325	Royal Exchange Theatre, Manchester	1976	684	2917	0,80	-	[110]
326	Royal Shakespeare, Stratford-on-Avon	1932	1459	6310	1,00	-	[110]
327	Theatre Royal, Bristol	1766	638	2170	0,80	-	[110]
328	Towngate Theatre, Poole	1978	584	2433	0,90	-	[110]
329	Wyndham's Theatre, Londra	1899	724	2490	0,70	-	[110]
330	Royal Opera House, Londra	1858	2209	12240	1,10	1,40	[109], [102], [109], [110], [59]
331	Shakespeare's Globe Theatre, Londra	1997	1573	-	-	1,45	[144]
332	Philharmonic hall, Liverpool	1871	2105	13500	1,45	2,50	[109], [24], [110], [102]
333	Free Trade Hall, Manchester	1951	2569	15400	1,80	1,00	[47], [24], [110], [109]
334	Colstron Hall, Bristol	1951	2180	13450	1,85	-	[109], [24], [110], [102]
335	Royal Concert Hall, Glasgow	1867	2457	22950	-	1,65	[24], [110]
336	Royal Albert Hall, Londra	1871	6080	86600	2,60	2,05	[47], [24], [110], [109]
337	Usher Hall, Edinburgo	1914	2760	16000	1,90	-	[109], [24], [110], [75], [74]
338	St. Andrews Hall, Glasgow	1877	2133	16100	2,20	-	[109], [24], [48], [110], [69], [75], [74]
339	Royal Festival Hall, Londra	1951	3000	22000	1,55	1,40	[109], [24], [48], [110], [69], [75], [74]
340	St. David Hall, Cardiff	1977	1952	22000	-	1,89	[72], [24], [110], [69], [75], [74]
341	Barbican Centre, Londra	1982	2000	18850	-	1,53	[47], [24], [110]
342	Symphony hall, Birmingham	1991	2211	25000	-	1,45	[24], [110]
343	Bridgewater hall, Manchester	1996	2357	25000	-	2,03	[24], [110], [72]
344	Waterfront hall, Belfast	1997	2250	30800	-	2,00	[24], [110]
345	Auditorium Music School Hall, Cambridge	1978	496	4100	-	-	[110]
346	Butterworth Hall, Warwick	1981	1329	12100	-	-	[110]
347	Hanover Square room, Londra	1794	800	1875	-	-	[110]
348	King's Theatre, Londra	1795	1050	4550	-	-	[110]
349	Assembly rooms, Derby	1977	1478	8070	-	-	[110]
350	Center Hall, York	1968	1064	7000	-	-	[110]
351	Derngate Center, Northampton	1983	1300	13500	-	-	[74], [75], [110]
352	Eden Court theatre, Inverness	1976	814	6200	-	-	[110]
353	Fairfield Hall, Croydon	1962	1789	15400	-	-	[11], [110]
354	Hexagan, Reading	1977	814	6200	-	-	[110]
355	Holywell Music Room, Oxford	1748	300	1660	-	-	[110]
356	Lighthouse concert hall, Poole	1978	1593	12430	-	-	[110]
357	Maltings concert hall, Snape	1967	824	7590	-	1,5	[110]

Numero Identificativo	Nome e località	Anno di costruzione	Numero di posti totali	Volume totale sala	RTm un.occ	RTm occ.	Fonte
358	Queen Elizabeth Hall, Londra	1967	1106	9600	-	-	[110]
359	Royal Concert Hall, Nottingham	1982	2501	17510	-	-	[110]
360	Theatre Royal, Plymouth	1982	1271	6490	-	-	[110]
361	Town Hall, Watford	1940	1586	11600	-	-	[110]
362	Wembley Conference Center, Londra	1976	2503	24000	-	-	[110]
363	Wessex Hall, Poole	1978	1593	12430	-	-	[11]
364	Wigmore Hall, Londra	1901	544	2900	-	-	[110]
REPUBBLICA CECA							
365	Staatsoper, Praga	1888	1554	8000	1,23		[21], [129]
366	Dvorak hall, Praga	1825	1037	10000			[47]
368	Martine Hall, Praga	1968	201	2410			[102], [47]
RUSSIA							
369	Stravinsky Hall of the Moscow Musical Theatre, Mosca	1920	500	7000	2,00	2,65	[30]
370	Bolshoy Theatre, Mosca	1856	2130	12000	1,35	-	[102]
371	Column Hall of Tula Philharmonic, Tula	1958	300	4600	1,70	-	[12]
372	Great Hall, Mosca	1901	1800	1700	1,55	-	[12]
373	Malyi Hall of the Moscow Conservatory, Mosca	1866	436	2800	1,90	-	[12], [145]
374	Malyi Hall Bashkortostan, Mosca	1875	172	1920	0,85	-	[12]
375	Organ Hall of the Penza Philharmonic, Mosca	1903	200	3200	1,40	-	[12]
376	Rachmaninov Hall of the Moscow Conservatory, Mosca	1866	252	2490	1,40	-	[12]
377	Column Hall of Union House, Mosca	1814	1600	12500	-	-	[102]
378	Mariinsky Concert Hall, San Pietroburgo	2006	1100	12000	1,60	-	[117]
SLOVACCHIA							
379	Philarmonie Hall, Bratislava	1949	700	9000	-	-	[47]
SPAGNA							
380	Teatro Principal, Andújar	1998	508	4825	-	1,46	[115]
381	Teatro Isabella la Cattolica, Granada	1998	2583	6777	1,10	1,30	[88]
382	Gran Teatro, Huelva	1923	1752	6163	1,25	1,45	[88]
383	Miguel de Cervantes, Malaga	1870	1200	13873	1,15	1,25	[88]
384	Teatro Lope de vega, Siviglia	1936	733	9265	1,35	1,45	[88]
385	Teatro Principal, Valencia	1832	1871	6450	-	1,45	[20]
386	Teatro Villamarta, Jarez de la Frontera	1996	1956	11691	1,60	1,80	[88]
387	Gran Teatro Falla de Cadiz, Cadice	1884	1214	13670	1,40	1,75	[88]
388	Gran Teatro del Liceu, Barcellona	1999	2300	13423	1,35	1,47	[52], [50]
389	Tetaro della Maestranza, Siviglia	1992	1800	22171	2,18	2,00	[88]
390	Gran Teatro, Cordoba	1970	945	10702	1,10	1,18	[88]
391	The Mira, Madrid	2005	600	5426	-	1,18	[145]
392	Culturgest, Allariz	1987	652	4646	-	0,84	[36]
393	Sala Concerti, Barcellona	1999	2326	24298	-	-	[49]
394	Regina Vittoria di Hellin, Albacete	1949	619	10000	0,90	-	[10]
395	Auditorium Manuel de Falla, Granada	1978	890	9231	1,70	-	[87]
396	Palau del la Musica, Valencia	1987	1790	15400	-	-	[24], [72]
397	Teatro National della Musica, Madrid	1966	2324	22000	1,90	-	[24]
398	Auditorium Eskalduna, Bilbao	1999	2200	23645	-	1,69	[49]
399	Auditorium Kursaal, San Sebastian	1999	1839	17530	2,36	1,86	[50]
400	Comunale, Leon	2001	1130	10030	-	-	[49]
401	Teatro Buero vallejo, Guadalajara	2002	1003	18066	1,25	-	[66]
402	Auditorium Baluarte, Navarra	2003	1564	15656	-	-	[49]
403	Auditorium 400, Madrid	2005	425	-	2,20	-	[147]
413	Auditorio de Benaguacil, Benaguasil	1960	509	3480	-	-	[148]
414	Auditorio del Palacio de Congresos de Castellón, Castellón de la Plana	2003	1200	14850	-	-	[148]
415	Auditorio de Ribarroja, Riba-roja de Túria	1994	783	7830	-	-	[148]
416	L'Auditori de Torrent, Torrent	1997	606	6430	-	-	[148]
418	Paraninfo de la Universidad Politécnica de Valencia, Valencia	1978	385	2700	-	-	[148]
419	Teatro Bretón de los Herreros, Logroño	1880	988	6300	-	-	[148]

