



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

Sede Amministrativa: Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Fisica Tecnica

SCUOLA DI DOTTORATO DI RICERCA IN : INGEGNERIA INDUSTRIALE

INDIRIZZO: FISICA TECNICA

XX CICLO

**VALUTAZIONE DELL'APPLICABILITA' DI METODI PARAMETRICI PER LA
DEFINIZIONE DELLA QUALITA' DELL'ASCOLTO NEI TEATRI STORICI
ALL'ITALIANA**

Direttore della Scuola : Ch.mo Prof. Paolo Bariani

Supervisore : Ch.mo Prof. Roberto Zecchin

Dottorando : Cristian Rinaldi

DATA CONSEGNA TESI
31 gennaio 2008

ABSTRACT

Acoustics of Italian opera houses is a precious cultural heritage, worthy of study to be preserved. This attitude is very important to avoid its loss and to hand it down to the next generation.

The aim of the thesis is to provide a method and an investigation tool for the study and the cataloguing of historical theatre acoustic features so as to build up an effective support, at the planning stage, for restoration and redevelopment.

This work is divided into two parts:

- The first part supplies a detailed description of an investigation methodology and provides a thorough analysis of acquisition techniques. The study is focused on five Italian historical theatres.

The theatres object of investigation are:

- “Teatro Comunale del Littorio” (or “del Popolo”) – Adria
- “Teatro De Paoli” (former “Teatro Sociale”) – Rovigo
- “Teatro Comunale” (former “Teatro Sociale”) – Treviso
- “Teatro Comunale Giuseppe Verdi” – Trieste
- “Gran teatro La Fenice” – Venezia

The acoustics characterization of the investigated rooms, was carried out by the procedures suggested by R. Pompoli and N. Prodi, professors at the Faculty of Engineering of the University of Ferrara, in “*Guidelines for acoustical measurements inside historical opera houses: procedures and validation*” (denominated “Carta di Ferrara”); this procedure includes the requirements provided by UNI EN ISO 3382. This work fits within the PRIN 2003 “*The acoustics of large rooms for music performance*”.

- The second part concerns the case of “Teatro Civico” in Schio, presently in degraded conditions and under restoration, and it focuses the problems related to acoustics computational model.

Nowadays the theatre is only used for limited kinds of performances.

Looking ahead to a future restoration that will safeguard and improve the acoustic features of the theatre, some acoustic measurement sessions were conducted; owing to this, a detailed numerical model carefully calibrated was set up to evaluate the effects of restoration proposals on acoustic features. The model calibration allows to analyse thoroughly some critical aspect of numerical modeling.

The calibration process of the model is as follows:

- Acoustic measurement sessions at the theatre (two survey sessions, in two separate days; sixty microphone positions and two source positions for each session; three mean values for each microphone positions;
- Collation of materials and detailed photographic report of the theatre internal surfaces;
- Processing of collected data and analysis of special distribution of parameters;
- Three-dimensional modeling starting from architectural survey;
- Model setup and calibration by using the acquired data;
- Analysis of results.

Evaluations and considerations related to these two phases allowed to investigate some important aspects about variational sensitivity of parameters and indicators of acoustics quality both acoustics measurement techniques and computational modeling.

Indice

ABSTRACT	3
1 SOMMARIO	7
2 CENNI STORICI	9
2.1 Teatro Comunale del littorio (o Teatro del Popolo) - Adria	9
2.2 Teatro Sociale (detto in seguito De Paoli) - Rovigo	11
2.3 Teatro Sociale (poi Teatro Comunale) - Treviso	13
2.4 Teatro Comunale “Giuseppe Verdi” - Trieste	15
2.5 Gran Teatro La Fenice - Venezia	17
2.6 Teatro Civico - Schio	19
3 PARAMETRI ACUSTICI	21
3.1 Tempo di riverberazione	21
3.2 Parametri acustici	24
4 STRUMENTI, TECNICHE DI MISURA E SOFTWARE	29
4.1 Tecniche di misura	29
4.2 Metodo della risposta integrata all’impulso	29
4.3 Strumentazione di misura	29
4.4 Software di acquisizione: DIRAC	31
4.5 Software di modellizzazione: ODEON 8.5	33
5 PARTE PRIMA – ACQUISIZIONE DI PARAMETRI ACUSTICI NEI TEATRI STORICI ALL’ITALIANA	37
5.1 Procedura e posizioni di rilievo	37
5.2 Teatro Comunale di Adria	39
5.2.1 <i>Risultati dei rilievi: Teatro Comunale di Adria</i>	40
5.3 Teatro Sociale di Rovigo	51
5.3.1 <i>Risultati dei rilievi: Teatro Sociale di Rovigo</i>	52
5.4 Teatro Comunale di Treviso	61
5.4.1 <i>Risultati dei rilievi: Teatro Comunale di Treviso</i>	62
5.5 Teatro Comunale “Giuseppe Verdi” di Trieste	73
5.5.1 <i>Risultati dei rilievi: Teatro Comunale “Giuseppe Verdi” di Trieste</i>	74
5.6 Gran Teatro “La Fenice” di Venezia	85
5.6.1 <i>Risultati dei rilievi: Gran Teatro “La Fenice” di Venezia</i>	86
5.7 Considerazioni comparative	97
5.7.1 <i>Indice di chiarezza C_{80}</i>	97
5.7.2 <i>Indice di definizione D_{50}</i>	105
5.7.3 <i>Tempo di primo decadimento EDT</i>	113
5.7.4 <i>Tempo di riverberazione T_{30}</i>	121
5.7.5 <i>Coefficiente di correlazione mutua interaurale IACC</i>	129
6 PARTE SECONDA – APPLICAZIONE DI TECNICHE DI MODELLIZZAZIONE AL RESTAURO DI UN TEATRO ALL’ITALIANA	137
6.1 Descrizione visiva dell’attuale stato di conservazione del teatro	138
6.2 Posizioni di misura	140
6.3 Risultati dei rilievi	143
6.3.1 <i>Indice di chiarezza C_{80}</i>	145
6.3.2 <i>Indice di definizione D_{50}</i>	151

6.3.3	<i>Tempo di primo decadimento EDT</i>	157
6.3.4	<i>Tempo di riverberazione T_{10}</i>	163
6.3.5	<i>Tempo di riverberazione T_{20}</i>	169
6.3.6	<i>Tempo di riverberazione T_{30}</i>	175
6.3.7	<i>Coefficiente di correlazione mutua interaurale IACC</i>	181
6.4	Modellizzazione numerica: principi generali.....	197
6.5	Costruzione del modello geometrico del Teatro Civico di Schio	197
6.6	Modellazione fisica.....	199
6.7	Calcolo di taratura.....	205
6.8	Risultati puntuali delle simulazioni e confronti con i rilievi in opera	205
6.8.1	<i>Risultati della simulazione e confronti: $C_{80} - S01$</i>	206
6.8.2	<i>Risultati della simulazione e confronti: $C_{80} - S02$</i>	210
6.8.3	<i>Risultati della simulazione e confronti: $D_{50} - S01$</i>	214
6.8.4	<i>Risultati della simulazione e confronti: $D_{50} - S02$</i>	218
6.8.5	<i>Risultati della simulazione e confronti: EDT - S01</i>	222
6.8.6	<i>Risultati della simulazione e confronti: EDT - S02</i>	226
6.8.7	<i>Risultati della simulazione e confronti: $T_{30} - S01$</i>	230
6.8.8	<i>Risultati della simulazione e confronti: $T_{30} - S02$</i>	234
6.9	Risultati spaziali delle simulazioni	239
6.9.1	<i>Risultati della simulazione: sorgente in posizione S01 - 1000 Hz</i>	240
6.9.2	<i>Risultati della simulazione: sorgente in posizione S02 - 1000 Hz</i>	242
6.10	Confronti dei risultati delle simulazioni tra i tre gradi di precisione di calcolo 245	
6.10.1	<i>Confronti: sorgente in posizione S01</i>	246
6.10.2	<i>Confronti: sorgente in posizione S02</i>	250
6.11	Differenze percentuali tra i valori misurati e simulati.....	254
6.11.1	<i>Parametro C_{80} sorgente in posizione S01</i>	254
6.11.2	<i>Parametro C_{80} sorgente in posizione S02</i>	255
6.11.3	<i>Parametro D_{50} sorgente in posizione S01</i>	256
6.11.4	<i>Parametro D_{50} sorgente in posizione S02</i>	257
6.11.5	<i>Parametro EDT sorgente in posizione S01</i>	258
6.11.6	<i>Parametro EDT sorgente in posizione S02</i>	259
6.11.7	<i>Parametro T_{30} sorgente in posizione S01</i>	260
6.11.8	<i>Parametro T_{30} sorgente in posizione S02</i>	261
6.12	Considerazioni sull'assorbimento acustico e sul calcolo semplificato dei tempi di riverberazione	263
7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SUI RILIEVI E SUI RISULTATI DELLA SIMULAZIONE.....	269
7.1	Parte prima.....	269
7.2	Parte seconda	272
8	CONCLUSIONI.....	275
	BIBLIOGRAFIA.....	277

1 SOMMARIO

L'acustica degli antichi teatri d'opera all'italiana è un prezioso patrimonio culturale, meritevole di studio ai fini della sua salvaguardia. Questo atteggiamento è di fondamentale importanza se si vuole evitarne la perdita e tramandarlo alle generazioni future.

Obiettivo della tesi è fornire un metodo e uno strumento di indagine per lo studio e la catalogazione delle caratteristiche acustiche dei teatri storici all'italiana che possa costituire un valido supporto, in fase progettuale, per l'analisi degli interventi di restauro e riqualificazione.

Il presente lavoro si divide in due parti:

- La prima parte ha lo scopo di fornire una dettagliata descrizione della metodologia di indagine e un approfondimento delle tecniche di acquisizione delle caratteristiche acustiche dei teatri, con applicazione specifica a cinque storici all'italiana, presenti nel triveneto, attualmente in buono stato di conservazione.

I teatri oggetto di indagine sono:

- Teatro Comunale del Littorio (o del Popolo) – Adria
- Teatro Sociale (detto in seguito De Paoli) – Rovigo
- Teatro Sociale (poi teatro Comunale) – Treviso
- Teatro Comunale “Giuseppe Verdi” – Trieste
- Gran teatro La Fenice – Venezia

La caratterizzazione acustica degli ambienti esaminati è stata effettuata mediante la procedura fornita da R. Pompoli e N. Prodi, docenti presso la facoltà di Ingegneria dell'Università di Ferrara, in *“Guidelines for acoustical measurements inside historical opera houses: procedures and validation”* (procedura denominata “Carta di Ferrara”); tale procedura di rilievo mutua le prescrizioni fornite dalla norma UNI EN ISO 3382. Il lavoro si inserisce all'interno del PRIN 2003 *“The acoustics of large rooms for music performance”*.

- La seconda parte riguarda il caso del Teatro Civico di Schio, attualmente in condizioni di forte degrado e in corso di restauro, e si concentra sulle problematiche connesse alla modellizzazione acustica di questo tipo di ambienti. Il teatro viene oggi limitatamente utilizzato per alcune tipologie di rappresentazione e in prospettiva di un futuro restauro che permetta di salvaguardare ed eventualmente migliorare le caratteristiche acustiche del teatro, è stata condotta un'accurata sessione di rilievi acustici; è stata poi effettuata una modellizzazione numerica dell'ambiente con una dettagliata taratura del modello stesso, al fine di valutare l'effetto dei possibili interventi di restauro sulle

caratteristiche acustiche. La taratura del modello è stata occasione di approfondimento degli aspetti critici della modellizzazione stessa. L'iter della taratura è stato il seguente:

- Campagna di misura presso il teatro (2 sessioni di rilievo, in due giornate distinte; 60 postazioni microfoniche e 2 di sorgente per ogni sessione di misura; 3 medie per ogni postazione microfonica)
- Censimento dei materiali presenti e dettagliato report fotografico degli interni;
- Elaborazione dei dati acquisiti e analisi della distribuzione spaziale dei parametri;
- Modellizzazione tridimensionale a partire da rilievi architettonici;
- Impostazione e taratura del modello a partire dai dati acquisiti;
- Analisi dei risultati

Le valutazioni e le considerazioni relative a queste due fasi distinte hanno permesso di approfondire alcuni aspetti relativi alla sensibilità dei parametri e degli indicatori della qualità acustica sia nell'ambito dei rilievi acustici che nella modellizzazione numerica.

2 CENNI STORICI

Vengono di seguito brevemente riportate le schede informative relative ai sei teatri storici analizzati.

2.1 Teatro Comunale del littorio (o Teatro del Popolo) - Adria

data e spettacolo di apertura: 24 set. 1935 con Mefistofele di Arrigo Boito.

anni di attività: dal 1935 ad oggi.

ubicazione: area del Teatro Estivo Zagato, prospiciente Piazzale Cavour.

committenza: Comune di Adria.

autore del progetto: ingegner architetto Giovan Battista Scarpari.

Decorazioni di Giuseppe Samoggia e Angelo Viaro.

tipologia e dimensioni: platea su pianta circolare con un ordine di palchi, due gallerie e un loggione su pianta ellittica.

Platea: m 20,50 x 19.

Palcoscenico: m 15x18,20, altezza m 17.

Boccascena: m 13x9,50.

numero dei posti: 1300.

restauri: 1938: fu allungato il palcoscenico.

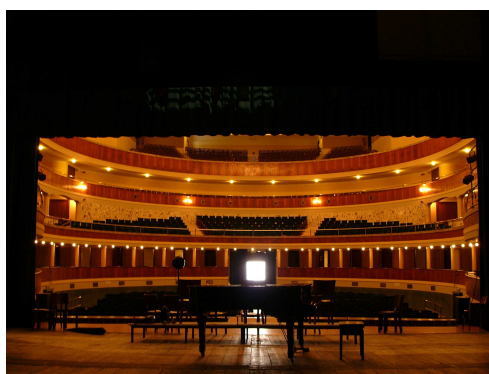
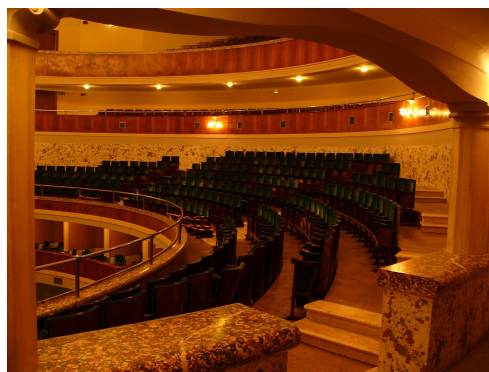
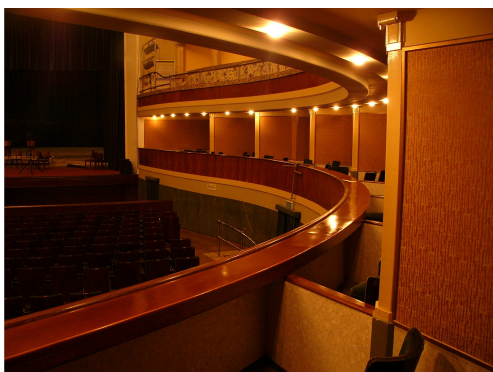
1976: nuovo impianto di riscaldamento e di illuminazione di emergenza.

destinazioni d'uso: opera lirica e prosa.

stagioni: autunno.

gestione: comunale.

Alcune foto del Teatro Comunale di Adria:



2.2 Teatro Sociale (detto in seguito De Paoli) - Rovigo

data e spettacolo di apertura: 12 ott. 1904 con Iris di Pietro Mascagni.

anni di attività: dal 1904 ad oggi.

ubicazione: area del Teatro della Società, nei pressi dell'attuale Piazza Garibaldi.

committenza: Società del Teatro.

autore del progetto: ingegner Daniele Donghi.

tipologia e dimensioni: teatro all'italiana a ferro di cavallo con due ordini di 19 palchi ciascuno, una galleria e il loggione.

Platea: lunghezza al proscenio m 15, larghezza m 11,5.

Boccadopera: larghezza m 10, altezza m 12.

Palcoscenico: larghezza m 29, profondità m 15

numero dei posti: 1200.

restauri: 1908: viene soppressa la cavea tra la platea ed il vestibolo.

1925: si provvede a rinnovare le poltrone ed alla sistemazione degli impianti elettrici e di riscaldamento.

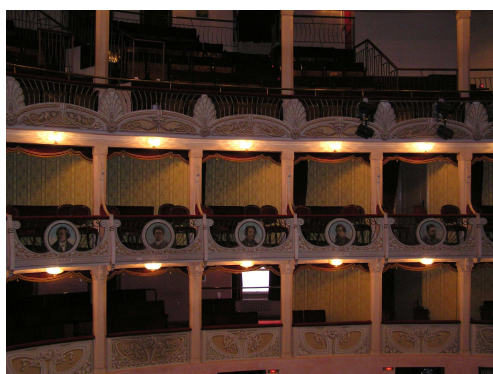
1964: viene installata la cabina elettrica con servizio antincendio.

stagioni: carnevale, primavera, autunno.

destinazione d'uso: opera lirica e prosa; successivamente adibito anche a varietà, operetta, proiezioni cinematografiche.

gestione: impresariale.

Alcune foto del Teatro Sociale di Rovigo:



2.3 Teatro Sociale (poi Teatro Comunale) - Treviso

data e spettacolo di apertura: 16 ott. 1869 con Faust di Charles Gounod, libretto M. Carré e I. Barbier.

anni di attività: dal 1869 ad oggi.

ubicazione: area del vecchio Teatro Sociale (già Onigo), al n. 626 della Regia Strada Postale, tra Piazza dei Noli ed il Ponte di San Mortino, oggi Corso del Popolo.

autore del progetto: architetto Andrea Scala. Pitture del figurista e decoratore Luigi Stella; stucchi di Fausto Asteo.

committenza: sociale (Società dei Palchettisti. Dal 1931 proprietà del Comune).

tipologia: teatro all'italiana su pianta ovale con quattro ordini di 27 palchi ciascuno (26 al pepiano) e loggione.

Platea: lunghezza m. 14,80; larghezza m. 14,00.

Profondità dell' arcoscenico m. 3,05.