Numero Identificativo	Nome e località	Anno di costruzione	Numero di posti totali	Volume totale sala	RTm un.occ	RTm occ.	Fonte
420	Teatro Principal, Alicante	1847	1102	4539	-	-	[148]
421	Teatro Unión Musical, Liria	1978	967	6287	-	-	[148]
STATI UNITI D'AMERICA							
422	Academy of Music, Philadelphia	1954	2984	15700	1,40	1,55	[109], [99], [24], [49]
423	Carnige Hall, NY	1891	2760	24250	1,70	2,15	[109], [72], [24], [99], [49]
424	Marion Olive Mc Caw Hall, Seattle	1928	3099	22000	2,02	-	[21]
425	Civic Opera house, Chicago	1929	3563	23000	1,51	-	[21], [109]
426	War Memorial Opera house, San Francisco	1932	3252	21800	1,70	-	[109]
427	Severance Hall, Cleveland	1930	1890	15700	1,70	1,90	[109], [24], [49], [70]
428	Metropolitan opera, NY	1857	2836	19500	1,20	1,35	[109], [21], [111], [110]
429	Kennedy Center Opera House, Washington	1971	2448	22300	1,63	1,70	[21], [24], [49], [69], [109]
430	Orchestra Hall, Minneapolis	1974	2450	18975	1,85	2,28	[24], [48], [109]
431	Davies sym hall, San Francisco	1980	2743	27070	1,85	2,26	[24], [69], [109]
432	Seegerstorm hall, Costa Mesa	1986	2903	27800	1,60	2,40	[72], [24], [109]
433	Meyerson Symphony center, Dallas	1989	2065	23900	2,80	2,90	[72], [24], [109]
434	Machanics, Worechester	1990	1343	10760	1,55	2,15	[72], [24], [109]
435	Bass Performance Hall, Fort Worth	1998	2072	27300	2,40	2,60	[72], [24], [109]
436	Winspear Opera House, Dallas	2009	2200	2560	1,73	1,95	[90]
437	Orchestra Hall, Chicago	1905	2582	27000	1,72	1,90	[109], [24]
438	Muriel Kauffman Theatre, Kansas City	2011	1800	9700	1,3	1,45	[117]
440	Lyric Theatre, Baltimora	1894	2616	21000	1,60	-	[24]
441	Eastman theatre, NY	1923	3347	25470	1,55	-	[109], [24], [129]
442	Tanglewood Music Shed, Lenox	1938	6000	42450	2,40	3,16	[109], [24]
443	Auditorium Indiana university, Bloomington	1937	3788	26880	1,40	-	[109], [24]
444	University Hall of Music, Purdue	1938	6107	35900	1,55	-	[24]
445	Benedict Music Tent, Colorado	1949	2050	19830	-	3,50	[24]
446	Grace Rainey Rogers, NY	1983	708	5480	1,60	-	[24]
447	Kresge Auditorium, Cambridge	1955	1238	10020	1,30	-	[109], [24]
448	Ford Auditorium, Ditroit	1956	2926	19130	1,30	-	[109], [24]
449	Ozawa Hall, Lenox	1959	1180	11610	-	1,70	[24]
450	Arie Crown Theatre, Chicago	1961	5081	36500	2,10	-	[109]
451	Avery Fisher Hall, NY	1962	2742	20400	-	1,57	[24]
452	Luis Armstrong Theatre, Adelaide	1971	470	7500	0,97	-	[19]
453	Boettcher Concert Hall, Denver	1978	2750	37444	-	2,10	[24]
454	AbraVanal Sym Hall, Utah	1979	2742	20400	-	1,57	[24], [72]
455	Joseph Myerhoff Sym Hall, Baltimora	1982	2467	21530	-	1,96	[24], [72]
456	Benaroya Hall, Seattle	1998	2500	11178	-	-	[24], [72]
457	Verizon Hall, Philadelphia	2001	2519	23520	-	1,55	[24], [72]
458	Valley Performing Arts Center, Northridge	2011	1700	19095	-	1,90	[24]
459	Philharmonic Hall Lincoln Center, NY	1880	2646	24500	-	-	[24]
460	Boston Sym Hall	1900	2631	18740	2,10	1,90	[109], [24], [110], [102], [55]
461	Kleinhans Music Hall, Buffalo	1940	2839	18220	1,40	1,35	[109], [24], [110], [102], [108]
462	Old Boston Music Hall	1863	2361	13500	-	-	[110]
463	Seiji Ozawa Hall, Lenox	1938	1180	11610	-	1,60	[72]
464	Walt Disney Concert Hall, Los Angeles	2003	2265	30600	1,80	-	[69], [117], [150]
465	Calderwood Hall, Boston	2012	296	2500	0,95	-	[117]
466	Helzberg Hall in the Kauffman Center for the Performing Arts, Kansas City	2011	1600	19000	1,90	-	[117]
467	Musco Center for the Arts, Contea di Orange	2016	1044	12800	1,90	-	[117]
468	New World Center Concert Hall, Miami	2011	748	14200	1,95	-	[117]
469	Roy and Edna Disney/CalArts Theater, Los Angeles	2003	240	4032	-	-	[117]
470	Soka Performing Arts Center, Aliso Viejo	2011	1000	13261	-	-	[117]
471	Bing Concert Hall, Stanford	2013	842	17000	1,80	-	[117]
472	E J. Thomas Performing Arts Hall, Akron	1973	2969	19800	1,32	-	[151]
473	Joseph Meyerhoff Symphony Hall, Baltimora	1972	2465	21500	1,54	-	[151]
474	Boston Symphony Hall, Boston	1900	2631	18740	2,38	-	[151]
475	Western Manitoba Centennial Auditorium, Brandon Corner	1967	867	12390	0,93	-	[151]
478	Orchestra Hall, Detroit	1919	2022	15700	1,57	-	[151]
479	Tanglewood Music Shed, Lennox	1938	5121	42450	2,28	-	[151]

Numero Identificativo	Nome e località	Anno di costruzione	Numero di posti totali	Volume totale sala	RTm un.occ.	RTm occ.	Fonte
480	Academy of Music, Philadelphia	1857	2984	15720	1,02	-	[151]
481	Troy Music Hall, Troy	1875	1255	11320	1,73	-	[151]
482	Kennedy Center Concert Hall, Washington	1971	2759	19300	1,65	-	[151]
483	Mechanics Hall, Worcester	1857	1400	10760	1,41	-	[151]
SVEZIA							
484	Drottningholm Slottsteater, Stoccolma	1766	1920	2784	1,20	-	[13]
485	Konserthus, Malmö	1985	1600	20500	-	1,42	[30]
486	Konserthus, Gävle	1998	820	10500	-	1,63	[30]
487	Konserthus, Västerås	2002	917	9600	-	1,62	[30]
488	SPIRA Culture Centre, Jönköping	2011	820	13000	-	1,91	[30]
489	Konserthus, Göteborg	1935	1371	11900	1,60	1,45	[109], [24], [110]
490	Idun Hall, Umeå	1986	860	6000	-	-	[108]
491	Studio Acusticum, Piteå	2007	630	-	1,50	-	[152]
492	Kulturens hus, Luleå	2007	950	-	1,30	-	[152]
493	Norrlandsoperan, Umeå	2002	500	-	1,55	-	[152]
SVIZZERA							
494	Stadtcasino, Basilea	1876	1400	10500	1,70	1,65	[109], [24], [72], [102]
495	Salle musica, La Chaux de Fonds	1955	1032	7870	1,70	-	[109]
496	Grosser tonhalle, Zurigo	1895	1546	11400	2,50	2,00	[109], [24], [72], [47]
497	Tonhalle, St.Gallen	1909	840	6100	-	0,19	[49]
498	Cultural Ctr. Concert Hall, Lucerna	1998	1892	17823	-	2,00	[72], [24], [108]
TAIWAN							
500	Taipei Cultural Centre	1987	2074	16700	2,19	2,00	[72], [24], [111]
UCRAINA							
503	Lviv Opera house, Leopoli	1900	1050	4549	0,98	-	[102]
504	Opera House, Odessa	1887	1728	9000	1,10	-	[102]
UNGHERIA							
505	Staatsoper, Budapest	1875	1450	8900	1,34	-	[21], [109]
506	Partia Hall, Budapest	1884	1750	13400	1,70	1,81	[24], [109]
507	Erkel Theatre, Budapest	1911	2340	17000	1,3	-	[21], [129]
509	Schloss Esterhaza, Fertod	1860	400	6800	-	-	[110]
VENEZUELA							
510	Aula Magna, Caracas	1954	2660	24900	1,70	-	[109], [24]

5. Analisi Critica

5.1 Considerazioni generali sulla geografia e le caratteristiche costruttive delle sale

5.1.1 Sale nel mondo

Al fine di facilitare la comprensione di tale tabella e fornire un resoconto dei dati individuati, sono state effettuate alcune analisi statistiche. A partire dalla regione geografica degli edifici catalogati infatti, abbiamo quantificato quanti edifici sono stati trovati per ogni continente (*Grafico 1*):

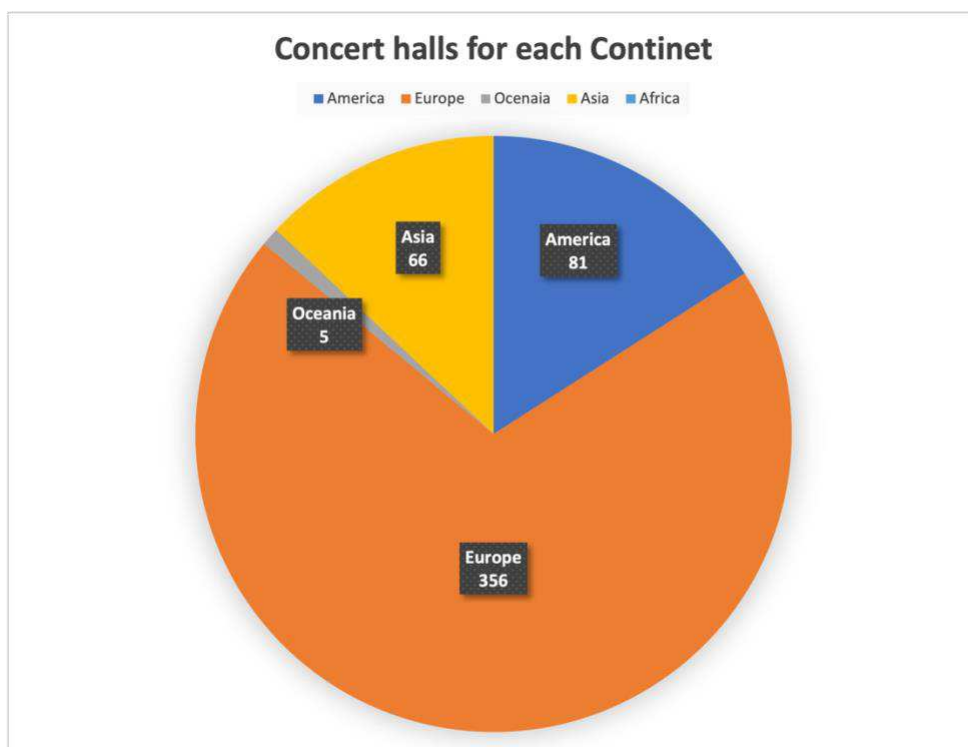


Grafico 1: numero di edifici per ogni continente

5.1.2 Sale in Europa

Dopo aver notato che la maggior parte delle sale era situata in Europa, è stato effettuato un focus riguardo quest'ultimo continente (*Grafico 2*), evidenziando che la maggior parte degli edifici individuati si trovano in Italia, seguita dalle nazioni del Nord Europa e della Penisola Iberica:

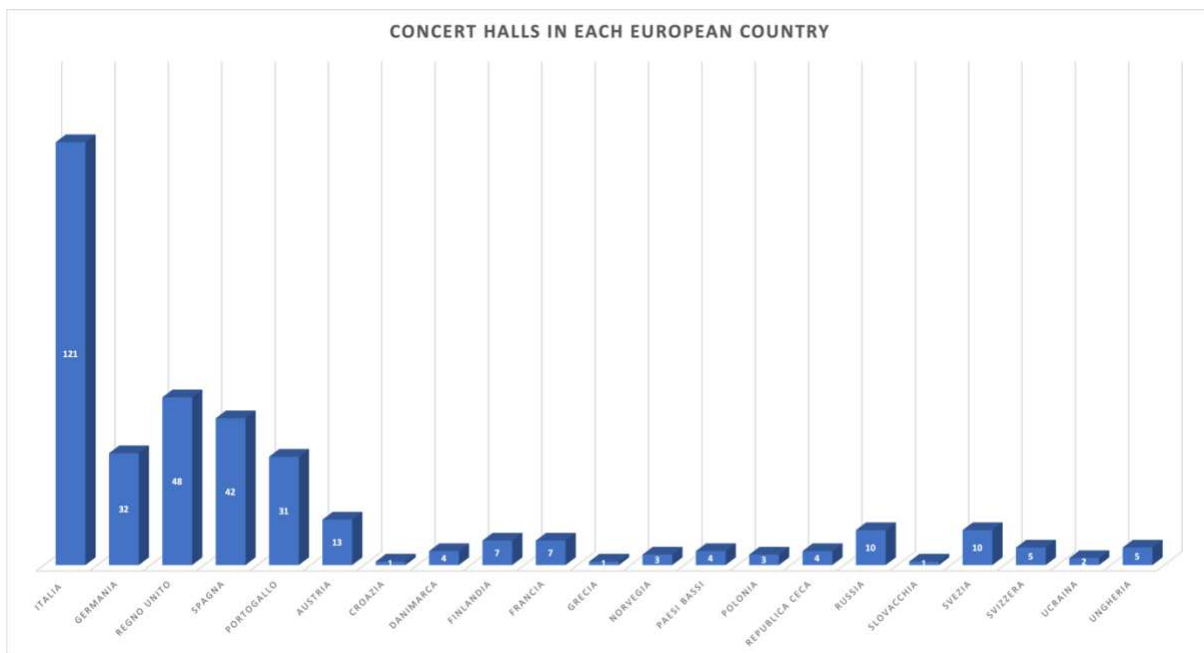


Grafico 2: Numero di sale individuate in ogni nazione europea

5.1.3 Caratteristiche costruttive

Riguardo alle caratteristiche costruttive le sale sono state categorizzate per numero di posti (Grafico 3), volume (Grafico 4), anno di costruzione (Grafico 5) e avvenuta o meno ristrutturazione (Grafico 6):