Palcoscenico: larghezza m. 19,40; profondità m. 13,60.

Sul fondo del palcoscenico un locale di m 13,60x6, 70 circa.

restauri conservativi: 1960

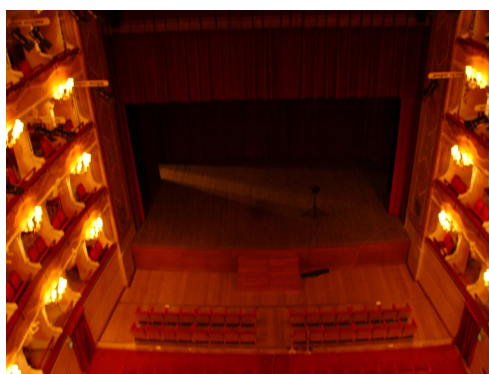
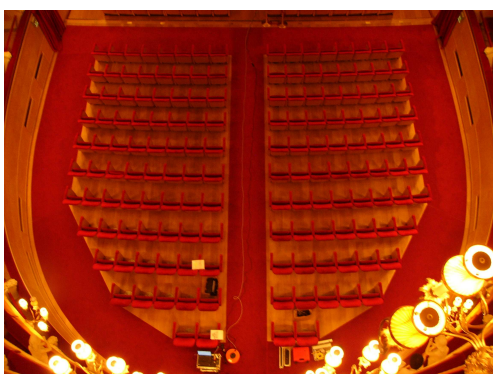
capienza: inizialmente circa 1000 posti, oggi 700 (240 in platea, 360 nei palchi, 100 nel loggione).

destinazione d'uso: lirica e prosa.

stagioni: Carnevale e Autunno, poi senza distinzione.

gestione: impresariale.

Alcune foto del Teatro Sociale di Treviso:



2.4 Teatro Comunale “Giuseppe Verdi” - Trieste

data e spettacolo di apertura: 21 apr. 1801 con Ginevra di Scozia di Simone Giovanni Mayr.

anni di attività: dal 1801 ad oggi.

ubicazione: Riva Tre Novembre 1 – 34121 Trieste.

autore del progetto: Gian Antonio Selva e/o Matteo Pertsch.

tipologia: teatro all’italiana a ferro di cavallo con due ordini di palchi, due gallerie e il loggione.

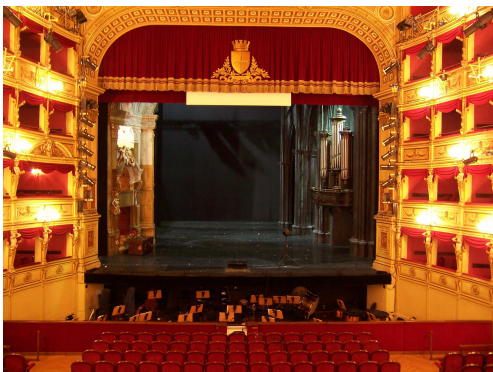
numero dei posti: 1400.

restauri: Complessa è la storia delle decorazioni interne e dei periodici restauri, l’ultimo dei quali risale al 1992-1997 con la ristrutturazione dell’intero edificio storico, che ha recuperato l’aspetto originario della sala.

stagioni: tutte.

destinazione d’uso: opera lirica e prosa.

Alcune foto del Teatro Comunale di Trieste:



2.5 Gran Teatro La Fenice - Venezia

data e spettacolo di apertura: 16 mag. 1792 con I Giuochi d'Agrigento del conte Alessandro Pepoli.

anni di attività: dal 1792 ad oggi.

ubicazione: sull'area di San Fantin, fondo acquistato nelle contrade di S. Angelo e di S. Maria Zobenigo.

committenza: la Nobile Società, proprietaria del teatro San Benedetto.

autore del progetto: architetto Giannantonio Selva.

tipologia e dimensioni: platea su pianta ovale con tre ordini di palchi, una galleria e un loggione.

Platea: mq 255.

Palcoscenico: mq 511, altezza m 35,8.

Boccascena: m 11x13.

numero dei posti: 990 posti (1.076 con posti in fossa d'orchestra).

Posti a sedere prima dell'incendio 814.

restauri: 1808: nuova decorazione della sala, in stile Impero; progetto di Borsato.

1825: restauro radicale; progetto di Borsato.

1837: ricostruzione dopo il primo incendio; progetto dei fratelli Meduna.

1853: nuova decorazione della sala; progetto di Meduna.

1892: introduzione dell'illuminazione elettrica nel teatro.

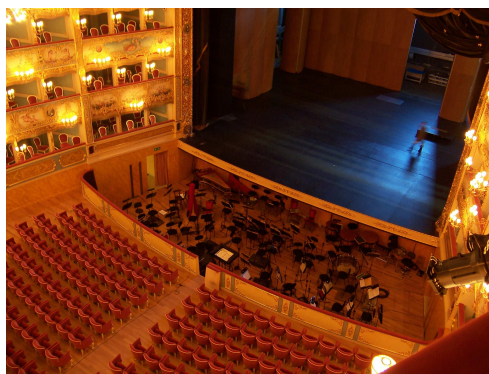
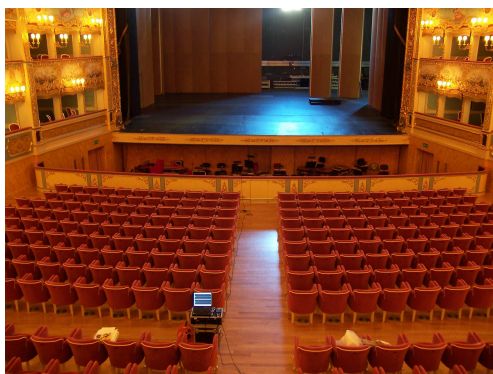
1937: rinnovamento di stile neoclassico; progetto dell'ingegner Miozzi.

2001: ricostruzione dopo il secondo incendio; progetto di Aldo Rossi.

destinazioni d'uso: opera lirica e prosa.

gestione: impresariale.

Alcune foto del Teatro “La Fenice” di Venezia:



2.6 Teatro Civico - Schio

data e spettacolo di apertura: 19 giu. 1909 con Mefistofele di Arrigo Boito.

anni di attività: 1909/1946 (in seguito cinema).

ubicazione: via Pietro Maraschin – Schio (VI).

committenza: Cooperativa per il Teatro Nuovo.

autore del progetto: Ferruccio Chemello.

tipologia e dimensioni: sala su pianta a ferro di cavallo con tre ordini di posti sopraelevati (primo ordine con 12 palchi e 2 barcacce; secondo ordine con 12 palchi, 2 barcacce e galleria centrale; terzo ordine loggione).

Platea: lunghezza 17 m, larghezza 15 m.

Palcoscenico: larghezza m 15, profondità m 14.

Boccascena: larghezza m 10,5, altezza m 9.

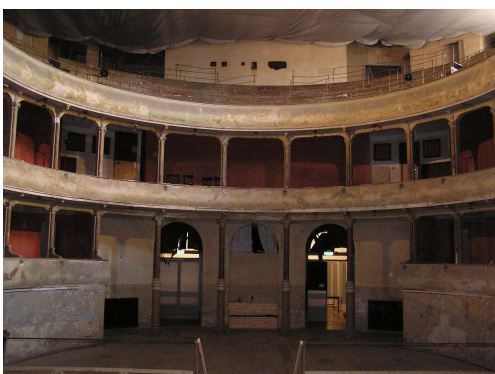
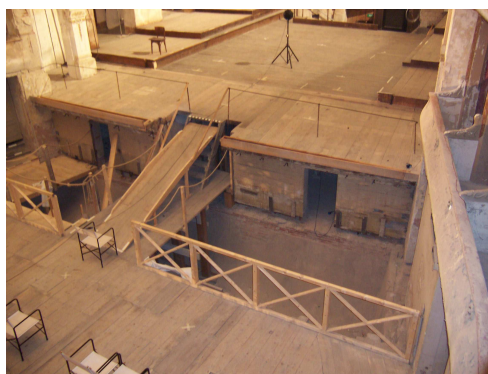
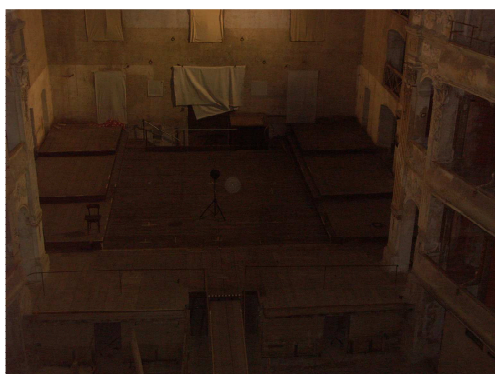
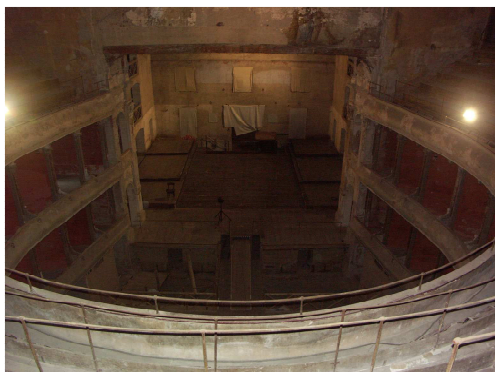
numero dei posti: 1500 posti in origine (168 nei palchi, 276 in platea, 119 in galleria, 424 i loggione, il resto posti non numerati).

restauri: 1919: riparati i danni subiti da un incendio scoppiato nel 1915.

destinazioni d'uso: originariamente spettacoli lirici e rappresentazioni drammatiche, in seguito senza distinzione di generi.

gestione: Presidenza del Teatro Civico.

Alcune foto del Teatro Civico di Schio:

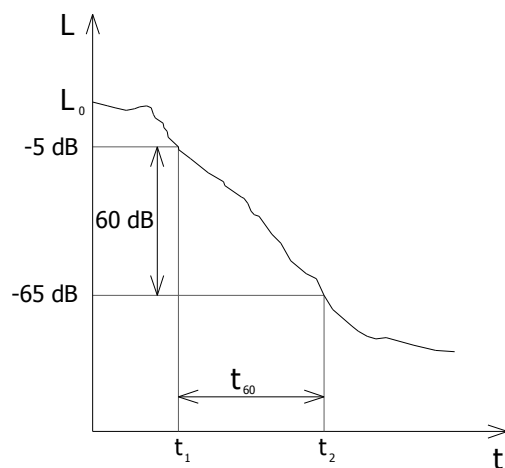


3 PARAMETRI ACUSTICI

3.1 Tempo di riverberazione.

Nonostante il diffondersi di nuovi indici di valutazione, la previsione del tempo di riverberazione e del suo andamento in funzione della frequenza, resta uno degli aspetti più importanti della progettazione acustica. Generalmente i valori ottimali suggeriti comportano l'esigenza di contenere il volume per persona tipicamente entro 3.5 m^3 per la parola e 6 m^3 per la musica. Non è tanto importante il numero di spettatori, quanto le dimensioni dell'area da essi occupata (seating area), in quanto determina, in termini di assorbimento, il tempo di riverberazione e la loudness. Dato il volume, e stimato l'assorbimento acustico medio delle superfici, il tempo di riverberazione convenzionale può essere stimato mediante la formula di Sabine; il risultato numerico che ne deriva va considerato, ai fini della progettazione, come un'indicazione molto utile, ma da trattare con una certa cautela. In effetti il tempo di riverberazione misurato a posteriori a sala finita risulta spesso più breve di quello calcolato. Ciò si spiega in parte col fatto che il calcolo viene effettuato utilizzando valori di coefficiente di assorbimento di superfici e materiali misurati in condizioni di diffusività diverse o in diverse condizioni di impiego.

Gli effetti del suono riverberato sulla qualità dell'ascolto si valutano con la determinazione del tempo di riverberazione ottimale T60. Esso è definito come *il tempo che deve trascorrere dall'interruzione dell'emissione della sorgente alla riduzione dell'intensità sonora ad un milionesimo di quella di regime*. Tale riduzione deve essere dunque di 60 dB relativamente al livello di intensità.



Più precisamente si considera la pendenza della curva di decadimento compresa tra -5 e -60 dB a partire dal valore massimo posto a 0 dB . È importante escludere i primi 5 dB di decadimento dalla misura del tempo di riverberazione per evitare l'influenza delle prime riflessioni particolarmente forti.

Il fenomeno della riverberazione sonora presenta aspetti positivi e negativi. Se da un lato è utile ai fini dell'ascolto perché contribuisce al rinforzo del suono diretto, dall'altro un valore eccessivo della coda sonora ne peggiora la qualità, rendendo il suono impastato. Il valore ottimale del tempo di riverberazione rappresenta il giusto compromesso tra il raggiungimento di un livello sonoro sufficiente per un'audizione senza sforzo, in tutti i punti dell'ambiente, e la riduzione del disturbo provocato da un eccesso di riverberazione.

La determinazione di tale valore ottimale è stata ottenuta in seguito a numerose valutazioni soggettive sulla qualità dell'audizione in ambienti con diverse destinazioni d'uso. In linea generale, per ambienti destinati all'ascolto della parola dove il suono diretto viene privilegiato rispetto a quello riverberato, si indicano valori di T60 più brevi rispetto a quelli ideali per sale destinate all'ascolto della musica. Si passa infatti da poco meno di un secondo per il parlato a poco più di due secondi per la musica.

Dall'insieme di valutazioni si trae anche l'informazione che ad un incremento del volume dell'ambiente deve corrispondere un aumento del tempo di riverberazione ottimale. Questo sembra giustificato dal fatto che, all'aumentare del volume della sala, si accetti un lieve peggioramento dell'ascolto in favore di un più elevato valore del livello sonoro. Infatti, sia il livello sonoro che il tempo di riverberazione, a parità di altre condizioni, si riducono con l'aumentare dell'assorbimento acustico totale. Poiché il tempo di riverberazione è di fatto inversamente proporzionale all'assorbimento totale, e direttamente proporzionale al volume dell'ambiente, per mantenere un buon livello sonoro, si accetta un suo incremento fino ad un valore limite che non comprometta la buona ricezione del suono.

Le formule solitamente più usate per trovare il T60 sono:

$$\text{per } \bar{\alpha} < 0,2 \text{ quella proposta da Sabine } T_{60} = \frac{55,26}{c_0} \cdot \frac{V}{A} \text{ [s]}$$

$$\text{per } \bar{\alpha} > 0,2 \text{ quella proposta da Eyring } T_{60} = \frac{55,26}{c_0} \cdot \frac{V}{-S \cdot \ln(1 - \bar{\alpha})} \text{ [s]}$$

dove $\bar{\alpha}$ è il coefficiente di assorbimento medio dell'ambiente, V il volume, A l'assorbimento totale, S la superficie interna del locale e c_0 la velocità del suono.

Oppure la formula di Arau-Puchades, che tiene conto degli assorbimenti differenziati all'interno dell'ambiente e si adatta bene al calcolo previsionale del tempo di riverberazioni in ambienti di forma parallelepipedica.

$$T_{60} = \left[\frac{55,26}{c_0} \cdot \frac{V}{-S \cdot \ln(1 - \bar{\alpha}_x)} \right]^{\frac{S_x}{S}} \cdot \left[\frac{55,26}{c_0} \cdot \frac{V}{-S \cdot \ln(1 - \bar{\alpha}_y)} \right]^{\frac{S_y}{S}} \cdot \left[\frac{55,26}{c_0} \cdot \frac{V}{-S \cdot \ln(1 - \bar{\alpha}_z)} \right]^{\frac{S_z}{S}} \text{ [s]}$$

Dove col pedice "x" si indicano le superfici facenti riferimento al soffitto, e con i pedici "y" e "z" le pareti laterali e il pavimento.

In letteratura sono riportati diagrammi che consentono la determinazione del tempo di riverberazione ottimale in funzione del volume dell'ambiente e della sua destinazione d'uso.

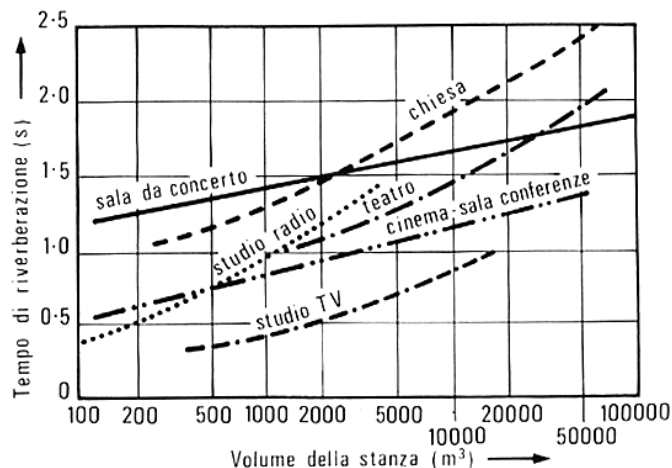
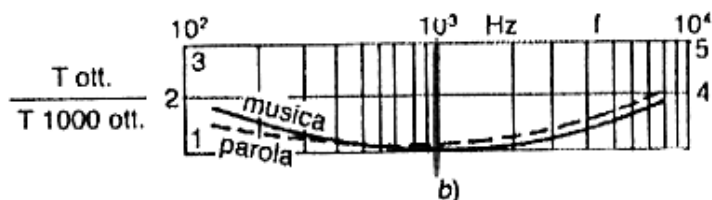


Grafico 1: Diagramma che riporta il tempo di riverberazione ottimale a 1000 Hz in funzione del volume dell'ambiente.

Sono state inoltre proposte alcune relazioni empiriche che forniscono il tempo di riverberazione ottimale per determinate frequenze.

Sul valore calcolato sono tollerabili variazioni fino al 25%, soprattutto su valori più alti per la musica e più bassi per il parlato. I tempi consigliati sono validi per tutte le frequenze superiori a 500 Hz; per frequenze inferiori è di solito gradito un aumento del tempo di riverberazione del 20% a 250 Hz e del 40% a 125 Hz.