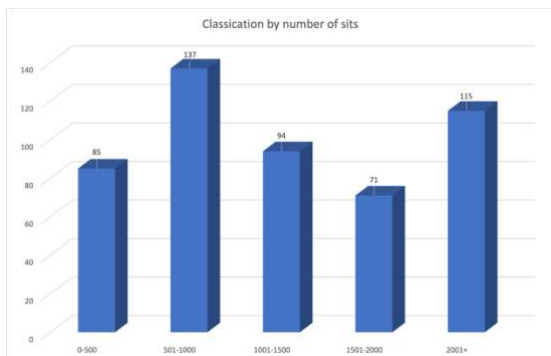


Grafico 3: classificazione secondo il numero di posti

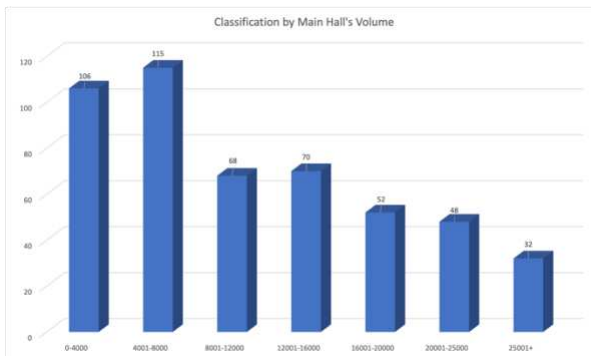


Grafico 4: classificazione secondo il volume

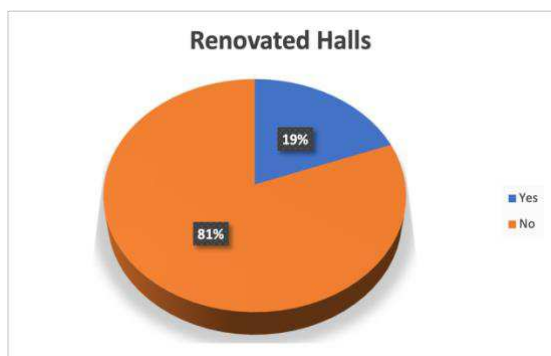


Grafico 6: avvenuta o meno ristrutturazione

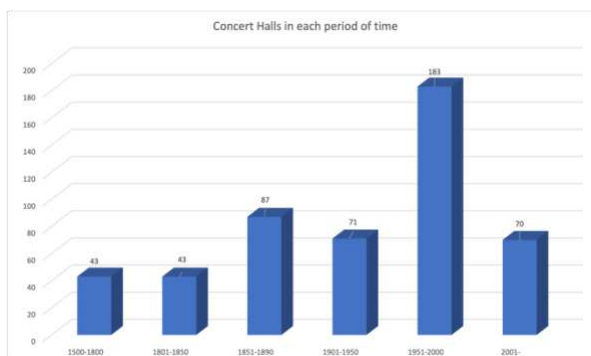


Grafico 5: classificazione in base all'anno di costruzione

5.1.4 Parametri acustici individuati

Per finire abbiamo catalogato di quante sale abbiamo trovato la totalità dei parametri acustici considerati e di quante invece un numero inferiore di parametri (*Grafico 7*). Abbiamo analizzato di quante sale fosse stato individuato il valore medio di ciascun parametro (rispetto al numero totale di sale, *Grafico 8*), e di quante il valore in frequenza (minimo tre frequenze diverse, *Grafico 9*):

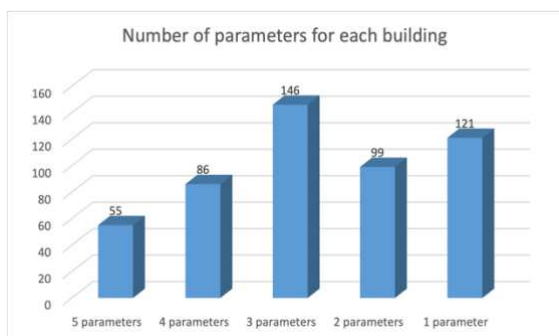


Grafico 7: numero di teatri di cui sono stati trovati tutti i parametri o meno

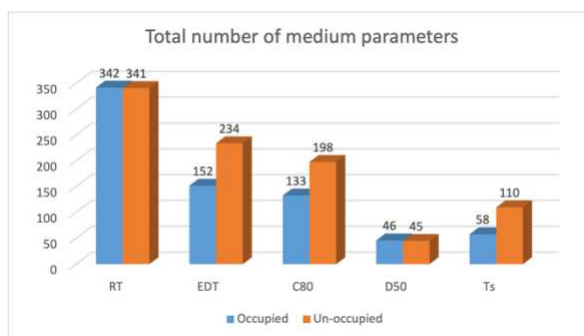


Grafico 8: numero di parametri medi trovati

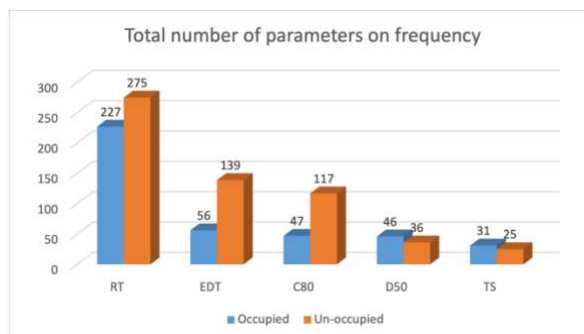


Grafico 9: numero di parametri in frequenza trovati

5.2 Analisi approfondita dei parametri acustici

Sono state considerate dapprima le sale che presentassero i parametri sopracitati in frequenza, sia con la sala occupata che non occupata contemporaneamente. In particolare, sono stati analizzati i parametri: RT, EDT e C80. Ne sono stati calcolati i valori medi ad ogni frequenza e si è valutato l'andamento in banda d'ottava, confrontando le due situazioni prima menzionate (*Grafici 10, 11, 12*). Si è evidenziato come lo scostamento per il parametro RT sia costante al variare della frequenza, mentre tale costanza si perde in parte per l'EDT e quasi totalmente per il C80. (I grafici riportano in ascissa la frequenza espressa in *Hertz* e in ordinata il valore del parametro di riferimento; *V/A* per RT e EDT, *dB* per il C80).

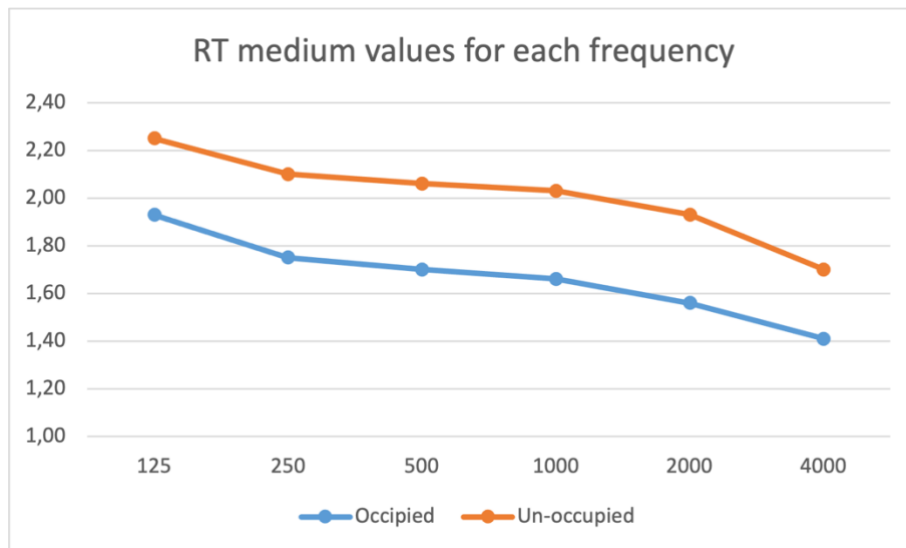


Grafico 10: andamento RT a sala occupata e non occupata

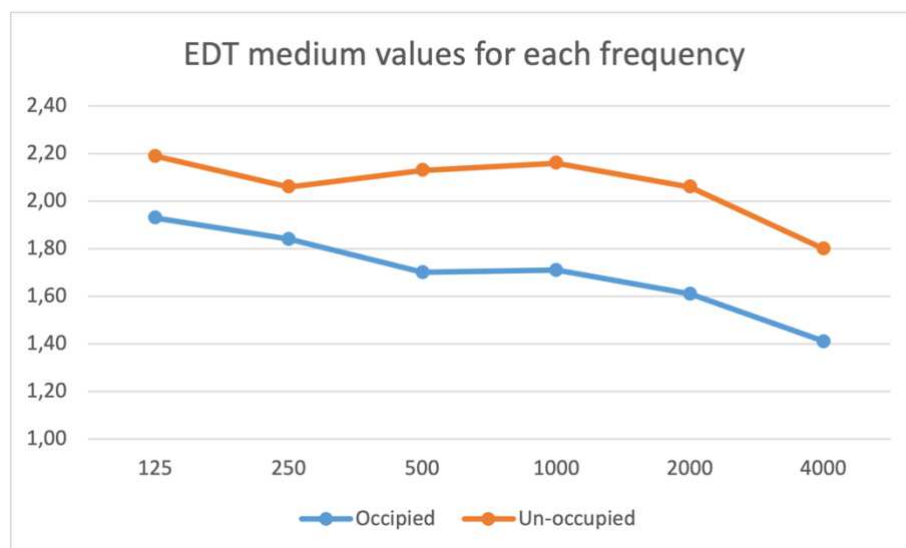


Grafico 11: andamento EDT a sala occupata e non occupata

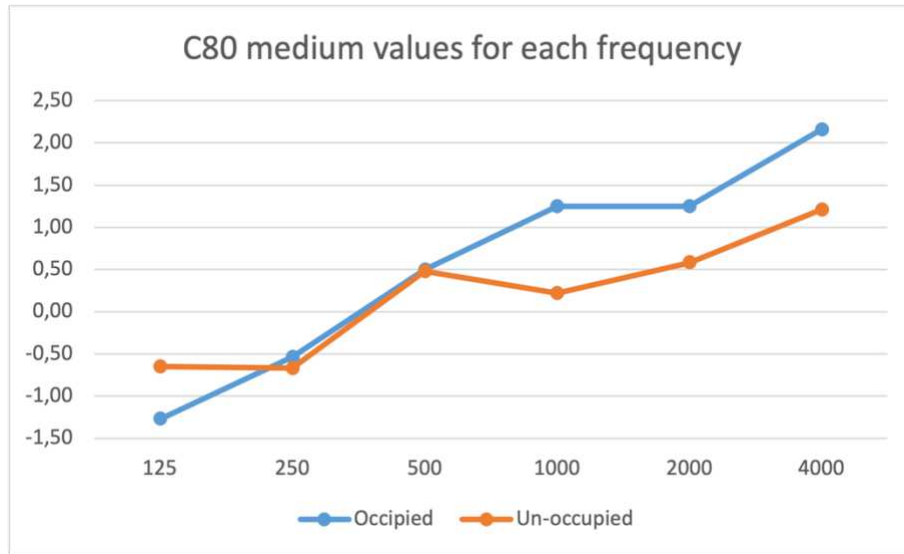


Grafico 12: andamento C80 a sala occupata e non occupata

Successivamente, focalizzandoci sul parametro RT, si è voluto ricercare una tendenza di crescita del suo valore medio in base al volume delle sale. Presentando la nostra banca dati sale con geometrie molto differenti, si è ritenuto poco significativo basare l'analisi sul volume assoluto delle sale; quindi si è cercato un parametro che rendesse non significative tali differenze, che è stato individuato nel rapporto tra il volume totale e la superficie della sala.

L'analisi è stata svolta considerando solo le sale che presentassero entrambi i valori di volume e superficie ed escludendo i risultati out-layer. Si sono potuti ricavare due grafici che hanno mostrato un'effettiva proporzionalità diretta tra RT medio e volume, rispettivamente a sala occupata (*Grafico 13*) e non occupata (*Grafico 14*).

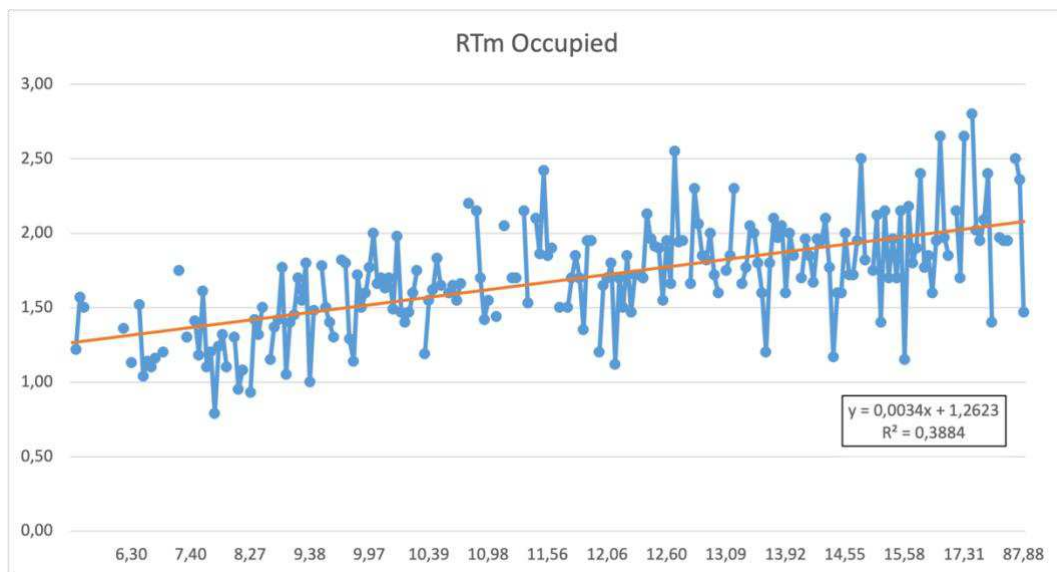


Grafico 13: relazione RT_m-volume a sala occupata

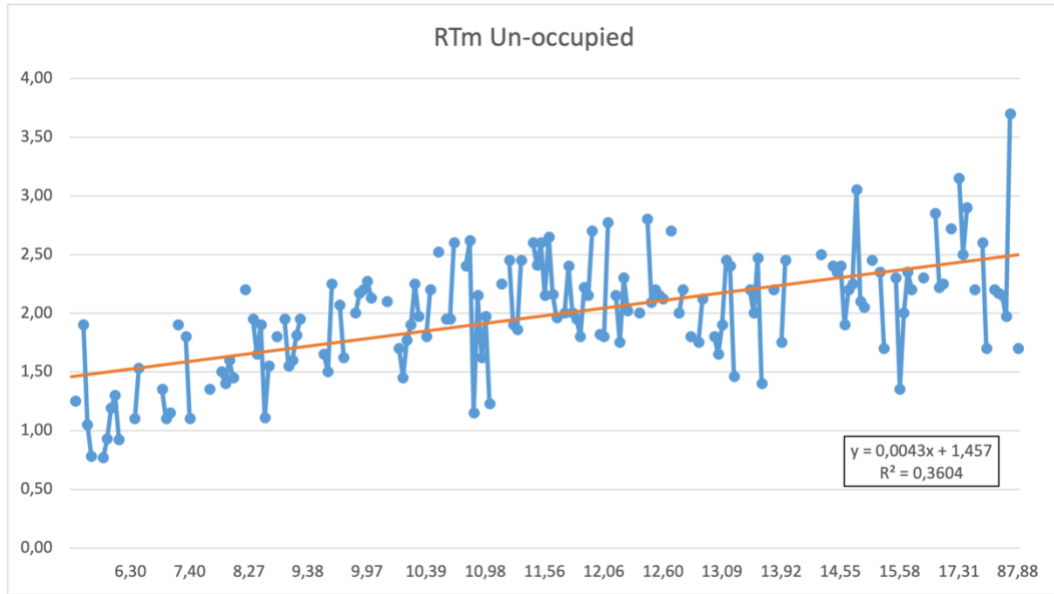


Grafico 14: relazione RT_m -volume a sala non occupata

6. Conclusioni

Lo svolgimento di questo lavoro ha evidenziato come ci sia l'effettiva possibilità di studiare le qualità acustiche di un elevato numero di sale, che si differenziano per forme, dimensioni, età, ecc., effettuando delle analisi e delle statistiche che portino, come in questo caso, ad un risultato coerente con le nozioni teoriche di cui si è a conoscenza. Infatti, analizzando in frequenza i parametri RT, EDT e C80, si è ottenuto, tranne che per quest'ultimo, un andamento regolare dei loro valori medi, con uno scostamento pressoché costante tra le condizioni di sala occupata e non occupata. I valori medi sono risultati più alti nel caso di sala non occupata. Inoltre, si è evidenziata un'interessante tendenza di crescita del parametro RT all'aumentare del volume della sala, che getta le basi per dei successivi studi basati sul dataset elaborato.