Sono inoltre disponibili degli abachi che danno i coefficienti da moltiplicare al tempo di riverberazione ideale a 1 kHz, per trovare i T60 per ogni frequenza trattata nel calcolo. Spesso nei casi concreti non è possibile misurare il tempo di riverberazione per un decadimento effettivo di 60 dB, ecco allora che si introducono delle approssimazioni andando a calcolare il tempo di riverberazione su decadimenti di 20 o 30 dB e ricostruendo per interpolazione il decadimento a 60 dB:

- T20 (tempo di riverberazione iniziale), calcolato estrapolando a -60 dB la pendenza media dei primi 20 dB del decadimento del livello di pressione sonora.

- T30 (tempo di riverberazione) calcolato estrapolando a -60 dB la pendenza media dei primi 30 dB del decadimento del livello della pressione sonora.

3.2 Parametri acustici.

Una sala acusticamente ben progettata presenta una buona intelligibilità dei suoni di sufficiente intensità (tempo di riverberazione ottimale), assenza di rumori estranei indesiderati (isolamento acustico e riduzione) e buona distribuzione del suono.

Se il suono arriva ad un ascoltatore per due vie di lunghezza troppo diversa esso produce uno spiacevole effetto tremolante detto *eco*. Un *tremolio* del genere si ha in un ambiente tra una coppia di pareti parallele opposte che siano lisce e molto riflettenti. Il suono viene riflesso avanti e indietro tra le due pareti producendo echi multipli. La *focalizzazione* del suono è la concentrazione del suono in un punto di un ambiente prodotta dalla riflessione delle onde sonore su superfici curve o circolari. Il risultato è una distribuzione ineguale del suono. Un *angolo morto* è una zona con deficienza di suono, cioè dove non si sente praticamente niente, a causa dell'interferenza di due o più onde sonore. Data la diffrazione del suono, cioè il fatto che le onde sonore aggirano un ostacolo, l'ostacolo può rivelarsi una efficace barriera alla trasmissione del suono se le sue dimensioni sono paragonabili alla lunghezza d'onda dell'onda sonora. Dall'altra parte dell'ostacolo in questo caso si forma una *ombra acustica*.

La progettazione acustica delle sale deve promuovere le onde oblique dato che esse si smorzano più rapidamente, ma deve ostacolare le onde assiali dato che queste sono più persistenti.

Numerosi studi hanno confermato che l'ascoltatore può apprezzare differenze della qualità non solo tra sale diverse, ma nella stessa sala anche da posto a posto.

Sotto questo punto di vista, non vi è dubbio che l'ascolto è una esperienza complessa, multidimensionale, molto difficile da descrivere quantitativamente. I parametri acustici più significativi possono essere raggruppati in tre categorie:

- parametri che si riferiscono al bilanciamento soggettivo tra chiarezza e riverberazione;
- parametri che si riferiscono all'impressione soggettiva della *loudness*;
- parametri che si riferiscono all'impressione spaziale.

Early Decay Time (EDT): definito come il tempo richiesto per ottenere un decadimento di 10 dB di un suono interrotto bruscamente o di un segnale impulsivo. È calcolato con il metodo della retta di regressione lineare. Il tempo di primo decadimento si dimostra un parametro particolarmente sensibile alla localizzazione del microfono in relazione alla sua distanza dalla sorgente. L'indice *EDT*, infatti, diminuisce con l'allontanarsi del microfono dalla sorgente e diventa un parametro particolarmente significativo per confrontare diversi punti di una stessa sala.

Chiarezza: la chiarezza è un parametro definito dall'espressione:

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

$$C_{50} = 10 \log \left(\frac{\int_0^{50ms} p^2(t) dt}{\int_{50ms}^{\infty} p^2(t) dt} \right) \quad [\text{dB}]$$

che esprime il rapporto tra l'energia che giunge all'orecchio entro i primi 80 e 50 ms e l'energia che perviene negli istanti successivi, ovvero è il rapporto tra energia diretta unita all'energia delle prime riflessioni ed energia delle successive riflessioni. Il valori proposti in letteratura sono:

-12 < C ₅₀ < -6	comprensione pessima;
-6 < C ₅₀ < +4	accettabile;
+4 < C ₅₀ < +10	buona;
+10 < C ₅₀ < +18	ottima.

-12 < C ₈₀ < -2	musica per organo
-2 < C ₈₀ < 6	musica sinfonica
6 < C ₈₀ < 10	musica leggera

Anche se il C₈₀ è un parametro legato alla sensazione musicale, quando esso risulta essere > 3 dB assicura una buona intelligibilità della parola.

Indice di definizione: è un parametro espresso come:

$$D = \frac{\int_0^{50ms} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt} .$$

In tale espressione $p(t)$ è la pressione sonora, intesa come risposta all'impulso emesso da una sorgente non direttiva, e $t=0$ è l'istante in cui il suono diretto giunge nel punto di ricezione. L'indice di definizione è definito come il rapporto tra l'energia che giunge all'ascoltatore entro i primi 50 ms e l'energia di tutto il segnale. Infatti risulta dai numerosi

esperimenti svolti che l'energia delle prime riflessioni, sommandosi a quella del suono diretto, contribuisce positivamente alla nitidezza del parlato. Il valore di riferimento proposto in letteratura per questo parametro è per il parlato $D > 0,5$.

Tempo centrale (t_s): l'espressione rappresenta il rapporto tra l'energia dell'intero decadimento pesata rispetto al tempo, e l'energia complessiva. Le indagini svolte dimostrano che questo parametro è molto sensibile alla posizione dell'ascoltatore in una sala e che è ben correlato all'intelligibilità percentuale delle sillabe. L'espressione analitica è la seguente:

$$t_s = \frac{\int_0^{\infty} t \cdot p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt} \quad [\text{s}]$$

Il valore di riferimento proposto in letteratura per il parlato è: $0 \leq t_s \leq 50 \text{ms}$.

Per la musica: $50 \leq t_s \leq 250 \text{ms}$

Lateral fraction (L_f): definito anche come frazione della prima energia laterale, è un parametro che quantifica l'impressione spaziale dato da:

$$L_f = \frac{\sum_{t=5\text{ms}}^{t=80\text{ms}} r \cos \varphi}{\sum_{t=0}^{t=80\text{ms}} r},$$

in cui il numeratore rappresenta la somma dell'energia sonora r associata a ciascuna riflessione che giunge all'ascoltatore nell'intervallo di tempo da 5 a 80 ms dopo l'arrivo del suono diretto, e pesata secondo il coseno della angolo φ formato dalla direzione di arrivo della riflessione con la retta passante per gli orecchi dall'ascoltatore (rivolto verso la sorgente). Il denominatore rappresenta l'energia totale compreso il suono diretto che giunge all'ascoltatore nei primi 80 ms.

$L_f > 0,1$ buona localizzazione acustica;

$L_f > 0,2$ sensazione di immersione nel campo sonoro.

Funzione di correlazione mutua interaurale IACC: il parametro è definito come

$IACC_{t_1/t_2}$ = valore massimo di $|IACF_{t_1/t_2}(\tau)|$ per $-1 \text{ ms} < \tau < +1 \text{ ms}$

$IACF_{t_1/t_2}(\tau)$ è la funzione di correlazione mutua normalizzata tra la risposta all'impulso rilevata all'ingresso dell'orecchio sinistro $[p_l(t)]$ e quella rilevata all'ingresso dell'orecchio destro $[p_r(t)]$ di una testa artificiale, o di una persona, che guarda la sorgente:

$$IACF_{t_1/t_2}(\tau) = \frac{\int_{t_1}^{t_2} p_l(t) \cdot p_r(t + \tau) dt}{\left[\int_{t_1}^{t_2} p_l^2(t) dt \cdot \int_{t_1}^{t_2} p_r^2(t) dt \right]^{1/2}}$$

Gli istanti t_1 e t_2 definiscono la parte delle risposte all'impulso di cui si vuole valutare la funzione di correlazione mutua. La forma più generale di IACC è definita con $t_1=0$ e $t_2=\infty$ (in pratica un tempo paragonabile con il tempo di riverberazione nella sala) e con i segnali a banda larga. Più precisamente, è una misura del legame di linearità tra due segnali al variare del ritardo τ in un intervallo di tempo corrispondente a quello impiegato da un'onda sonora nell'aria per percorrere una distanza paragonabile al diametro della testa umana.

Questa relazione traduce il diverso grado di pressione sonora che giunge a ciascun orecchio, creando una correlazione tra le due diverse percezioni che risulta connessa all'impressione spaziale.

Rispetto alle caratteristiche spettrali delle prime riflessioni laterali, Barron e Marshall (1981) ritengono che il campo di frequenza importante per l'impressione spaziale sia relativo alle bande di ottava di 125 Hz e di 1kHz, dove la parte delle frequenze più basse contribuisce alla sensazione di suono avvolgente (envelopment); la parte superiore dello spettro è responsabile dell'allargamento della sorgente (source broadening).

Le riflessioni laterali con maggior energia sonora alle frequenze più elevate (nelle bande 2 e 4 kHz) possono produrre uno spostamento nella localizzazione acustica della sorgente e un suono privo di corpo .

4 STRUMENTI, TECNICHE DI MISURA E SOFTWARE

4.1 Tecniche di misura

Il procedimento di misurazione impiegato è il cosiddetto metodo della risposta integrata all'impulso; con questa metodologia si ottengono curve di decadimento mediante integrazione inversa delle risposte all'impulso quadro. Per quanto riguarda il tempo di riverberazione non è l'unica tecnica di acquisizione possibile, in quanto un buon metodo per la determinazione del parametro risulta essere il metodo del rumore interrotto. Per quanto riguarda invece la determinazione degli altri parametri acustici, le tecniche attualmente più diffuse ed affidabili sono appunto legati al metodo della risposta integrata all'impulso.

4.2 Metodo della risposta integrata all'impulso

La risposta all'impulso da una posizione di sorgente ad una posizione di ricevitore in un ambiente, è una quantità ben definita che può essere misurata direttamente eccitando un volume tramite una sorgente d'impulso, che nello specifico risulta essere un altoparlante omnidirezionale che emette un segnale codificato. La sorgente deve produrre un livello di pressione sonora sufficiente a generare le curve di decadimento con il minimo campo dinamico richiesto senza alcuna contaminazione da parte del rumore di fondo. La durata dell'eccitazione deve essere sufficiente per permettere al campo sonoro di raggiungere uno stato stazionario nel locale oggetto di misura prima di decadere. Si possono utilizzare degli speciali segnali sonori che forniscano una risposta all'impulso solo dopo una particolare elaborazione del segnale di microfono registrato. Ciò può fornire un migliorato rapporto segnale/rumore.

Per le misurazioni in bande di ottava, la larghezza di banda del segnale deve essere maggiore di un'ottava e per le misurazioni in bande di terzo d'ottava la larghezza di banda del segnale deve essere maggiore di terzo di ottava. Lo spettro deve essere ragionevolmente piatto nell'ambito dell'effettiva banda di ottava da misurare.

Le misurazioni del tempo di riverberazione e degli altri parametri sono state effettuate con ambiente vuoto, a luci accese, con temperatura interna dell'ambiente che oscillava intorno ai 18°C e umidità relativa pari a circa il 64%; il segnale prodotto dalla sorgente è una sweepata logaritmica, cioè un particolare tipo di segnale che riproduce una ad una tutte le frequenze; la durata dell'eccitazione da parte della sorgente varia a seconda delle condizioni e caratteristiche dell'ambiente in cui si effettua la misura.

4.3 Strumentazione di misura

Per il metodo della risposta integrata all'impulso e la valutazione dei risultati ottenuti sono stati impiegati:

- Sorgente dodecaedrica omnidirezionale montata su un treppiede mod. 4296, Bruel & Kjaer
- Amplificatore di potenza LAB300
- Microfoni per il campo libero, montati su treppiede mod. 4189 da 1/2", Bruel & Kjaer
- Condizionatore di segnale 01dB OPUS (S/N 20225)
- Computer portatile IBM (LABACUS – Dip. Fisica Tecnica) equipaggiato di software DIRAC
- Testa artificiale mod. 4100D, Bruel & Kjaer

Il computer portatile è dotato di software DIRAC (Bruel & Kjaer), dal quale si possono gestire tutte le fasi della misura e che fornisce le curve di decadimento, i dati di output e da cui è possibile ricavare i file di tipo Audio Wave del decadimento.

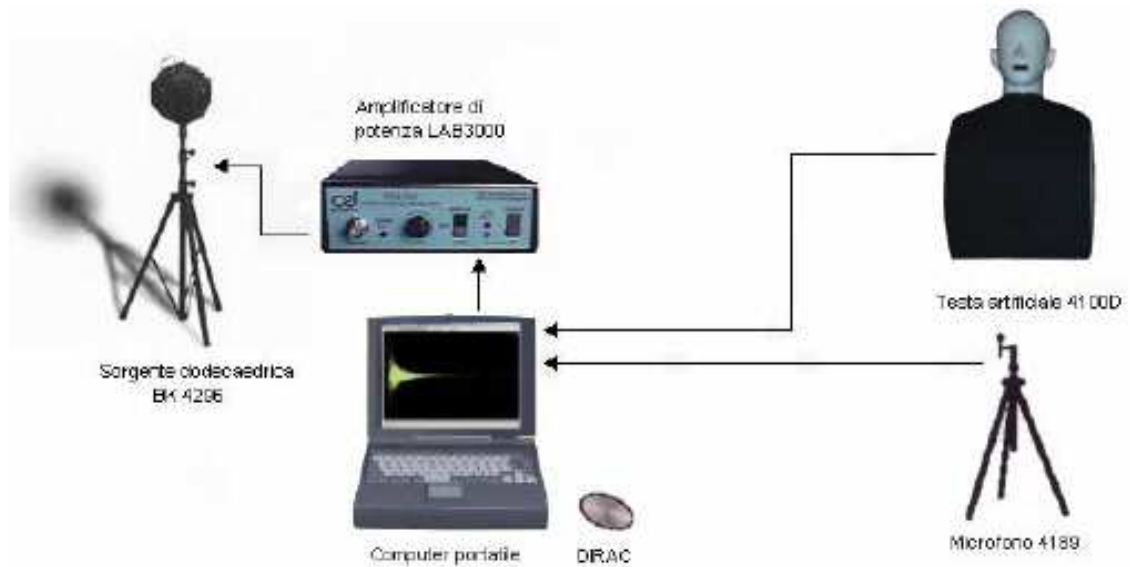


Fig. 1. Catena degli strumenti impiegati

La sorgente sonora, posizionata per mezzo di un treppiede regolabile, è il modello OmniPower LoudSpeaker 4296 della Bruel & Kjaer collegata con un cavo elettrico di alimentazione ad un amplificatore di segnale modello 2716, connesso a sua volta con il computer portatile.



Fig. 2. Strumenti utilizzati durante le misurazioni: testa artificiale



Fig. 3. Strumenti utilizzati durante le misurazioni

La catena strumentale, ovvero il microfono e l'insieme della strumentazione e dei relativi canali di connessione, è stata tarata nella camera riverberante del laboratorio di acustica LABACUS presso il Dipartimento di Fisica Tecnica dell'Università di Padova.

4.4 Software di acquisizione: DIRAC

Il software DIRAC, distribuito dalla Bruel & Kjaer, è usato per misurare un grande numero di parametri acustici. Basato sulla misura e l'analisi della risposta all'impulso, DIRAC supporta differenti possibili configurazioni di misura.

Per misure accurate, in accordo con gli standard della UNI EN ISO 3382, è possibile utilizzare sia il generatore interno MLS (Maximum Length Sequence) sia un segnale sweep emesso attraverso una sorgente sonora costituita da un altoparlante omnidirezionale.

Rilievi meno approfonditi possono essere condotti facilmente utilizzando una piccola sorgente sonora impulsiva come ad esempio una pistola caricata a salve o un pallone.

Tipologie di impiego:

- Misura delle caratteristiche acustiche dei luoghi chiusi;
- Misura dell'intelligibilità del parlato di un sistema sonoro;

- Caratterizzazione dell'acustica di uno spazio chiuso prima e dopo una modificazione;
- Confronto delle qualità acustiche di ambienti differenti;
- Modellazione acustica utilizzando misure rilevate da un modello in scala;
- Ricerca e istruzione in campo acustico;
- Sistemazione dell'acustica degli ambienti.

Caratteristiche Tecniche:

- Conformità agli standard imposti dalle norme: ISO 3382 (acustica delle sale di ascolto); IEC 60268-16 (intelligibilità del parlato);
- Misure di innumerevoli parametri, quali: tempo di riverberazione, spazialità, ecc.;
- Doppio Input;
- Facilità di impiego;
- Controllo della risposta all'impulso;
- Compatibilità con svariati tipi di sorgenti e ricevitori;
- Accurate misure dei brevi tempi di riverberazione grazie alla tecnica del filtraggio inverso;
- Molteplici tempi e/o frequenze rilevati dalla risposta all'impulso;
- Calcoli statistici (media, deviazione standard, min-max);
- Compatibile con misure effettuate su modelli in scala;
- Esame della scheda sonora.

L'impulso è infinitamente breve ed ha energia unitaria. La risposta di un sistema all'impulso contiene tutte le informazioni del sistema e proprio per questo è conveniente per analisi ed immagazzinamento di dati. DIRAC misura e salva le risposte all'impulso e calcola i parametri acustici dalle risposte all'impulso stesse.

Attraverso la deconvoluzione, può anche calcolare la risposta all'impulso usando altri segnali eccitanti, permettendo in tal modo l'uso di altoparlanti come sorgente sonora. Queste sorgenti danno migliori direttività, spettro di frequenza e riproducibilità rispetto alla sorgente impulsiva, ma possono sorgere difficoltà per le limitate possibilità di produzione di impulsi ad alto contenuto energetico e di elevata potenza. Esempi di segnali eccitanti non impulsivi sono: il segnale MLS (Maximum Length Sequence), lo sweep, rumore bianco e rumore rosa.

4.5 Software di modellizzazione: ODEON 8.5

Oggi giorno esistono numerosi software commerciali che permettono di eseguire simulazioni e ricreare virtualmente l'acustica delle più disparate tipologie di ambienti.

L'ultimo round robin test di ricerca eseguito nel 2002 ha dimostrato che negli ultimi 10 anni sono stati compiuti enormi passi avanti per quanto riguarda l'attendibilità delle previsioni dei software di simulazione. Questo lavoro si avvale delle potenzialità del software ODEON 8.5.