Lo scopo di questo lavoro era quello di avviare una metodologia critica e sistematica di raccolta di tali informazioni caratterizzanti la qualità acustica di teatri e concert hall, attraverso la quale si è individuato un totale di sale adatto a svolgere le prime analisi riguardo le caratteristiche acustiche ad esse comuni. Questo lavoro non intendeva ovviamente essere esaustivo nella raccolta d'informazioni, bensì definire un'efficace metodologia che permettesse una facile implementazione successiva, per la creazione di un dataset pubblico a cui potranno accedere tecnici, studiosi, ricercatori, musicisti, ecc.

7. Bibliografia

- [1] A. Gołas, K. Suder-debska "Analysis of Dome Home Hall Theatre AcousticField"
- [2] A. Milone, D. Milone, S. Pitruzzella "Verifica del comportamento acustico della sala per auditorium nel padiglione industriale Ducrot a Palermo"
- [3] A. Astolfi, M. Filippi, R. Pisani, P. Onali, M. Giovannini "La ristrutturazione acustica del conservatorio G. Verdi di Torino"
- [4] A. Astolfi, D. Guglielmino, P. Bottalico "L'acustica del teatro regio di Torino prima e dopo il restauro"
- [5] A. Magrini, R. Zecchin, A. Di Bella, A. Farina, A. Capra, L. Maffei, G. Iannace, C. Ianniello, R. Dragonetti, E. Cirillo, F. Martellotta, M. Masoero, A. Astolfi, R. Pompoli, N. Prodi, V. Tarabusi, L. Tronchin "Caratteristiche acustiche dei teatri storici italiani: una collaborazione di ricerca tra le università di Bologna, Ferrara, Napoli Federico II, Napoli 2, Padova, Parma, Pavia e dei politecnici di Bari e Torino".
- [6] A. Peretti, A. Farnetani, P. Zani "Orchestra Haydn di Nolzano: esposizione al rumore dei musicisti, caratterizzazione acustica della sala, interventi di riduzione del rischio"
- [7] A. Farina, L. Tronchin "La misurazione acustica negli ambienti chiusi: aspetti teorici e sperimentali"
- [8] A. Farina, A. Capra, E. Armelloni, C. Varani "Caratterizzazione acustica del teatro valli di Reggio Emilia"
- [9] A. Farina, A. Capra, E. Armelloni, C. Varani; "Caratterizzazione acustica del teatro regio di Parma"
- [10] A. Abad Arcos "Intervención Acústica en el Teatro Reina Victoria de Hellín (Albacete)"
- [11] A.L.L. Rodriguez, J.J.S. Salas, J. Navarro Casas, T.Z. Garcia "Acustica y rehabilitacion en teatros de andalusia"
- [12] A. Fadeev, N. Kanev, A. Livshits, A. Nechaev, A. Peretokin, E. Pimenov, V. Rodenkov, N. Shirgina "Acoustics of new and renovated chamber music halls in Russia"
- [13] A. A. Bassuet "Acoustics of a selection of famous 18th century opera houses: Versailles, Markgräflisches, Drottningholm, Schweitzingen".

- [14] A. Cocchi, M. C. Consumi, R. Shimokura, F. Policardi "Influenza delle proporzioni geometriche, delle dimensioni e dei materiali sul campo acustico nei teatri d'opera all'italiana"
- [15] A. Cocchi, M. Cesare-Consumi, R. Shimokura "Considerazioni sulle proprietà acustiche del teatro nuovo a Spoleto dopo i lavori di restauro"
- [16] A. Cocchi, A. Farina, P. Fausti, L. Tronchin "acoustic quality of theatres: correlation between experimental measures and subjective evaluations"
- [17] A. Quaia, F. Bettarello, M. Caniato "Qualificazione acustica del teatro sociale di Rovigo e del politeama di Como".
- [18] A. Quaia, F. Bettarello, M. Caniato "L'acustica nei teatri in calcestruzzo armato di inizio novecento"
- [19] B. Groendyke "Acoustics of the Louis Armstrong Theatre"
- [20] Barba Sevillano, Giménez Pérez, Segura García, Lacatis, r. g. "¿cómo "suena" un teatro a la italiana? el teatro principal de valencia."
- [21] Concert Hall Acoustics "Room Acoustic/Concert Hall Acoustics-an Overview"
- [22] C. Bartoli "Confronto dei valori di alcuni parametri acustici misurati nel teatro Manzoni di Pistoia con differenti sorgenti sonore"
- [23] C. Bartoli "Acustica di teatri e auditorium in provincia di Pisa: primi risultati"
- [24] D. Klepper "Comments on the importance of the early to reverberant sound energy ratio"
- [25] D. Masci- Studio sound service "Introduzione all'acustica degli ambienti chiusi"
- [26] D. Spada, D. D'Orazio, S. De Cesaris, M. Garai "Acoustic characterization and numerical simulations of Rossini Theatre in Lugo and Masini Theatre in Faenza"
- [27] D. D'Orazio, L. Loreti, S. De Cesaris, M. Garai; "Acoustic Measurement of Bonci Theatre in 2012"
- [28] D. D'Orazio, L. Barbaresi, S. De Cesaris, V. Silingardi, N. Granzotto, A. Di Bella "caratterizzazione acustica del teatro civico di Schio dopo i lavori di recupero"
- [29] D. Bertman, N. Kanev, A. Livshits "Stravinsky Hall of the Moscow Musical Theatre "Helikon-Opera": acoustic challenges and achieved results".
- [30] E.L. Gjers "Stage acoustics in concert halls"
- [31] E. Accolti, T. Alamino Naranjo, A.Alonso Frank, E. Kuchen, B.Arballo "The acoustics of the concert hall Auditorio Juan Victoria from San Juan, Argentina"

- [32] E. Mattei "Metodiche per la caratterizzazione acustica di teatri: valutazione dei parametri oggettivi del "Teatro delle Muse" in Ancona"
- [33] E. Cirillo, M. d'Alba, F. Martellotta "caratterizzazione acustica dei teatri storici di Puglia".
- [34] E. Cirillo, M. D'Alba, F. Martellotta "L'acustica del teatro Piccinni di Bari e del teatro Paisiello di Lecce".
- [35] E. Piana, M. Conter, F. Fazi "Caratterizzazione acustica della sala Sinopoli nell'auditorium parco della musica di Roma".
- [36] F. Santiago "Portuguese Theatres and Concert Halls Acoustics".
- [37] F. Martellotta "L'acustica dei teatri storici pugliesi: un ulteriore sviluppo della ricerca".
- [38] F. Morandi, V. Sartini, D. D'Orazio, S. De Cesaris, M. Garai "confronto fra descrittori acustici delle sale misurati e simulati: il caso del teatro comunale di Cervia"
- [39] F. Morandi, D. D'Orazio, S. De Cesaris, L. Barbaresi, M. Garai "Sound radiation from stages in the theatres of Cesenatico and Longiano".
- [40] G. Zambon, E. Sindoni "Analysis and structural adjustment performed to improve the acoustics of the "Strehler Theatre" in Milano".
- [41] G. Evola, L. Marletta, F. Sicurella, G. Ciaburro, G. Iannace "Interventi per la correzione acustica di teatri lirici con l'ausilio di simulazione numerica".
- [42] G. Iannace, C. Ianniello, L. Maffei, R. Romano "Acoustic Measurements in the "Teatro dell'Opera" in Rome".
- [43] G. Iannace, L. Maffei "Le caratteristiche acustiche del Teatro Verdi (Salerno)".
- [44] G. Iannace, C. Ianniello, L. Maffei, R. Romano "The Acoustics of the "Teatro di Corte della Reggia di Caserta".
- [45] G. Iannace, L. Maffei; "le caratteristiche acustiche del teatro Mercadante".
- [46] G. Iannace, L. Maffei, L. Marletta, F. Sicurella "Caratteristiche acustiche del teatro Massimo Bellini" di Catania".
- [47] H. Tachibana, Y. Yamasaki, M. Morimoto, Y. Hirasawa, Z. Maekawa, C. Posselt "Acoustic survey of auditoriums in Europe and Japan".
- [48] H. Arau "Acoustic of enclosed spaces architectural acoustics".
- [49] H. Arau "esperienze nella progettazione acustica di teatri e sale per l'ascolto della musica".
- [50] H. Arau "The acoustic design of the Kursaal Center".
- [51] H. Arau "La acustica del ricostruito gran teatro del liceo".