Il programma *ODEON 8.5* è un software prodotto dal "Department of Acoustic Technology" della "Technology University of Denmark" di Lyngby (Danimarca). Serve alla valutazione dell'acustica di un ambiente tramite simulazioni da effettuarsi col computer. Il metodo applicato per compiere le suddette operazioni è un metodo ibrido che combina il metodo *ray tracing* e il metodo delle sorgenti immaginarie.

ODEON fornisce due metodi per il calcolo del decadimento globale delle sale:

- *Quick Estimate* è il metodo più veloce che permette una rapida valutazione dell'effetto del cambiamento di un materiale. Va considerato solo per ottenere dei risultati non particolarmente precisi.

Questo metodo elabora un coefficiente di assorbimento medio da inserire nelle formule di Sabine, Eyring e Arau-Puchades per avere una stima del tempo di riverberazione. Invece di prendere semplicemente le aree delle diverse superfici e moltiplicarle per i corrispondenti coefficienti di assorbimento al fine di ottenere l'assorbimento totale della stanza, *ODEON* invia anche delle "particelle" dalla sorgente, riflettendole nella stanza con il metodo di riflessione "*Late Ray*" (ultima fase del raggio), contando quante volte queste colpiscono ogni superficie. Le superfici che vengono intercettate molto spesso hanno poi grande rilevanza nel coefficiente di assorbimento medio globale della stanza; al contrario le superfici che non sono colpite affatto nel processo di *ray-tracing* sono escluse dai calcoli; ne consegue che il tempo di riverberazione è calcolato rispetto al sotto-volume nel quale la sorgente selezionata è inserita. I valori classici vengono calcolati con riferimento al coefficiente di assorbimento medio tradizionale, dato da

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_i S_i \alpha_i}{\sum_i S_i},$$
 dove S_i e α_i sono rispettivamente l'area e il coefficiente di

assorbimento della i -esima superficie della sala.

Il coefficiente di assorbimento medio modificato per effetto dell'uso delle particelle

è dato da $\bar{\alpha}' = \frac{\sum_i H_i \alpha_i}{\sum_i H_i}$, dove H_i è il numero di impatti sulla superficie i -esima.

Le formule di Sabine e Eyring necessitano di un valore per il volume della sala, che ODEON calcola dal cammino libero medio l ottenuto col *ray tracing*, usando la relazione $l = \frac{4V}{S}$, in cui V è il volume della sala e S l'area totale delle superfici.

- *Global Estimate* è il più accurato dei metodi e consente risultati di alta qualità. Questo metodo calcola i tempi di riverberazione globali T20, T30, il volume della sala, e il cammino libero medio e genera una stima delle curva di decadimento. Vengono emesse delle particelle in direzioni casuali dalla sorgente e riflesse utilizzando il metodo di riflessione "*late ray*". ODEON registra la perdita di energia per ogni particella, che si verifica a causa dell'assorbimento delle superfici della sala e dell'aria, in funzione del tempo. Sommando i risultati di molte particelle otteniamo una funzione del decadimento globale dell'energia della sala. Se alcuni tempi di riverberazione sono pari a 0, l'*Impulse response length* (lunghezza della risposta all'impulso sonoro) impostata nella finestra di *Room Setup* (impostazione della sala) è senz'altro troppo breve.

Per quanto riguarda invece il calcolo della risposta dalle sorgenti ai ricevitori, al fine di ottenere i risultati per ricevitori singoli, multipli o griglie inseriti nei *job* (lavori, operazioni che si vuole il programma compia), viene usato un metodo di calcolo ibrido, in cui le prime riflessioni (*early reflections*) sono trattate utilizzando una mescolanza del modello a "sorgenti fittizie" (*image sources*) e del *ray tracing* e le ultime riflessioni (*late reflections*) sono elaborate con l'utilizzo di uno speciale processo di *ray tracing* che simula le riflessioni diffuse. I contributi del suono diretto e riflesso sono raccolti nel punto di ricezione permettendo il calcolo della risposta di ricevitori singoli, multipli e griglie.

Per quanto riguarda il *ray tracing* di sorgenti puntiformi, i raggi prodotti vengono emessi in ogni direzione. Una volta emessi dalla sorgente, i raggi vengono seguiti nel percorso di riflessione nella sala e i dati geometrici vengono immagazzinati (come il numero di superfici intercettate con i loro coefficienti di assorbimento e di diffusione, i punti di incidenza, ecc.). Il criterio che interrompe il tracciamento di un determinato raggio è normalmente di tipo geometrico: la lunghezza del percorso compiuto (impostato nel parametro *Impulse response length*) oppure il numero di riflessioni compiute (*Max reflection order* (numero massimo di riflessioni)). I dati geometrici prodotti vengono progressivamente scritti sull'hard disk ed utilizzati in seguito per stabilire le riflessioni che interessano un determinato punto.

Le prime riflessioni dei raggi (*Early Reflection*) vengono considerate speculari se la riflessione in questione è di ordine inferiore o equivalente al valore impostato di *Transition order* (ordine di transizione) e quindi ODEON genera delle sorgenti fittizie. Sopra tale valore invece i raggi vengono riflessi con il metodo di *Late ray* (ultima fase del raggio). Ogni volta che un raggio tardivo è riflesso da una superficie viene generata una piccola sorgente, che ha un fattore di direttività di $4\cos\theta$ (secondo le leggi Lambertiane). Il processo delle ultime riflessioni non produce una crescita esponenziale del numero di riflessioni come ci si potrebbe aspettare in una sala reale, ma mantiene la medesima densità di riflessioni in tutti i calcoli al fine di diminuire i tempi di elaborazione.

Uno dei vantaggi del metodo di *ray tracing* utilizzato da *ODEON* confrontato con i metodi tradizionali come il tracciamento conico o piramidale è che non c'è la necessità che i raggi giungano vicini al ricevitore per dare un contributo. Così, persino in una doppia sala, è possibile ottenere un ragionevole numero di riflessioni per il ricevitore (necessarie per avere un risultato che sia statisticamente affidabile) con solo un modesto numero di raggi. Questo è il risultato di un preciso bilanciamento tra affidabilità dei risultati e tempo di elaborazione.

I passaggi fondamentali ai fini di una corretta analisi di una sala sono in ordine cronologico:

- 1) Creazione del modello tridimensionale
- 2) Importazione del modello in *ODEON*
- 3) Impostazione corretta del *Room Setup*
- 4) Inserimento di sorgenti e ricevitori
- 5) Assegnazione dei materiali alle superfici
- 6) Analisi rapida tramite *quick estimate*
- 7) Inserimento della griglia
- 8) Creazione dei *job* (operazione)
- 9) Lancio del calcolo
- 10) Restituzione dei risultati

5 PARTE PRIMA – ACQUISIZIONE DI PARAMETRI ACUSTICI NEI TEATRI STORICI ALL’ITALIANA

I rilievi acustici del qui presente trattato, riguardano 6 teatri storici all’italiana. I rilievi sono stati in parte oggetto di un progetto di ricerca nazionale. Il Dipartimento di Fisica Tecnica dell’Università di Padova ha partecipato al progetto di ricerca ministeriale per il censimento dei teatri storici (PRIN, 2003). Il progetto prevedeva un campionamento e un monitoraggio dello stato acustico dei teatri d’opera italiani mediante alcune procedure di misura e analisi oggettiva della diffusione sonora in ambienti chiusi; in questo ambito particolare sono stati effettuati dei rilievi per monitorare le caratteristiche acustiche di alcuni teatri del Veneto.

La campagna di misurazioni effettuata, ha posto in evidenza due fondamentali requisiti tecnici:

- la necessità di adattare le tecniche di rilevamento acustico alla tipologia architettonica dei teatri storici;
- l’esigenza di uniformare le sessioni di misura all’interno di teatri diversi in modo da rendere raffrontabili i risultati ottenuti.

Di seguito ci si occuperà anche delle procedure di rilievo riguardanti l’allestimento dei teatri e le posizioni di sorgenti e ricevitori e della definizione di una serie di parametri acustici oggettivi volti a qualificare il campo sonoro. Le procedure indicate nei paragrafi seguenti sono in parte ben radicate, in parte proposte solo recentemente.

Il più importante riferimento normativo per delle misurazioni del tipo considerato in questo contesto è la norma UNI EN ISO 3382. Lo scopo delle procedure sottolineate nel testo è l’integrazione della norma in certi passaggi e lo specificare l’approccio ai teatri storici.

5.1 Procedura e posizioni di rilievo

Come precedentemente anticipato, la procedura di rilievo mutua le prescrizioni fornite dalla norma tecnica di riferimento UNI EN ISO 3382:2001 e segue le indicazioni fornite dalla “Carta di Ferrara”.

Lo schema generico delle posizioni di misura adottate è quello riportato nelle figure seguenti, tranne che per il teatro civico di Schio dove è stato aumentato il numero di punti di misura per un campionamento più fitto e dettagliato, in funzione della taratura del modello previsionale per il recupero del teatro stesso.

Per ogni teatro verranno comunque riportati gli schemi con le relative posizioni. I parametri riportati nelle schede sono: C_{80} , D_{50} , EDT, T_{10} , T_{20} , T_{30} , IACC. Il numero di rilievi per ogni posizione di microfono sono 3 (salvo diversa indicazione).

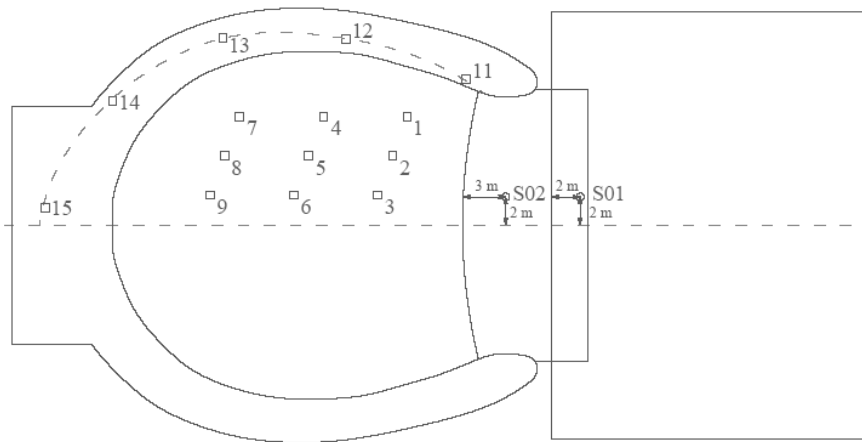


Fig. 4. Indicazione schematica delle posizioni in pianta di sorgenti e ricevitori

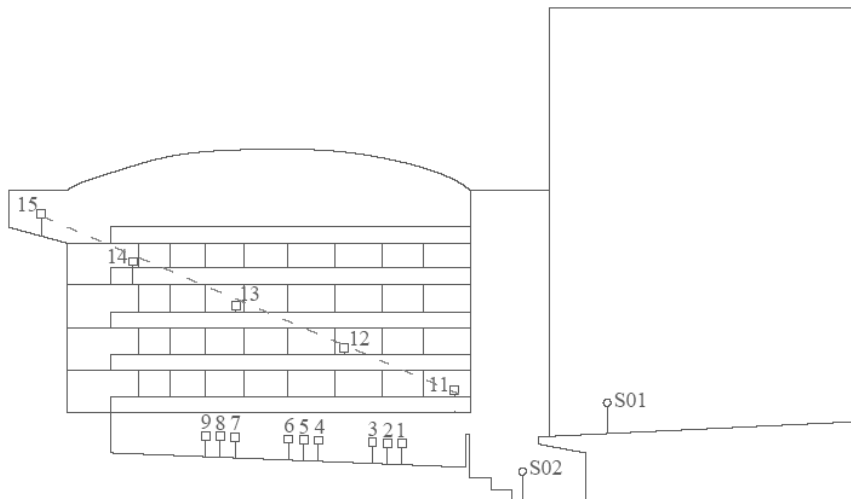
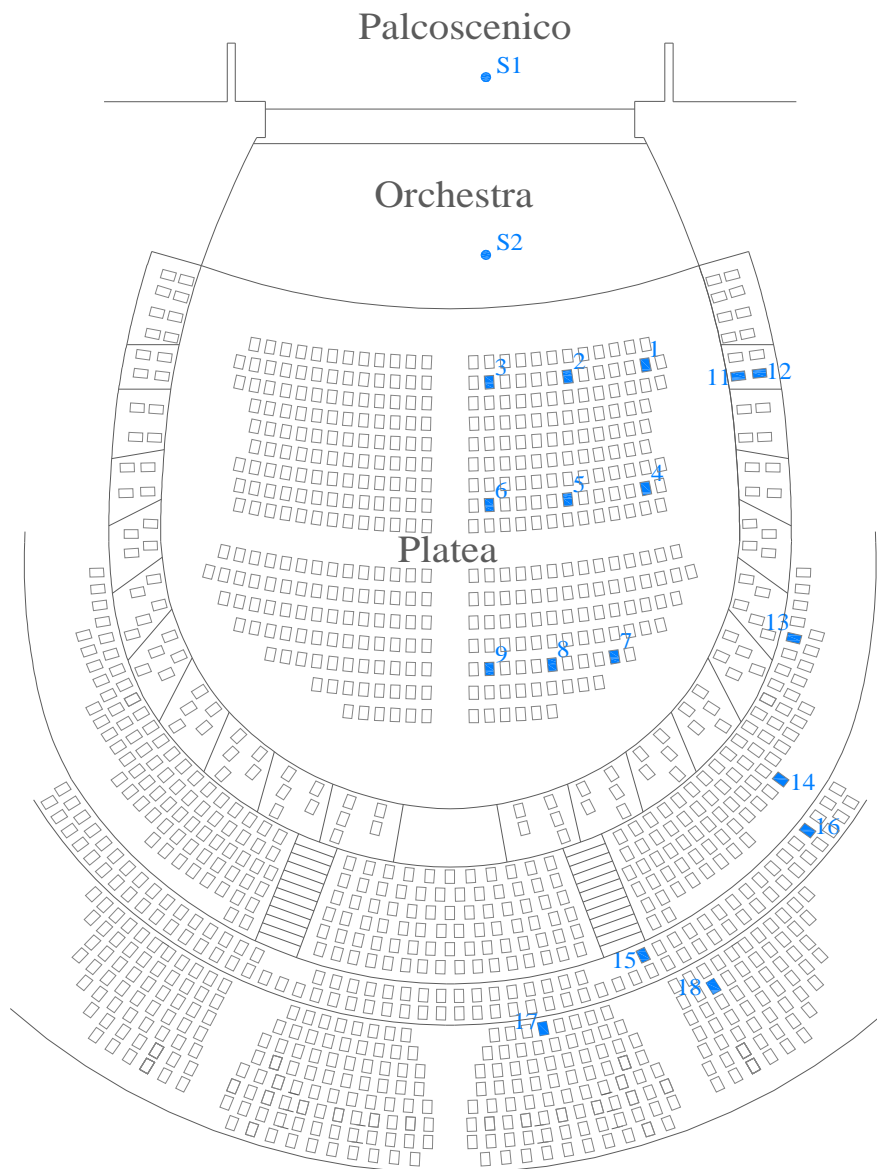


Fig. 5. . Indicazione schematica delle posizioni in sezione di sorgenti e ricevitori

5.2 Teatro Comunale di Adria

Nella figura sottostante vengono riportate le posizioni di rilievo, e nelle pagine seguenti i risultati sotto forma di grafico e tabelle dei principali parametri acustici per il teatro di Adria.