- [52] H. Moller, T. Lahti, A. Ruusuvuori "The Acoustic Conditions in Finnish Concert Spaces".
- [53] H. Möller, A. Ruusuvuori, O. Salmensaari, O. Lindfors "Designing halls with variable acoustics".
- [54] I. Schmicha, C. Rougierb, P. Chervinc, Y. Xiangd, X. Zhue, L. Guo-Qif "The acoustics of the Concert Hall and the Chinese Theatre in the Beijing National Grand Theatre of China".
- [55] J. S. Bradley "Using ISO 3382 measures, and their extensions, to evaluate acoustical conditions in concert halls".
- [56] J.R. Aguilar, P.C. Gross, F.G. Herrera "Restauracion acustica de la arquitectura patrimonial".
- [57] J. Reinhold, S. Conta "L'acustica del nuovo teatro dell'opera di Firenze: scelte innovative in un teatro (quasi) classico".
- [58] J. P. Newton "Room Acoustics Measurements at the Royal Opera House, London".
- [59] K. Jeong, T. Hong, S. H. Kim, J. Kim, S. Lee "Acoustic Design of a Classical Concert Hall and Evaluation of its Acoustic Performance – A Case Study".
- [60] Kinsler "Fundamentals of acoustics".
- [61] K. Rudno-rudziński, P. Dziechciński "Reverberation time of Wrocław opera house after restoration".
- [62] L. Tronchin, V. Tarabusi "The acoustic design of the Teatro Eschilo, Gela (Italy)",
- [63] L. Tronchin, V. Tarabusi, R. Shimokura "Spatial sound characteristics in the theatre comunale in Bologna, Italy".
- [64] L. Tronchin "La progettazione acustica nella ricostruzione del teatro Amintore Galli di Rimini".
- [65] L. Tronchin, S. Secchi "La progettazione acustica del teatro galli di rimini: i requisiti acustici passivi".
- [66] L. Palafox Pascual "Caracterizacion y optimizacion acustica del teatro auditorio Buero Vallejo".
- [67] Leo L. Beranek "Acoustical design of the opera house of the New National Theatre, Tokyo, Japan".
- [68] L. Mazzarella, M. Cairoli, A. M. Maraniello, R. Fumagalli "Censimento acustico del Teatro Petrarca di Arezzo".
- [69] Leo L. Beranek "Concert Hall Acoustics-2008".

- [70] L. Tronchin, A. Farina "acoustics of the former teatro "La Fenice" in Venice",
- [71] L. Reggiani, D. D'Orazio, S. De Cesaris, M. Garai, "Simulazione numerica del progetto originale (1840) del teatro Alighieri di Ravenna",
- [72] M. Skalevik "Can concert hall preference be predicted?".
- [73] M. Skalevik "Room Acoustic parameters and their distribution over concert hall seats".
- [74] M. Skalevik "Reverberation Time — the mother of all room acoustical parameters".
- [75] M. Skalevik "On the struggle to find a set of room acoustical parameters that explains and predicts subjective ranking of concert halls".
- [76] M. Facondini, L. Bignozzi "Variable sound orchestra pit for the "Teatro Comunale" of Bologna".
- [77] M. Facondini "Acoustic restoration of the "Teatro Comunale Gioachino Rossini" in Pesaro".
- [78] M. Masoero, A. Astolfi, P. Bottalico, R. Pisani "L'acustica del teatro grande di Brescia".
- [79] M. Masoero, A. Astolfi, P. Bottalico, R. Pisani "L'acustica del teatro Alfieri di Asti".
- [80] M. Garai, S. De Cesaris, F. Morandi, D. D'Orazio "Sound energy distribution in Italian opera houses".
- [81] M. Giuga, G. Iannace, L. Marletta, F. Sicurella "Effetti della focalizzazione acustica nel teatro Massimo Bellini di Catania".
- [82] M. Davoli, D. D' Orazio, S. De Cesaris, M. Garai; "Verifica critica della iso 3382-2 in un teatro all'italiana di medie dimensioni. studio sul teatro Goldoni di Bagnacavallo (RA)".
- [83] M. Perazzoli, F. Ancellotti, E. Piana; "Caratterizzazione acustica del teatro nuovo di Verona".
- [84] Nagata Acoustics, "Tokyo Metropolitan art space".
- [85] N. Prodi, A. Farnetani, R. Pompoli "Progettazione acustica per la ristrutturazione del teatro sociale di Villastrada".
- [86] P. Exton, Marshall Day Acoustics Melbourne, Austrealia H. Marshall Group Consultant "The room acoustic design of the guangzhou opera house".
- [87] P. Bustamante Rojas "Evaluación acústica objetiva y subjetiva en salas yteatros de andalucía".

- [88] P. Fausti, L. Parati, N. Prodi, R. Pompoli "On the testing of renovations inside historical opera houses".
- [89] Radiohuset, studio 1 "Copenhagen, Denmark renovation completed 1989".
- [90] R. Essert "Perception-based Opera House Acoustics".
- [91] R. Dragonetti, C. Ianniello, R. Romano "Ristrutturazione acustica dell'auditorium del centro di produzione rai di Napoli".
- [92] R. Dragonetti, G. Iannace, C. Ianniello, R. A. Romano "Simulazione al calcolatore dell'acustica dell'auditorium "Oscar Niemeyer" in Ravello".
- [93] R. Dragonetti, C. Ianniello, R. Aniello Romano "Teatro dell'opera di Roma: storia, architettura ed acustica".
- [94] R. Pompoli, N. Prodi "A study on balance inside an historical opera house".
- [95] R. Dragonetti, C. Ianniello, R. Aniello Romano "il teatro di San Carlo di Napoli: storia, architettura ed acustica".
- [96] R. Zocchin, A. Di Bella, E. Boniotto, S. Boscolo, M.E. Bovo, N. Granzotto, C. Rinaldi "Risultati di una indagine sui teatri nel triveneto: analisi dei principali parametri acustici".
- [97] S. Faaiz Alam, Y. Rafat, H. Bilgrami "Acoustical analysis of Aligarh Muslim University's central auditorium".
- [98] Studio sound service "Introduzione all'acustica degli ambienti chiusi".
- [99] S.X. Wu, Y.Z. Zhao "Acoustical design and scale model test for the opera house of Zhongshan city".
- [100] T. Hudaka, N. Nishihara "Objective evaluations of chamber music halls in Europe and Japan".
- [101] T. Kamisinski "Acoustic Simulation and Experimental Studies of Theatres and Concert Halls".
- [102] Università di Ferrara "Acustica delle sale: dalla progettazione alla verifica".
- [103] Università degli studi Roma tre "analisi acustica del teatro Tordinona".
- [104] V. Lori, Fabio Serpilli, Gianni Cesini, Erika Costanzo, S. Montelpare, G. Mataloni; "Rilievo e caratterizzazione di alcuni teatri storici della regione Abruzzo".
- [105] Y. Jurkiewicz, E. Kahle, BFG Katz "Stavanger concert hall, acoustic design and measurement results".
- [106] Z. Sü-Gül, M. Çalıskan "Acoustical Considerations in the Design of Heydar Aliyev Center Auditorium".
- [107] S. Cingolani, R. Spagnolo "Acustica Musicale a architettonica"

- [108] Springer Handbook of Acoustics: "Acoustics in hall for speech and Music".
- [109] Leo L. Beranek "Music Acoustics and Architecture".
- [110] M. Barron "Auditorium Acoustics and Architectural Design".
- [111] H.Kuttruff "Room Acoustics".
- [112] A. Di Bella, R. Zocchin, E. Boniotto, M.E. Bovo, G. Frizzi, N. Granzotto, C. Rinaldi "L'acustica nel restauro dei teatri storici: il caso del teatro civico di Schio".
- [113] S. Kouzeleas, C. Semidor "The influence of the simplified architectural model on the acoustical simulation results".
- [114] A. Farina, A. Capra, E. Armelloni, C. Varani, A. Amendola "Caratterizzazione acustica del teatro alla scala di Milano".
- [115] F. Sanchez Gimenez "Estudio acustico, electroacustico y propuestas de mejora de la sala multifuncional del Teatro Principal de Andujar".
- [116] Takayuki Hidaka "Acoustical design of the Tokyo Opera City (TOC) concert hall, Japan.
- [117] Nagata Acoustics - <http://www.nagata.co.jp>.
- [118] WANG Jing-bo, ZHANG Kui-sheng "Acoustic design of the philharmonic hall in the Shanghai Oriental Art Center".
- [119] Kristian Jambrošić, Hrvoje Domitrović, Marko Horvat "The Acoustics of a multifunctional concert hall in Zagreb".
- [120] Fondazione scuola di San Giorgio "Caratterizzazione acustica del complesso *auditorio-sala della musica* di Villa Contarini a Piazzola sul Brenta".
- [121] E. Mattei, F. Polonara - Dipartimento di Energetica - Università di Ancona "Un corretto esempio di progettazione ed esecuzione impiantistica ai fini acustici: il nuovo teatro La Fenice di Senigallia".
- [122] C. Baroncini, E. Mattei, P. Principi, P. Zazzini "Caratterizzazione acustica di due aule della facoltà di architettura di Chieti, proposte di bonifica".
- [123] B. Basti, R. M. Caserio, M. Ilari "L'acustica nei teatri dell'800: La caratterizzazione del Teatro Fedele Fenaroli e del Teatro Marrucino attraverso le misure sperimentali e modelli numerici".
- [124] S. Piccini "Analisi mediante ANN delle prestazioni acustiche di teatri d'opera e auditorium"

- [125] Giovanni Brambilla "Analisi e correzione acustica di una sala"
- [126] ARIAS, Agustín Y. Acoustical Parameters Comparison of Two Halls:" Teatro Argentino de La Plata" and" Teatro Margarita Xirgu. In: Acoustics Instruments and Measurements, UNTREF Conference. 2013. p. 1-27.
- [127] RODIÑO, Leandro; BIDONDO, Alejandro; CACAVELOS, Nahuel. Acoustic characterization of the Usina del Arte Symphony Hall. In: Proceedings of Meetings on Acoustics. AIP Publishing, 2016.
- [128] HOUGH, Cameron; NICOL, Andrew; SIM, Jason. Acoustic design of the Ukaria Cultural Centre Concert Hall.
- [129] HIDAKA, Takayuki; BERANEK, Leo L. Objective and subjective evaluations of twenty-three opera houses in Europe, Japan, and the Americas. The Journal of the Acoustical Society of America, 2000, 107.1: 368-383.
- [130] Leao, Fabio & Iazzetta, Fernando. (2005). Comparative study of measured acoustic parameters in concert halls in the city of Sao Paulo.
- [131] STUMPF GONZALEZ, M.; COLNAGHI, J. y OLIVEIRA NUNES, M.. Análisis acústico del Auditório Padre Werner em Unisinos. Rev. ing. constr. [online]. 2018, vol.33, n.3 [citado 2023-10-25], pp.291-300.
- [132] TACHIBANA, Hideki, et al. Acoustic survey of auditoriums in Europe and Japan. Journal of the Acoustical Society of Japan (E), 1989, 10.2: 73-85.
- [133] BEVILACQUA, Antonella; TRONCHIN, Lamberto. Evaluation of Acoustic Features after Refurbishment Works Inside Two Historical Opera Theatres Located in Italy. In: Acoustics. MDPI, 2021. p. 316-336.
- [134] SPADA, Davide, et al. Acoustic characterization and numerical simulations of Rossini Theatre in Lugo and Masini Theatre in Faenza.
- [135] Garai, M., Morandi, F., D'Orazio, D., Cesaris, S.D., & Loreti, L. (2015). Acoustic measurements in eleven Italian opera houses: Correlations between room criteria and considerations on the local evolution of a typology. Building and Environment, 94, 900-912.
- [136] D'ORAZIO, Dario; NANNINI, Sofia. Towards Italian opera houses: a review of acoustic design in pre-Sabine scholars. In: Acoustics. MDPI, 2019. p. 252-280.
- [137] PRODI, Nicola, et al. Acoustics of Italian historical opera houses. The Journal of

- the Acoustical Society of America, 2015, 138.2: 769-781.
- [138] WEINZIERL, Stefan, et al. The acoustics of renaissance theatres in Italy. *Acta Acustica United with Acustica*, 2015, 101.3: 632-641.
- [139] FARINA, Angelo. Acoustic quality of theatres: correlations between experimental measures and subjective evaluations. *Applied acoustics*, 2001, 62.8: 889-916.
- [140] TRONCHIN, Lamberto; BEVILACQUA, Antonella; YAN, Ruoran. Acoustic Characterization and Quality Assessment of Cremona's Ponchielli Theater. *Applied Sciences*, 2023, 13.6: 4057
- [141] D'ORAZIO, Dario; FRATONI, Giulia; GARAI, Massimo. Acoustic Of A Chamber Music Hall Inside A Former Church By Means Of Sound Energy Distribution. *Canadian Acoustics*, 2017, 45.4: 7-16.
- [142] Maria Cairoli, Enrico Moretti, Anders Christian Gade; New opera house in Astana: A recent opportunity to use a room acoustic scale model. *Proc. Mtgs. Acoust.* 2 June 2013; 19 (1): 015131.
- [143] BRAGANÇA, Luís; PATRÍCIO, Jorge; BELO, Bárbara Yü. CONVERSION OF JORDÃO'S THEATRE HALL INTO A MULTIPUR
- [144] RICHARDSON, Russell; SHIELD, Bridget M. Acoustic measurements of Shakespeare's Globe Theatre, London. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 1999, 105.2: 1044-1044.
- [145] KANEV, Nikolay, et al. Acoustics of new and renovated chamber music halls in Russia. In: *Proceedings of Meetings on Acoustics*. AIP Publishing, 2016.
- [146] OTTOBRE, Daniel; RECUERO, Manuel. 19th INTERNATIONAL CONGRESS ON ACOUSTICS MADRID, 2-7 SEPTEMBER 2007.
- [147] DEL CERRO, Emiliano; ORTIZ, Silvia M. Study of the acoustic of Jean Nouvel's Auditorium 400, at the Museum Reina Sofia in Madrid. In: *Proceedings of Meetings on Acoustics*. AIP Publishing, 2013.
- [148] GIRÓN, Sara; ZAMARRENO, Teofilo; BUSTAMANTE, Pedro. Objective Measures of Spatial Effects in Spanish Concert Halls. *Archives of Acoustics*, 2012, 37.4: 529–547.
- [149] GIMÉNEZ, A., et al. Questionnaire survey to qualify the acoustics of Spanish concert halls. *Acta Acustica united with Acustica*, 2011, 97.6: 949-965.

- [150] TOYOTA, Yasuhisa, et al. Concert halls by Nagata Acoustics: Thirty years of acoustical design for music venues and vineyard-style auditoria. Springer Nature, 2021.
- [151] "Bradley, J. S." "Data from 13 North American concert halls", NRC Publications Arch
- [152] ÖQVIST, Rikard; ÅGREN, Anders; TUNEMALM, Björn. An objective investigation of the acoustics in three newly built concert halls. In: Baltic-Nordic Acoustic Meeting: 18/08/2008-19/08/2008. 2008.ive
- [153] BUSTAMANTE, Pedro; GIRON, Sara; ZAMARRENO, Teofilo. Simulated sound-fields in a multi-configurable auditorium. Archives of Acoustics, 2014, 39.3: 365-383.
- [154] Norma Italiana UNI EN ISO 3382-2:2008. Acustica - Misurazione dei parametri acustici degli ambienti. Tempo di riverberazione negli ambienti ordinari.