Condizioni termo igrometriche:

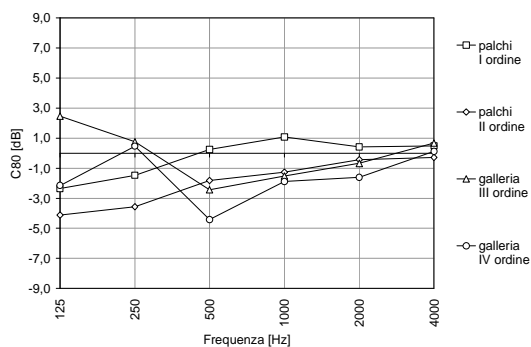
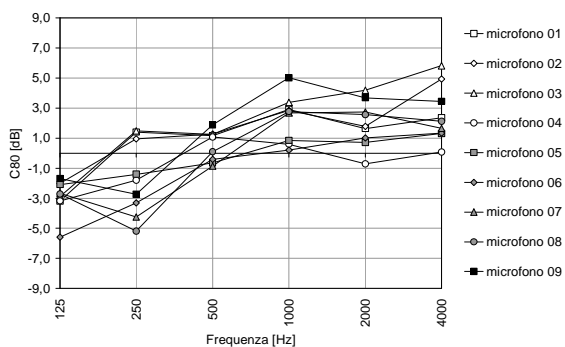
Temperatura : 19 °C
Umidità relativa : 53%

5.2.1 Risultati dei rilievi: Teatro Comunale di Adria

INDICE DI CHIAREZZA C_{80}

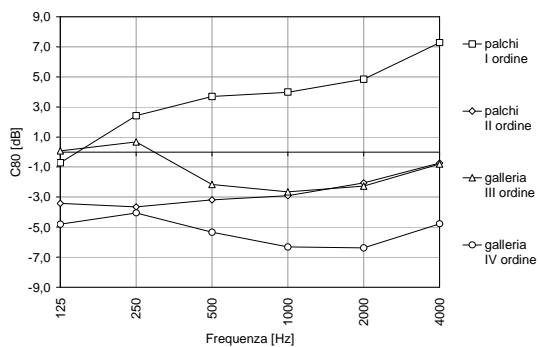
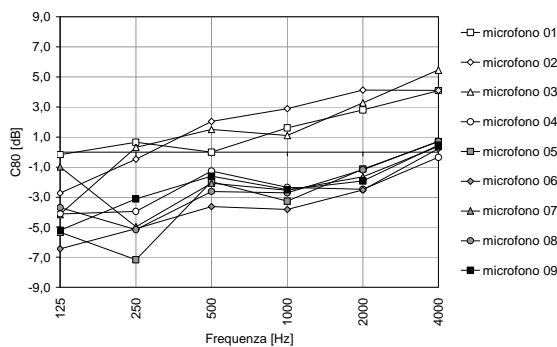
C_{80} [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	-3,19	1,41	1,17	2,91	1,64	2,37
microfono 02	-2,01	0,94	1,28	2,85	1,79	4,94
microfono 03	-2,89	1,48	1,26	3,38	4,19	5,82
microfono 04	-3,17	-1,80	1,07	0,60	-0,71	0,08
microfono 05	-2,09	-1,40	-0,65	0,85	0,71	1,32
microfono 06	-5,59	-3,31	-0,41	0,2	1,01	1,34
microfono 07	-2,67	-4,25	-0,85	2,67	2,75	1,66
microfono 08	-2,72	-5,19	0,10	2,77	2,56	2,13
microfono 09	-1,68	-2,73	1,88	5,01	3,69	3,45

C_{80} [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	-2,35	-1,47	0,25	1,08	0,41	0,49
microfono 12 – II ord	-4,11	-3,57	-1,81	-1,27	-0,43	-0,28
microfono 13 – III ord	2,47	0,76	-2,44	-1,52	-0,68	0,67
microfono 14 – IV ord	-2,15	0,47	-4,42	-1,89	-1,61	0,12



C ₈₀ [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	-0,17	0,66	0,00	1,60	2,81	4,09
microfono 02	-2,73	-0,48	2,04	2,89	4,13	4,10
microfono 03	-4,15	0,31	1,51	1,11	3,27	5,46
microfono 04	-4,11	-3,95	-1,26	-2,34	-2,48	-0,35
microfono 05	-5,34	-7,17	-1,97	-3,26	-1,13	0,70
microfono 06	-6,45	-5,09	-3,64	-3,81	-2,52	0,23
microfono 07	-0,98	-4,97	-2,08	-2,55	-1,65	0,37
microfono 08	-3,70	-5,16	-2,62	-2,72	-1,19	0,71
microfono 09	-5,20	-3,11	-1,61	-2,50	-1,93	0,46

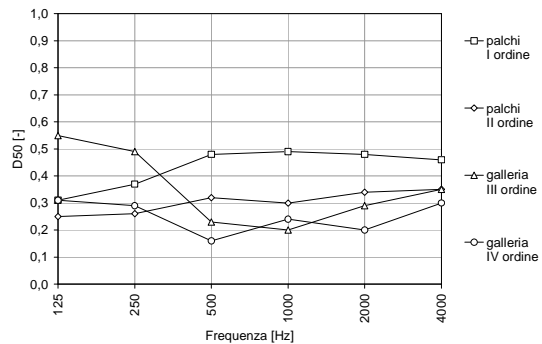
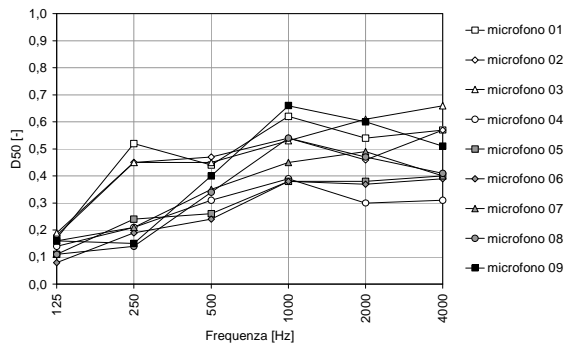
C ₈₀ [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	-0,72	2,41	3,70	3,98	4,84	7,28
microfono 12 – II ord	-3,42	-3,66	-3,17	-2,9	-2,06	-0,74
microfono 13 – III ord	0,07	0,68	-2,16	-2,64	-2,26	-0,80
microfono 14 – IV ord	-4,80	-4,05	-5,34	-6,32	-6,37	-4,77



INDICE DI DEFINIZIONE D_{50}

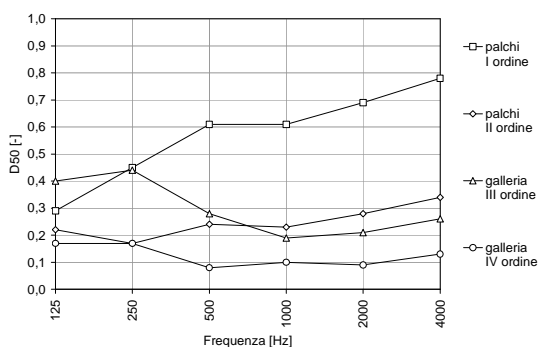
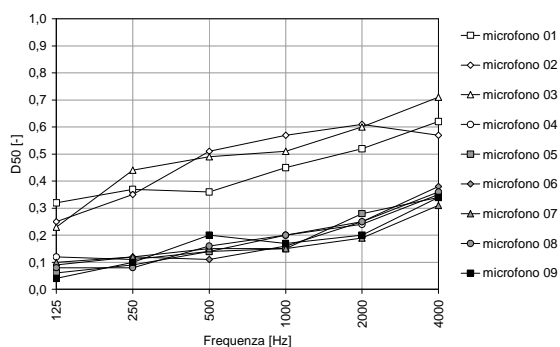
D_{50} [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	0,17	0,52	0,44	0,62	0,54	0,57
microfono 02	0,18	0,45	0,47	0,54	0,46	0,57
microfono 03	0,19	0,45	0,45	0,53	0,61	0,66
microfono 04	0,14	0,21	0,31	0,39	0,30	0,31
microfono 05	0,11	0,24	0,26	0,38	0,38	0,40
microfono 06	0,08	0,19	0,24	0,38	0,37	0,39
microfono 07	0,16	0,21	0,35	0,45	0,49	0,40
microfono 08	0,11	0,14	0,34	0,54	0,47	0,41
microfono 09	0,16	0,15	0,40	0,66	0,60	0,51

D_{50} [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	0,31	0,37	0,48	0,49	0,48	0,46
microfono 12 – II ord	0,25	0,26	0,32	0,30	0,34	0,35
microfono 13 – III ord	0,55	0,49	0,23	0,20	0,29	0,35
microfono 14 – IV ord	0,31	0,29	0,16	0,24	0,20	0,30



D ₅₀ [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	0,32	0,37	0,36	0,45	0,52	0,62
microfono 02	0,25	0,35	0,51	0,57	0,61	0,57
microfono 03	0,23	0,44	0,49	0,51	0,60	0,71
microfono 04	0,12	0,11	0,14	0,20	0,24	0,35
microfono 05	0,06	0,09	0,14	0,15	0,28	0,34
microfono 06	0,09	0,12	0,11	0,16	0,25	0,38
microfono 07	0,10	0,12	0,15	0,15	0,19	0,31
microfono 08	0,08	0,08	0,16	0,20	0,25	0,36
microfono 09	0,04	0,10	0,20	0,17	0,20	0,34

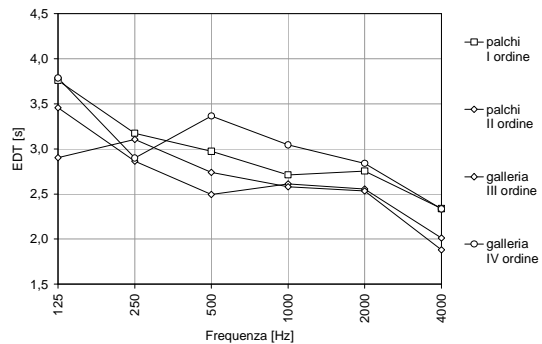
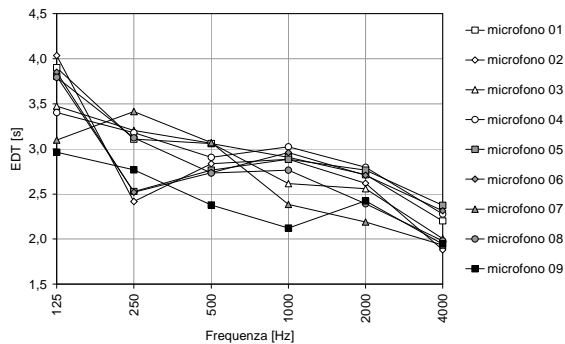
D ₅₀ [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	0,29	0,45	0,61	0,61	0,69	0,78
microfono 12 – II ord	0,22	0,17	0,24	0,23	0,28	0,34
microfono 13 – III ord	0,40	0,44	0,28	0,19	0,21	0,26
microfono 14 – IV ord	0,17	0,17	0,08	0,10	0,09	0,13



TEMPO DI PRIMO DECADIMENTO EDT

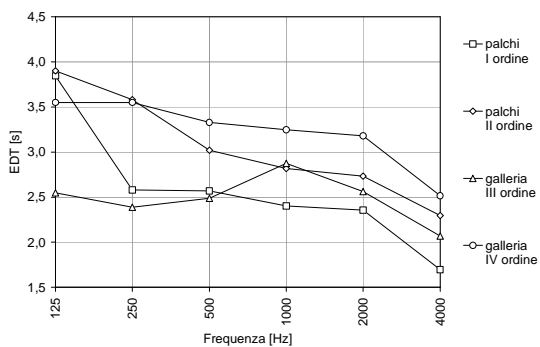
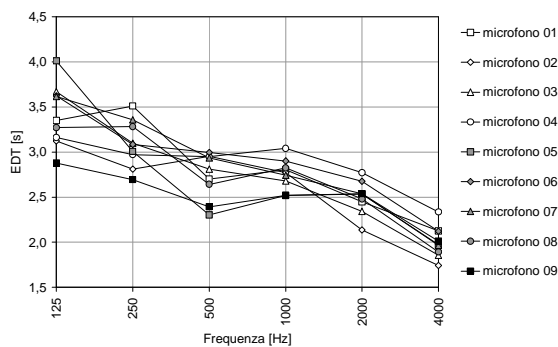
EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	3,90	3,10	3,06	2,90	2,71	2,20
microfono 02	4,03	2,41	2,83	2,88	2,62	1,88
microfono 03	3,47	3,20	3,06	2,61	2,55	2,00
microfono 04	3,40	3,18	2,90	3,02	2,79	2,27
microfono 05	3,80	2,52	2,76	2,88	2,76	2,37
microfono 06	3,85	2,52	2,73	2,96	2,70	2,31
microfono 07	3,09	3,41	3,07	2,38	2,18	1,93
microfono 08	3,79	3,12	2,73	2,76	2,39	1,98
microfono 09	2,96	2,76	2,37	2,12	2,42	1,94

EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	3,75	3,17	2,97	2,71	2,75	2,33
microfono 12 – II ord	3,45	2,86	2,49	2,61	2,55	2,01
microfono 13 – III ord	2,90	3,10	2,73	2,58	2,53	1,88
microfono 14 – IV ord	3,78	2,89	3,36	3,04	2,84	2,33



EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	3,35	3,51	2,70	2,80	2,44	2,12
microfono 02	3,12	2,81	2,95	2,77	2,13	1,74
microfono 03	3,67	3,10	2,81	2,68	2,34	1,85
microfono 04	3,16	2,97	2,94	3,04	2,77	2,33
microfono 05	4,01	3,00	2,30	2,52	2,53	1,97
microfono 06	3,62	3,08	2,99	2,90	2,67	2,12
microfono 07	3,61	3,35	2,93	2,74	2,53	1,96
microfono 08	3,27	3,28	2,64	2,82	2,48	1,89
microfono 09	2,87	2,69	2,39	2,51	2,53	2,01

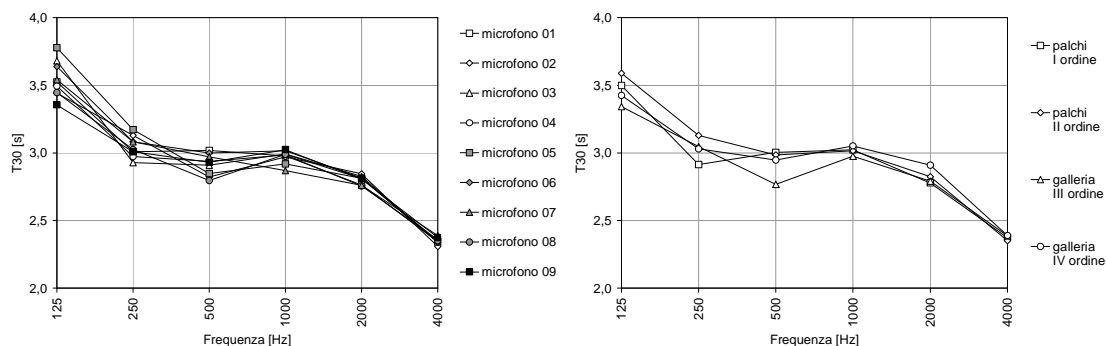
EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	3,84	2,57	2,56	2,40	2,35	1,69
microfono 12 – II ord	3,90	3,58	3,01	2,81	2,73	2,29
microfono 13 – III ord	2,54	2,38	2,48	2,87	2,56	2,06
microfono 14 – IV ord	3,55	3,55	3,32	3,24	3,18	2,51



TEMPO DI RIVERBERAZIONE T_{30}

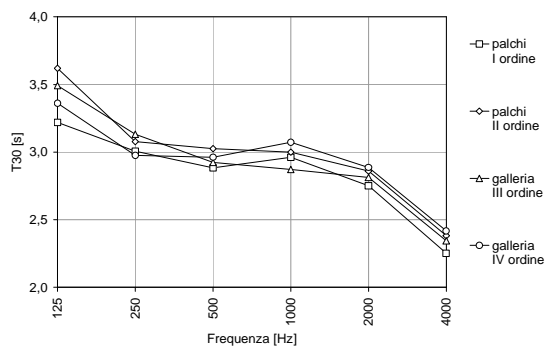
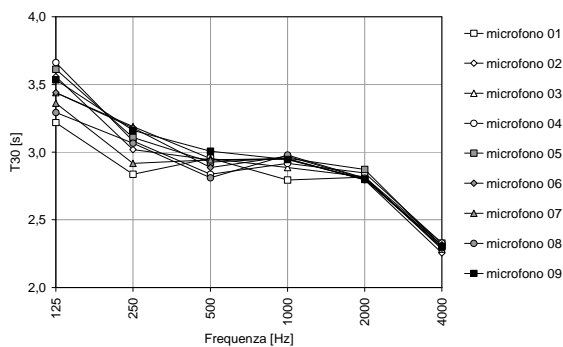
T_{30} [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	3,52	3,00	3,01	2,97	2,76	2,34
microfono 02	3,44	3,12	2,82	2,97	2,84	2,30
microfono 03	3,68	2,92	2,91	2,99	2,82	2,33
microfono 04	3,49	2,97	2,93	2,98	2,75	2,35
microfono 05	3,77	3,17	2,84	2,91	2,81	2,34
microfono 06	3,63	3,08	3,00	3,01	2,81	2,34
microfono 07	3,54	3,08	2,97	2,86	2,76	2,38
microfono 08	3,44	3,02	2,79	2,99	2,81	2,35
microfono 09	3,35	3,00	2,93	3,02	2,80	2,37

T_{30} [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	3,498	2,914	3,004	3,023	2,778	2,373
microfono 12 – II ord	3,589	3,130	2,985	3,015	2,823	2,351
microfono 13 – III ord	3,342	3,047	2,767	2,975	2,791	2,386
microfono 14 – IV ord	3,426	3,030	2,947	3,052	2,910	2,389



T ₃₀ [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	3,21	2,83	2,95	2,79	2,81	2,32
microfono 02	3,55	3,02	2,94	2,95	2,79	2,25
microfono 03	3,44	3,19	2,95	2,88	2,81	2,28
microfono 04	3,66	3,08	2,83	2,91	2,84	2,32
microfono 05	3,61	3,11	2,92	2,95	2,87	2,30
microfono 06	3,43	3,17	2,88	2,96	2,80	2,31
microfono 07	3,36	2,91	2,94	2,94	2,79	2,31
microfono 08	3,29	3,06	2,81	2,97	2,80	2,29
microfono 09	3,53	3,16	3,00	2,94	2,79	2,29

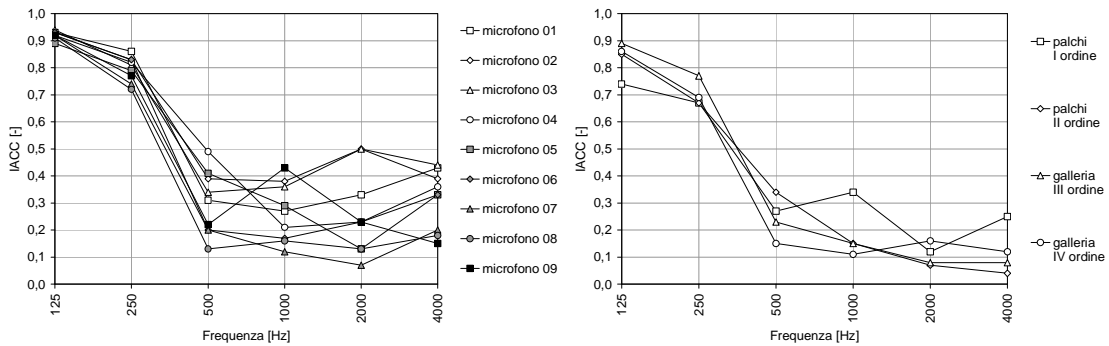
T ₃₀ [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	3,21	3,00	2,88	2,96	2,75	2,25
microfono 12 – II ord	3,61	3,07	3,02	2,99	2,86	2,38
microfono 13 – III ord	3,49	3,13	2,92	2,87	2,81	2,34
microfono 14 – IV ord	3,36	2,97	2,96	3,07	2,88	2,41



COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE MUTUA INTERAURALE IACC

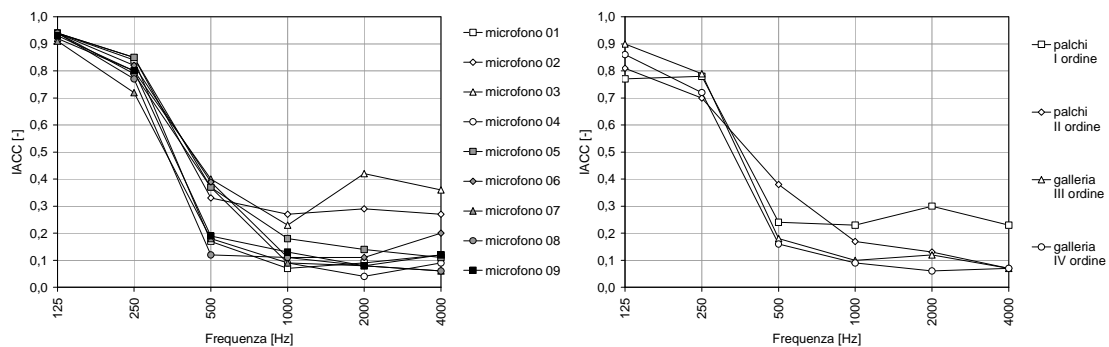
IACC (0,+) [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	0,93	0,86	0,31	0,27	0,33	0,43
microfono 02	0,93	0,83	0,39	0,38	0,50	0,39
microfono 03	0,94	0,81	0,34	0,36	0,50	0,44
microfono 04	0,92	0,82	0,49	0,21	0,23	0,36
microfono 05	0,89	0,79	0,41	0,29	0,13	0,33
microfono 06	0,93	0,83	0,20	0,17	0,23	0,33
microfono 07	0,92	0,74	0,20	0,12	0,07	0,20
microfono 08	0,91	0,72	0,13	0,16	0,13	0,18
microfono 09	0,92	0,77	0,22	0,43	0,23	0,15

IACC (0,+) [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	0,74	0,67	0,27	0,34	0,12	0,25
microfono 12 – II ord	0,85	0,67	0,34	0,15	0,07	0,04
microfono 13 – III ord	0,89	0,77	0,23	0,15	0,08	0,08
microfono 14 – IV ord	0,86	0,69	0,15	0,11	0,16	0,12



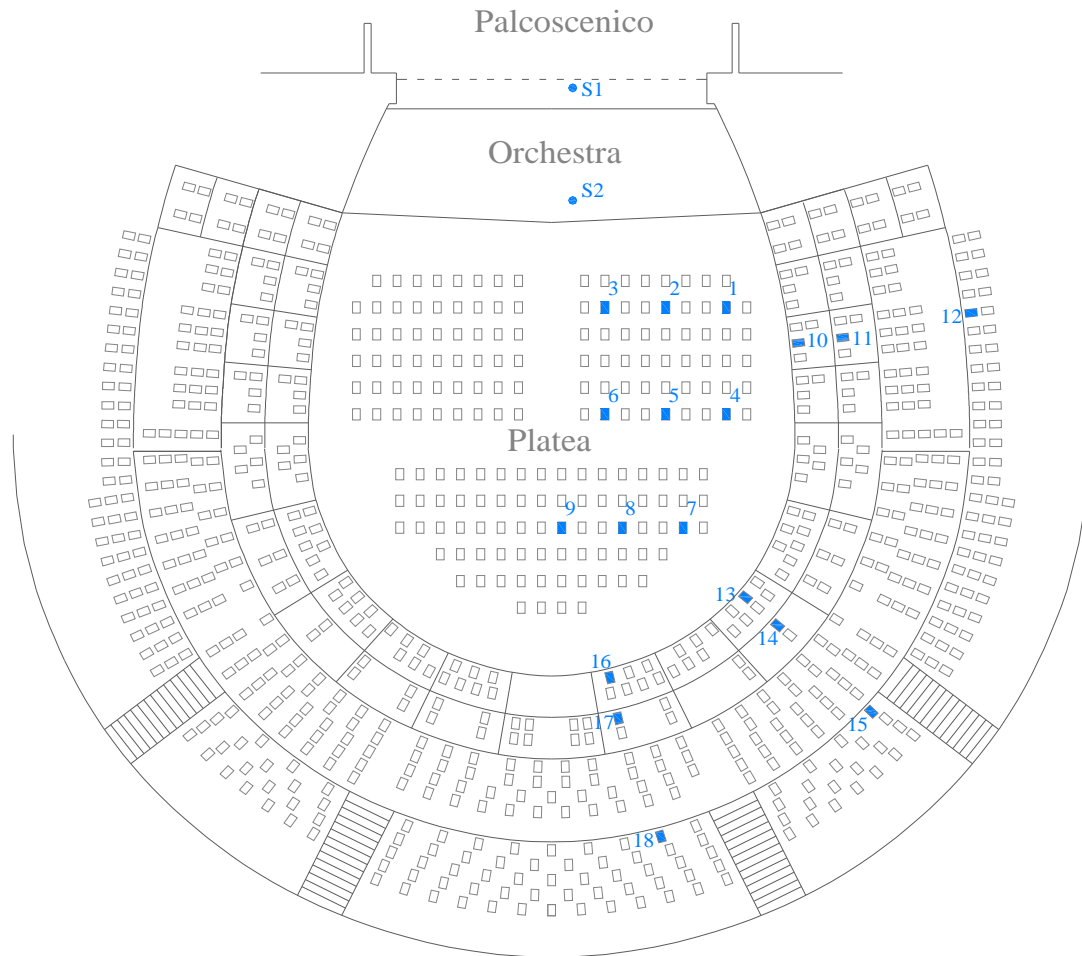
IACC (0,+) [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	0,94	0,84	0,17	0,07	0,09	0,12
microfono 02	0,94	0,85	0,33	0,27	0,29	0,27
microfono 03	0,92	0,80	0,40	0,23	0,42	0,36
microfono 04	0,94	0,79	0,37	0,09	0,04	0,09
microfono 05	0,94	0,85	0,37	0,18	0,14	0,11
microfono 06	0,94	0,82	0,39	0,11	0,11	0,20
microfono 07	0,91	0,72	0,18	0,09	0,08	0,06
microfono 08	0,94	0,77	0,12	0,11	0,08	0,06
microfono 09	0,93	0,80	0,19	0,13	0,08	0,12

IACC (0,+) [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	0,77	0,78	0,24	0,23	0,30	0,23
microfono 12 – II ord	0,81	0,70	0,38	0,17	0,13	0,07
microfono 13 – III ord	0,90	0,79	0,18	0,10	0,12	0,07
microfono 14 – IV ord	0,86	0,72	0,16	0,09	0,06	0,07



5.3 Teatro Sociale di Rovigo

Nella figura sottostante vengono riportate le posizioni di rilievo, e nelle pagine seguenti i risultati sotto forma di grafico e tabelle dei principali parametri acustici per il teatro di Rovigo.



Condizioni termo igrometriche:

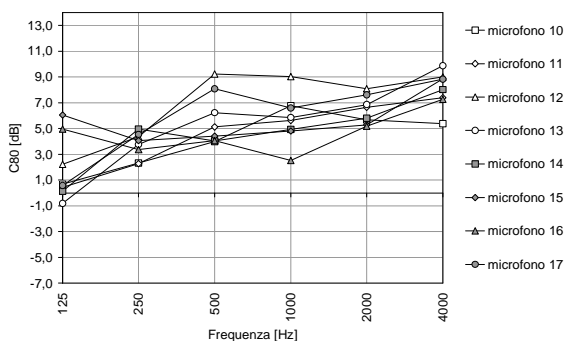
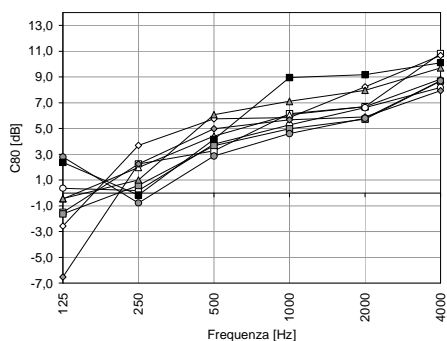
Temperatura : 21 °C
Umidità relativa : 55%

5.3.1 Risultati dei rilievi: Teatro Sociale di Rovigo

INDICE DI CHIAREZZA C_{80}

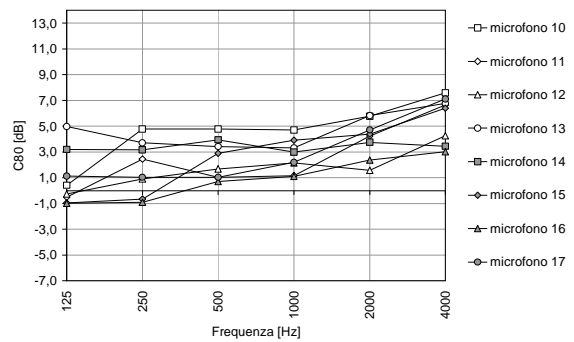
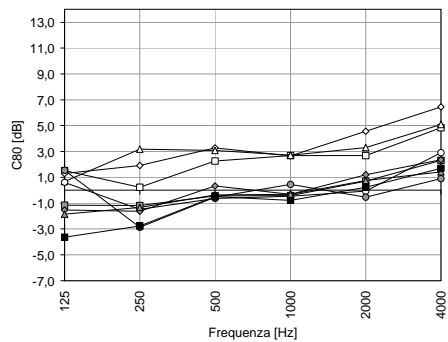
C_{80} [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	-1,49	2,26	3,27	6,15	6,69	10,81
microfono 02	-2,58	3,69	5,75	5,86	8,23	10,68
microfono 03	-0,46	1,97	4,42	6,08	6,69	8,82
microfono 04	0,37	0,18	3,80	5,27	6,62	8,18
microfono 05	-1,63	0,59	3,68	4,99	5,73	8,68
microfono 06	-6,53	2,26	4,98	5,69	5,90	7,93
microfono 07	-0,43	1,02	6,07	7,11	7,97	9,70
microfono 08	2,79	-0,77	2,86	4,60	5,79	8,71
microfono 09	2,36	-0,16	4,15	8,95	9,17	10,11

C_{80} [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 10 – I ord	0,69	2,32	3,99	6,77	5,68	5,38
microfono 11 – II ord	0,43	2,27	5,12	5,62	6,65	7,39
microfono 12 – IV ord	2,22	4,35	9,23	9,04	8,08	9,00
microfono 13 – I ord	-0,82	3,76	6,23	5,86	6,86	9,88
microfono 14 – II ord	0,14	4,96	4,05	4,93	5,79	8,02
microfono 15 – IV ord	6,05	4,07	4,42	4,81	5,29	8,86
microfono 16 – I ord	4,96	3,37	4,07	2,53	5,18	7,26
microfono 17 – II ord	0,58	4,55	8,08	6,59	7,62	8,84



C ₈₀ [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	1,52	0,22	2,25	2,67	2,68	4,84
microfono 02	1,30	1,91	3,28	2,65	4,56	6,45
microfono 03	0,68	3,19	3,09	2,70	3,29	5,10
microfono 04	0,61	-1,48	-0,64	-0,46	-0,08	2,91
microfono 05	-1,17	-1,18	-0,43	-0,42	0,71	2,31
microfono 06	-1,52	-1,62	0,33	-0,32	1,21	2,37
microfono 07	-1,85	-1,33	-0,37	-0,33	0,74	1,41
microfono 08	1,55	-2,88	-0,54	0,44	-0,54	0,89
microfono 09	-3,64	-2,77	-0,49	-0,78	0,22	1,70

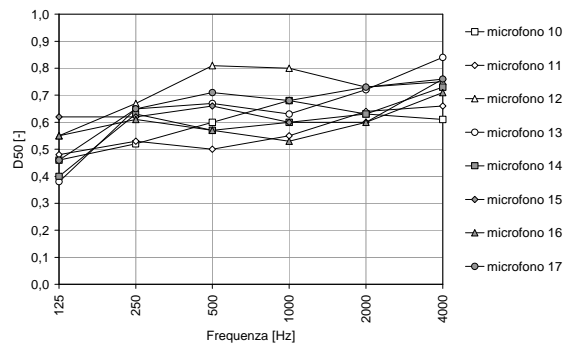
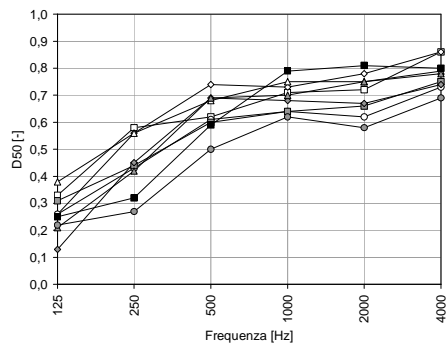
C ₈₀ [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 10 – I ord	0,42	4,78	4,79	4,71	5,77	7,59
microfono 11 – II ord	-0,52	2,44	1,03	1,17	4,23	6,64
microfono 12 – IV ord	-0,25	0,92	1,69	2,15	1,57	4,27
microfono 13 – I ord	4,98	3,71	3,43	3,32	5,82	6,77
microfono 14 – II ord	3,20	3,16	3,95	2,99	3,75	3,45
microfono 15 – IV ord	-0,95	-0,67	2,91	3,91	4,38	6,40
microfono 16 – I ord	-0,97	-0,91	0,70	1,11	2,36	3,03
microfono 17 – II ord	1,13	1,04	1,04	2,19	4,72	7,11



INDICE DI DEFINIZIONE D_{50}

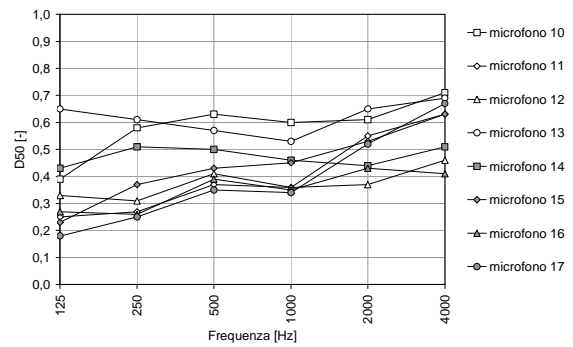
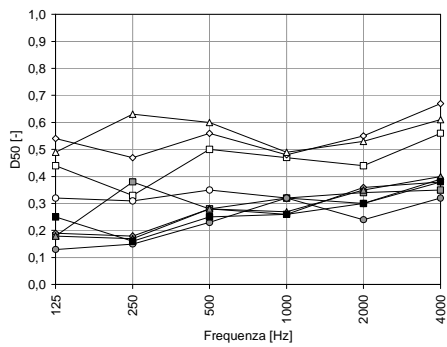
D_{50} [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	0,33	0,58	0,62	0,71	0,72	0,86
microfono 02	0,26	0,56	0,74	0,73	0,78	0,86
microfono 03	0,38	0,56	0,68	0,75	0,75	0,79
microfono 04	0,26	0,43	0,61	0,64	0,62	0,73
microfono 05	0,31	0,44	0,60	0,64	0,66	0,75
microfono 06	0,13	0,45	0,69	0,68	0,67	0,74
microfono 07	0,21	0,42	0,69	0,70	0,75	0,78
microfono 08	0,22	0,27	0,50	0,62	0,58	0,69
microfono 09	0,25	0,32	0,59	0,79	0,81	0,80

D_{50} [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 10 – I ord	0,46	0,52	0,60	0,68	0,63	0,61
microfono 11 – II ord	0,48	0,53	0,50	0,55	0,64	0,66
microfono 12 – IV ord	0,55	0,67	0,81	0,80	0,73	0,75
microfono 13 – I ord	0,38	0,65	0,67	0,63	0,72	0,84
microfono 14 – II ord	0,40	0,63	0,57	0,60	0,63	0,73
microfono 15 – IV ord	0,62	0,62	0,66	0,60	0,60	0,76
microfono 16 – I ord	0,55	0,61	0,57	0,53	0,60	0,71
microfono 17 – II ord	0,46	0,65	0,71	0,68	0,73	0,76



D ₅₀ [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	0,44	0,33	0,50	0,47	0,44	0,56
microfono 02	0,54	0,47	0,56	0,48	0,55	0,67
microfono 03	0,49	0,63	0,60	0,49	0,53	0,61
microfono 04	0,32	0,31	0,35	0,32	0,30	0,39
microfono 05	0,18	0,38	0,28	0,32	0,34	0,35
microfono 06	0,19	0,18	0,28	0,26	0,36	0,38
microfono 07	0,18	0,17	0,28	0,27	0,35	0,40
microfono 08	0,13	0,15	0,23	0,32	0,24	0,32
microfono 09	0,25	0,16	0,25	0,26	0,30	0,38

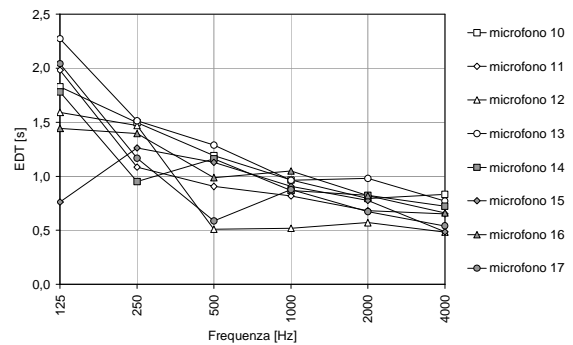
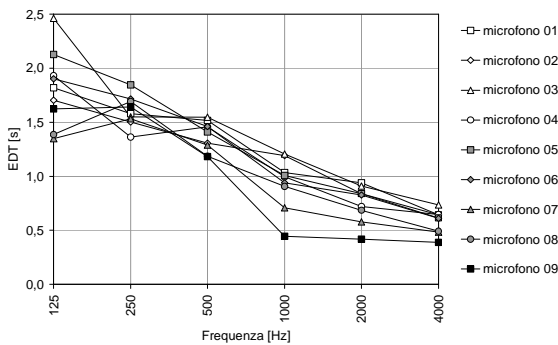
D ₅₀ [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 10 – I ord	0,39	0,58	0,63	0,6	0,61	0,71
microfono 11 – II ord	0,25	0,27	0,37	0,36	0,55	0,63
microfono 12 – IV ord	0,33	0,31	0,41	0,36	0,37	0,46
microfono 13 – I ord	0,65	0,61	0,57	0,53	0,65	0,69
microfono 14 – II ord	0,43	0,51	0,50	0,46	0,44	0,51
microfono 15 – IV ord	0,23	0,37	0,43	0,45	0,53	0,63
microfono 16 – I ord	0,27	0,26	0,39	0,35	0,43	0,41
microfono 17 – II ord	0,18	0,25	0,35	0,34	0,52	0,67



TEMPO DI PRIMO DECADIMENTO EDT

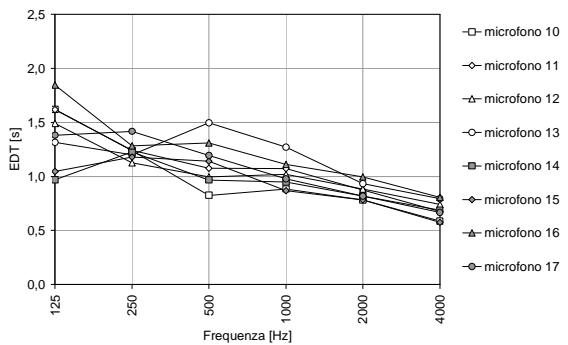
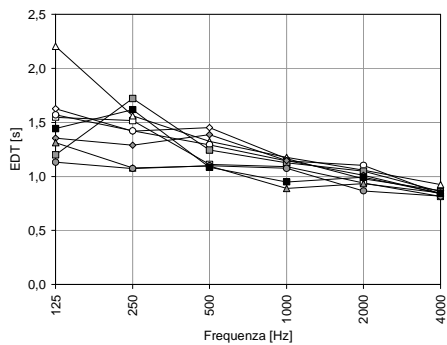
EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	1,81	1,57	1,51	1,03	0,94	0,64
microfono 02	1,70	1,50	1,30	1,19	0,83	0,64
microfono 03	2,46	1,55	1,54	1,20	0,91	0,73
microfono 04	1,93	1,36	1,45	0,99	0,72	0,64
microfono 05	2,12	1,84	1,41	1,00	0,84	0,61
microfono 06	1,90	1,71	1,46	0,94	0,82	0,61
microfono 07	1,34	1,53	1,28	0,71	0,57	0,48
microfono 08	1,38	1,69	1,18	0,90	0,68	0,49
microfono 09	1,62	1,64	1,18	0,44	0,41	0,38

EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 10 – I ord	1,82	1,49	1,19	0,96	0,79	0,83
microfono 11 – II ord	1,98	1,08	0,90	0,81	0,68	0,65
microfono 12 – IV ord	1,59	1,47	0,51	0,52	0,57	0,48
microfono 13 – I ord	2,27	1,51	1,28	0,96	0,98	0,77
microfono 14 – II ord	1,78	0,95	1,16	0,86	0,82	0,72
microfono 15 – IV ord	0,76	1,26	1,12	0,90	0,77	0,48
microfono 16 – I ord	1,44	1,39	0,98	1,04	0,82	0,66
microfono 17 – II ord	2,04	1,16	0,58	0,87	0,67	0,54



EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	1,54	1,51	1,11	1,09	0,94	0,81
microfono 02	1,62	1,42	1,45	1,16	0,97	0,87
microfono 03	2,20	1,56	1,32	1,17	1,06	0,92
microfono 04	1,57	1,42	1,29	1,14	1,10	0,83
microfono 05	1,20	1,72	1,24	1,12	1,05	0,85
microfono 06	1,35	1,28	1,38	1,14	1,01	0,83
microfono 07	1,31	1,08	1,09	0,89	0,93	0,84
microfono 08	1,13	1,07	1,09	1,07	0,86	0,81
microfono 09	1,44	1,61	1,08	0,95	0,99	0,84

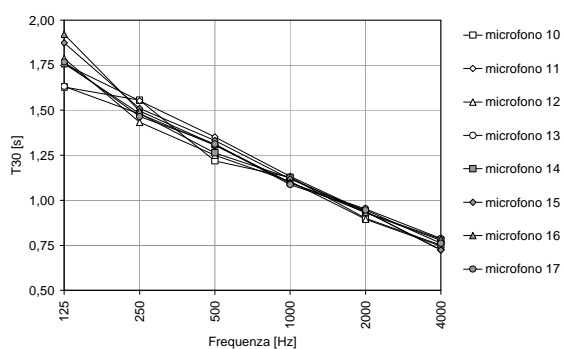
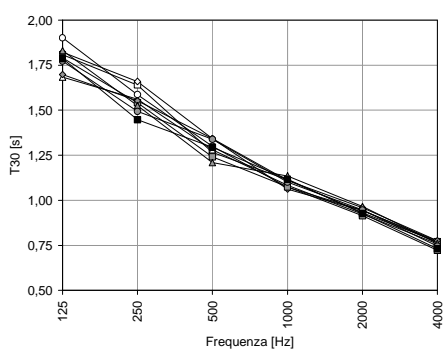
EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 10 – I ord	1,62	1,24	0,82	0,88	0,78	0,58
microfono 11 – II ord	1,61	1,24	1,07	1,07	0,87	0,67
microfono 12 – IV ord	1,49	1,12	0,99	1,02	0,88	0,74
microfono 13 – I ord	1,31	1,20	1,49	1,27	0,93	0,79
microfono 14 – II ord	0,97	1,22	0,96	0,94	0,81	0,68
microfono 15 – IV ord	1,04	1,18	1,14	0,87	0,78	0,57
microfono 16 – I ord	1,84	1,28	1,31	1,11	0,99	0,80
microfono 17 – II ord	1,38	1,41	1,19	0,97	0,81	0,66



TEMPO DI RIVERBERAZIONE T_{30}

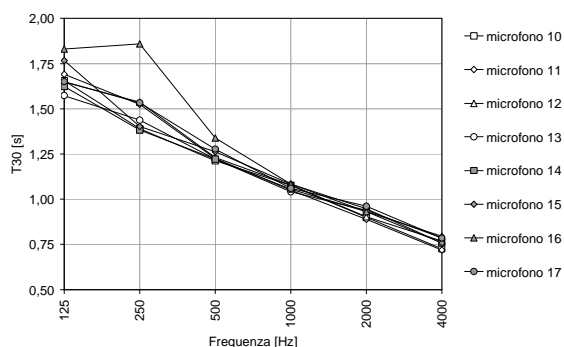
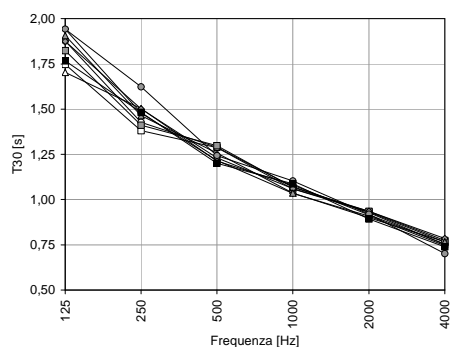
T_{30} [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	1,80	1,64	1,26	1,11	0,93	0,77
microfono 02	1,82	1,66	1,34	1,06	0,94	0,77
microfono 03	1,68	1,56	1,28	1,08	0,92	0,75
microfono 04	1,90	1,58	1,30	1,07	0,94	0,76
microfono 05	1,79	1,54	1,24	1,07	0,91	0,72
microfono 06	1,69	1,55	1,34	1,11	0,95	0,77
microfono 07	1,83	1,52	1,20	1,13	0,96	0,76
microfono 08	1,77	1,49	1,33	1,10	0,94	0,74
microfono 09	1,78	1,44	1,29	1,11	0,92	0,73

T_{30} [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 10 – I ord	1,62	1,55	1,21	1,12	0,90	0,75
microfono 11 – II ord	1,75	1,55	1,35	1,13	0,93	0,72
microfono 12 – IV ord	1,78	1,43	1,25	1,10	0,89	0,74
microfono 13 – I ord	1,63	1,47	1,30	1,09	0,95	0,78
microfono 14 – II ord	1,75	1,48	1,26	1,12	0,93	0,77
microfono 15 – IV ord	1,87	1,51	1,33	1,11	0,93	0,72
microfono 16 – I ord	1,92	1,49	1,30	1,10	0,93	0,78
microfono 17 – II ord	1,76	1,46	1,31	1,08	0,94	0,76



T ₃₀ [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	1,74	1,38	1,28	1,05	0,93	0,76
microfono 02	1,94	1,47	1,21	1,03	0,90	0,74
microfono 03	1,70	1,50	1,21	1,08	0,91	0,75
microfono 04	1,87	1,42	1,28	1,07	0,92	0,75
microfono 05	1,82	1,41	1,29	1,06	0,93	0,77
microfono 06	1,87	1,50	1,23	1,06	0,93	0,78
microfono 07	1,90	1,46	1,25	1,03	0,90	0,76
microfono 08	1,94	1,62	1,24	1,10	0,92	0,70
microfono 09	1,76	1,48	1,20	1,08	0,89	0,73

T ₃₀ [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 10 – I ord	1,65	1,38	1,21	1,07	0,89	0,72
microfono 11 – II ord	1,69	1,52	1,22	1,05	0,88	0,71
microfono 12 – IV ord	1,64	1,53	1,23	1,07	0,90	0,76
microfono 13 – I ord	1,57	1,43	1,22	1,04	0,93	0,78
microfono 14 – II ord	1,62	1,38	1,22	1,05	0,93	0,75
microfono 15 – IV ord	1,76	1,40	1,26	1,08	0,94	0,75
microfono 16 – I ord	1,83	1,85	1,33	1,08	0,93	0,79
microfono 17 – II ord	1,65	1,53	1,27	1,06	0,96	0,78

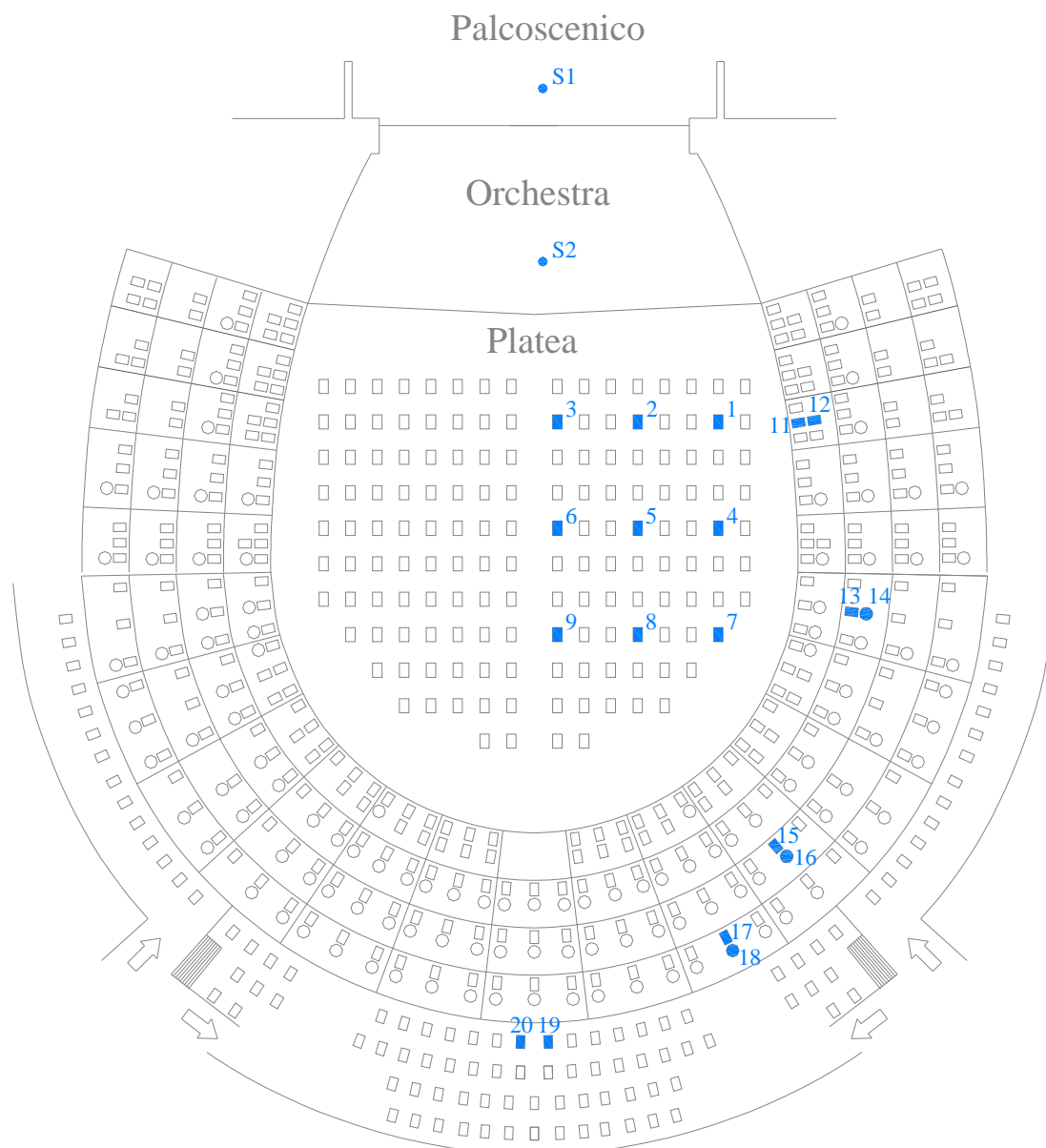


COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE MUTUA INTERAURALE IACC.

Dati non acquisiti.

5.4 Teatro Comunale di Treviso

Nella figura sottostante vengono riportate le posizioni di rilievo, e nelle pagine seguenti i risultati sotto forma di grafico e tabelle dei principali parametri acustici per il teatro di Treviso.



Condizioni termo igrometriche:

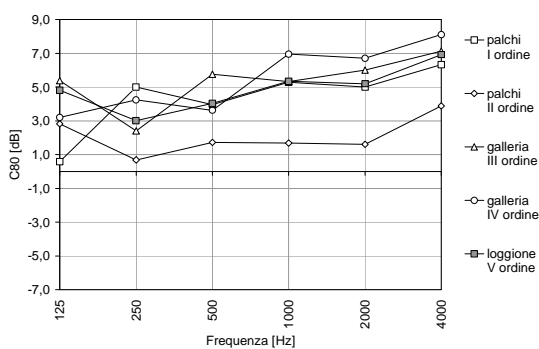
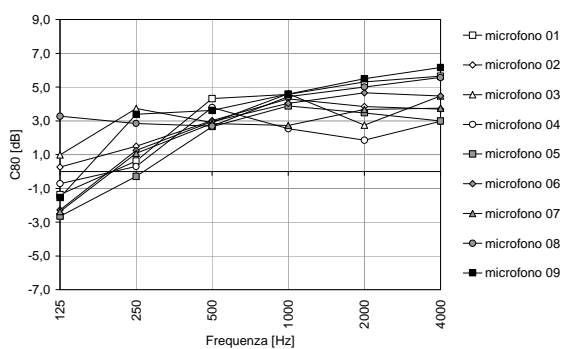
Temperatura : 18 °C
Umidità relativa : 50%

5.4.1 Risultati dei rilievi: Teatro Comunale di Treviso

INDICE DI CHIAREZZA C_{80}

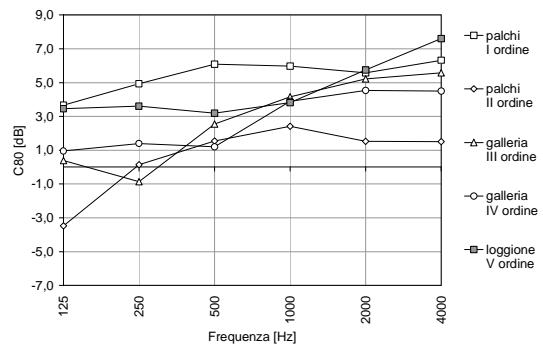
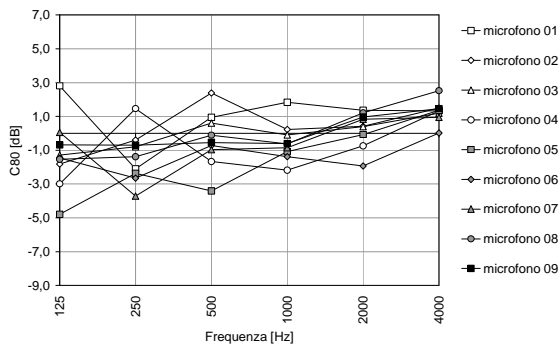
C_{80} [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	-1,37	0,62	4,32	4,57	5,31	5,65
microfono 02	0,27	1,50	3,01	4,30	3,84	3,70
microfono 03	0,99	3,74	2,90	4,61	2,75	4,48
microfono 04	-0,71	0,30	3,79	2,54	1,86	2,97
microfono 05	-2,65	-0,28	2,66	3,89	3,47	2,99
microfono 06	-2,28	1,25	2,95	4,03	4,66	4,47
microfono 07	-2,37	1,09	2,84	2,73	3,67	3,75
microfono 08	3,27	2,85	2,69	4,44	5,01	5,56
microfono 09	-1,54	3,40	3,61	4,58	5,49	6,16

C_{80} [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	0,59	5,00	3,97	5,28	5,00	6,33
microfono 12 – II ord	2,82	0,69	1,72	1,69	1,62	3,88
microfono 13 – III ord	5,39	2,40	5,75	5,32	6,01	7,13
microfono 14 – IV ord	3,20	4,24	3,63	6,95	6,70	8,10
microfono 15 – V ord	4,81	3,01	4,03	5,34	5,20	6,92



C ₈₀ [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	2,81	-2,11	0,94	1,83	1,37	1,33
microfono 02	-1,82	-0,40	2,38	0,23	0,41	1,50
microfono 03	-1,29	-0,79	0,600	-0,10	0,39	1,19
microfono 04	-2,99	1,46	-1,67	-2,18	-0,75	1,32
microfono 05	-4,79	-2,37	-3,41	-1,09	-0,07	1,35
microfono 06	-1,47	-2,65	-0,72	-1,38	-1,93	0,02
microfono 07	0,05	-3,72	-0,96	-0,86	0,84	0,94
microfono 08	-1,54	-1,38	-0,11	-0,63	1,20	2,52
microfono 09	-0,69	-0,70	-0,54	-0,60	0,96	1,46

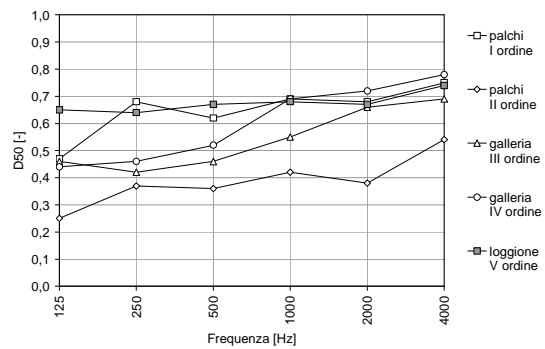
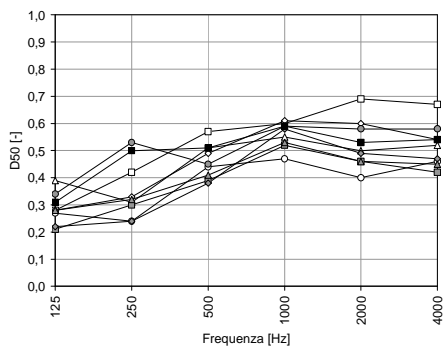
C ₈₀ [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	3,66	4,93	6,08	5,97	5,57	6,32
microfono 12 – II ord	-3,48	0,15	1,55	2,42	1,52	1,51
microfono 13 – III ord	0,39	-0,87	2,55	4,15	5,22	5,57
microfono 14 – IV ord	0,95	1,40	1,20	3,90	4,54	4,50
microfono 15 – V ord	3,45	3,60	3,19	3,82	5,74	7,60



INDICE DI DEFINIZIONE D_{50}

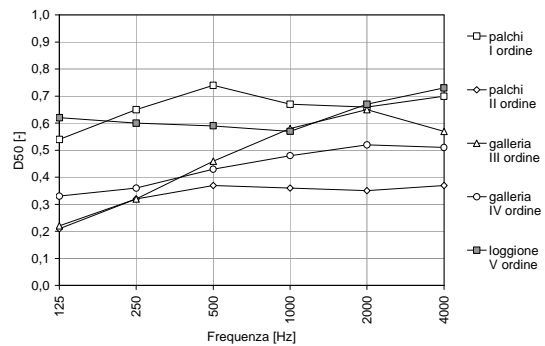
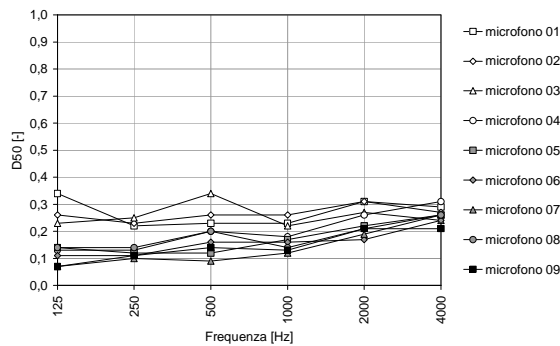
D_{50} [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	0,28	0,42	0,57	0,60	0,69	0,67
microfono 02	0,28	0,33	0,49	0,61	0,60	0,54
microfono 03	0,39	0,31	0,51	0,55	0,50	0,52
microfono 04	0,27	0,24	0,44	0,47	0,40	0,46
microfono 05	0,21	0,30	0,39	0,52	0,46	0,42
microfono 06	0,22	0,24	0,38	0,58	0,49	0,47
microfono 07	0,28	0,32	0,41	0,53	0,46	0,45
microfono 08	0,34	0,53	0,45	0,59	0,58	0,58
microfono 09	0,31	0,50	0,51	0,59	0,53	0,54

D_{50} [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	0,47	0,68	0,62	0,69	0,68	0,75
microfono 12 – II ord	0,25	0,37	0,36	0,42	0,38	0,54
microfono 13 – III ord	0,46	0,42	0,46	0,55	0,66	0,69
microfono 14 – IV ord	0,44	0,46	0,52	0,69	0,72	0,78
microfono 15 – V ord	0,65	0,64	0,67	0,68	0,67	0,74



D ₅₀ [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	0,34	0,22	0,23	0,23	0,31	0,29
microfono 02	0,26	0,23	0,26	0,26	0,31	0,27
microfono 03	0,23	0,25	0,34	0,22	0,27	0,24
microfono 04	0,13	0,13	0,20	0,18	0,26	0,31
microfono 05	0,14	0,12	0,12	0,17	0,22	0,26
microfono 06	0,11	0,11	0,16	0,16	0,17	0,24
microfono 07	0,07	0,10	0,09	0,12	0,19	0,26
microfono 08	0,14	0,14	0,20	0,14	0,21	0,26
microfono 09	0,07	0,11	0,14	0,13	0,21	0,21

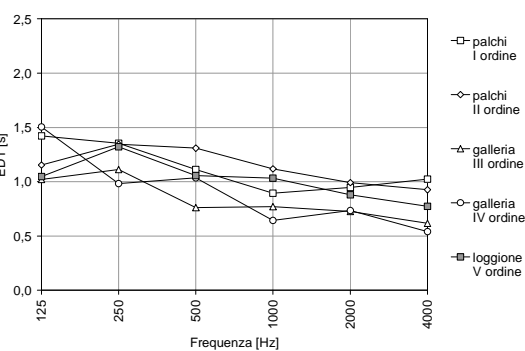
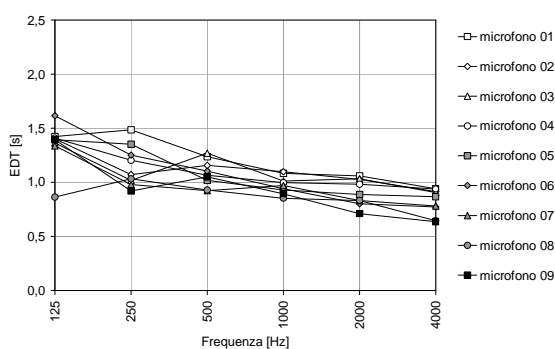
D ₅₀ [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	0,54	0,65	0,74	0,67	0,66	0,70
microfono 12 – II ord	0,21	0,32	0,37	0,36	0,35	0,37
microfono 13 – III ord	0,22	0,32	0,46	0,58	0,65	0,57
microfono 14 – IV ord	0,33	0,36	0,43	0,48	0,52	0,51
microfono 15 – V ord	0,62	0,60	0,59	0,57	0,67	0,73



TEMPO DI PRIMO DECADIMENTO EDT

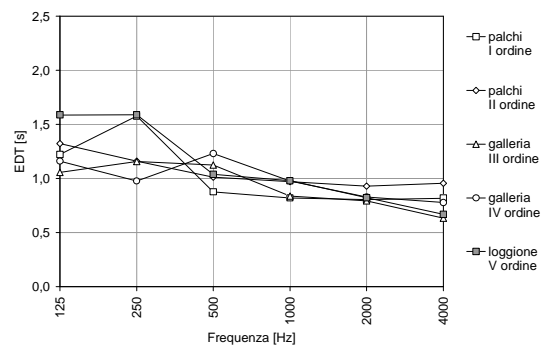
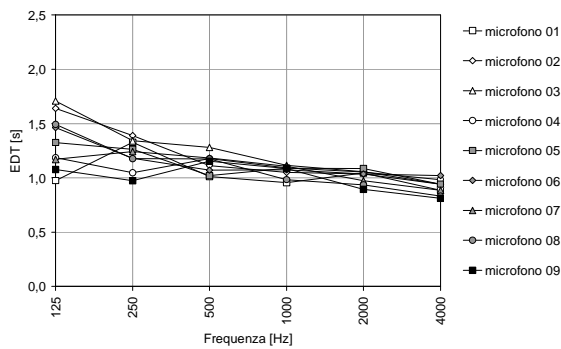
EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	1,42	1,48	1,23	1,08	1,06	0,94
microfono 02	1,40	1,07	1,15	1,09	1,02	0,91
microfono 03	1,36	1,01	1,26	1,01	1,03	0,90
microfono 04	1,40	1,20	1,06	0,99	0,98	0,93
microfono 05	1,39	1,35	1,01	0,92	0,88	0,86
microfono 06	1,61	1,25	1,10	0,94	0,80	0,77
microfono 07	1,33	0,98	0,92	0,97	0,83	0,78
microfono 08	0,86	1,03	0,92	0,85	0,83	0,64
microfono 09	1,39	0,91	1,05	0,89	0,71	0,63

EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	1,42	1,35	1,11	0,89	0,94	1,02
microfono 12 – II ord	1,15	1,34	1,30	1,11	0,99	0,92
microfono 13 – III ord	1,02	1,11	0,76	0,77	0,72	0,61
microfono 14 – IV ord	1,50	0,98	1,03	0,64	0,73	0,54
microfono 15 – V ord	1,04	1,32	1,05	1,03	0,88	0,77



EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	0,97	1,32	1,01	0,95	1,04	0,88
microfono 02	1,64	1,39	1,11	1,05	1,03	0,94
microfono 03	1,70	1,34	1,28	1,11	1,05	0,94
microfono 04	1,18	1,04	1,17	1,09	1,05	0,98
microfono 05	1,32	1,26	1,02	1,09	1,08	0,94
microfono 06	1,46	1,18	1,07	1,07	1,03	1,02
microfono 07	1,17	1,24	1,18	1,10	0,97	0,88
microfono 08	1,49	1,17	1,17	0,98	0,93	0,83
microfono 09	1,07	0,97	1,15	1,08	0,89	0,81

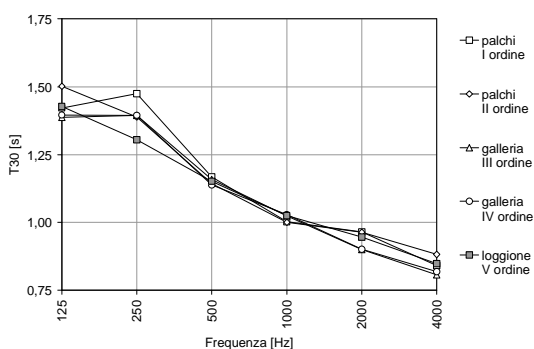
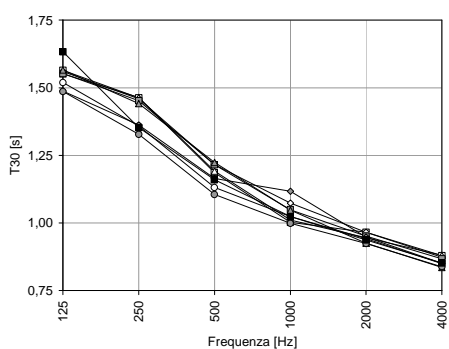
EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	1,22	1,57	0,87	0,82	0,80	0,81
microfono 12 – II ord	1,32	1,16	1,01	0,97	0,93	0,95
microfono 13 – III ord	1,05	1,15	1,12	0,83	0,79	0,63
microfono 14 – IV ord	1,16	0,97	1,23	0,97	0,83	0,77
microfono 15 – V ord	1,58	1,58	1,03	0,98	0,82	0,66



TEMPO DI RIVERBERERAZIONE T_{30}

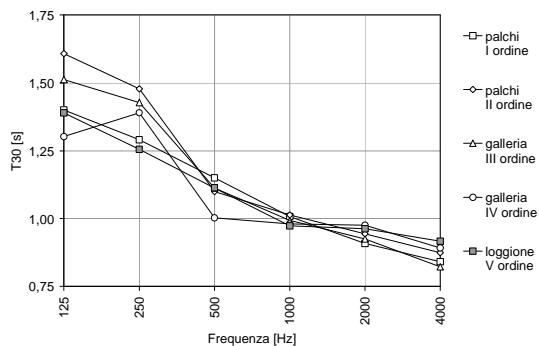
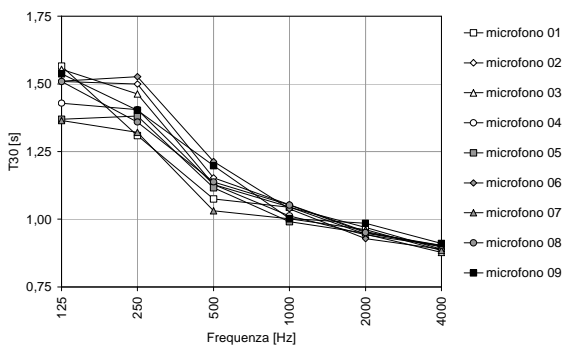
T_{30} [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	1,56	1,46	1,18	1,00	0,96	0,87
microfono 02	1,56	1,45	1,21	1,07	0,96	0,87
microfono 03	1,55	1,46	1,19	1,01	0,94	0,88
microfono 04	1,51	1,35	1,13	1,02	0,94	0,85
microfono 05	1,55	1,45	1,21	1,04	0,95	0,86
microfono 06	1,48	1,36	1,16	1,11	0,94	0,85
microfono 07	1,56	1,44	1,22	1,04	0,92	0,83
microfono 08	1,48	1,32	1,10	0,99	0,92	0,83
microfono 09	1,63	1,35	1,16	1,02	0,93	0,85

T_{30} [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	1,42	1,47	1,16	1,00	0,96	0,84
microfono 12 – II ord	1,50	1,38	1,14	1,00	0,96	0,88
microfono 13 – III ord	1,38	1,39	1,15	1,02	0,90	0,80
microfono 14 – IV ord	1,39	1,39	1,13	1,02	0,90	0,81
microfono 15 – V ord	1,42	1,30	1,15	1,02	0,94	0,84



T ₃₀ [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	1,56	1,30	1,07	1,04	0,97	0,89
microfono 02	1,50	1,49	1,15	1,05	0,95	0,89
microfono 03	1,55	1,46	1,12	1,04	0,94	0,87
microfono 04	1,42	1,40	1,12	1,01	0,94	0,90
microfono 05	1,36	1,38	1,11	0,99	0,94	0,90
microfono 06	1,51	1,52	1,21	1,03	0,92	0,88
microfono 07	1,36	1,32	1,03	1,00	0,96	0,88
microfono 08	1,50	1,35	1,13	1,05	0,95	0,90
microfono 09	1,53	1,40	1,19	1,00	0,98	0,91

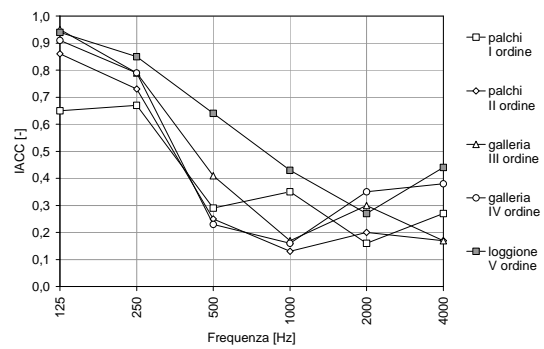
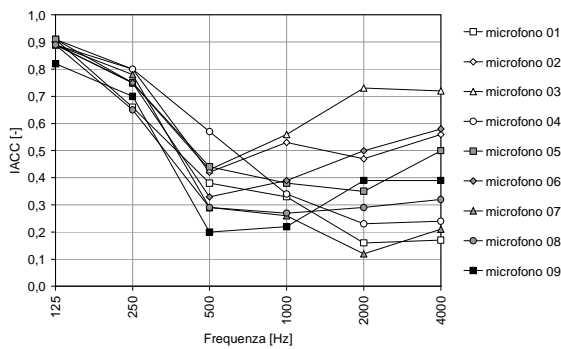
T ₃₀ [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	1,40	1,29	1,15	1,00	0,90	0,84
microfono 12 – II ord	1,60	1,47	1,10	1,01	0,94	0,87
microfono 13 – III ord	1,51	1,42	1,11	0,99	0,92	0,82
microfono 14 – IV ord	1,30	1,39	1,00	0,98	0,97	0,89
microfono 15 – V ord	1,38	1,25	1,11	0,97	0,96	0,91



COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE MUTUA INTERAURALE IACC

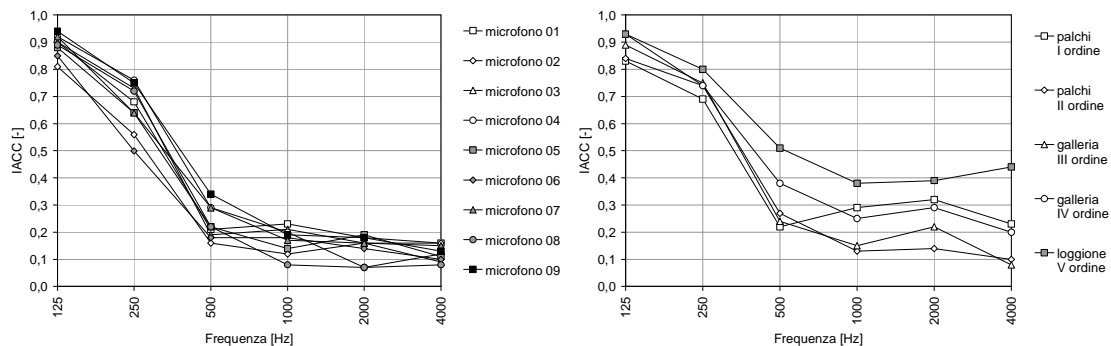
IACC (0,+) [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	0,91	0,66	0,38	0,33	0,16	0,17
microfono 02	0,89	0,80	0,42	0,53	0,47	0,56
microfono 03	0,89	0,75	0,43	0,56	0,73	0,72
microfono 04	0,91	0,80	0,57	0,34	0,23	0,24
microfono 05	0,91	0,75	0,44	0,38	0,35	0,50
microfono 06	0,89	0,75	0,33	0,39	0,5	0,58
microfono 07	0,89	0,78	0,29	0,26	0,12	0,21
microfono 08	0,89	0,65	0,29	0,27	0,29	0,32
microfono 09	0,82	0,70	0,20	0,22	0,39	0,39

IACC (0,+) [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	0,65	0,67	0,29	0,35	0,16	0,27
microfono 12 – II ord	0,86	0,73	0,25	0,13	0,20	0,17
microfono 13 – III ord	0,95	0,79	0,41	0,17	0,30	0,17
microfono 14 – IV ord	0,91	0,79	0,23	0,16	0,35	0,38
microfono 15 – V ord	0,94	0,85	0,64	0,43	0,27	0,44



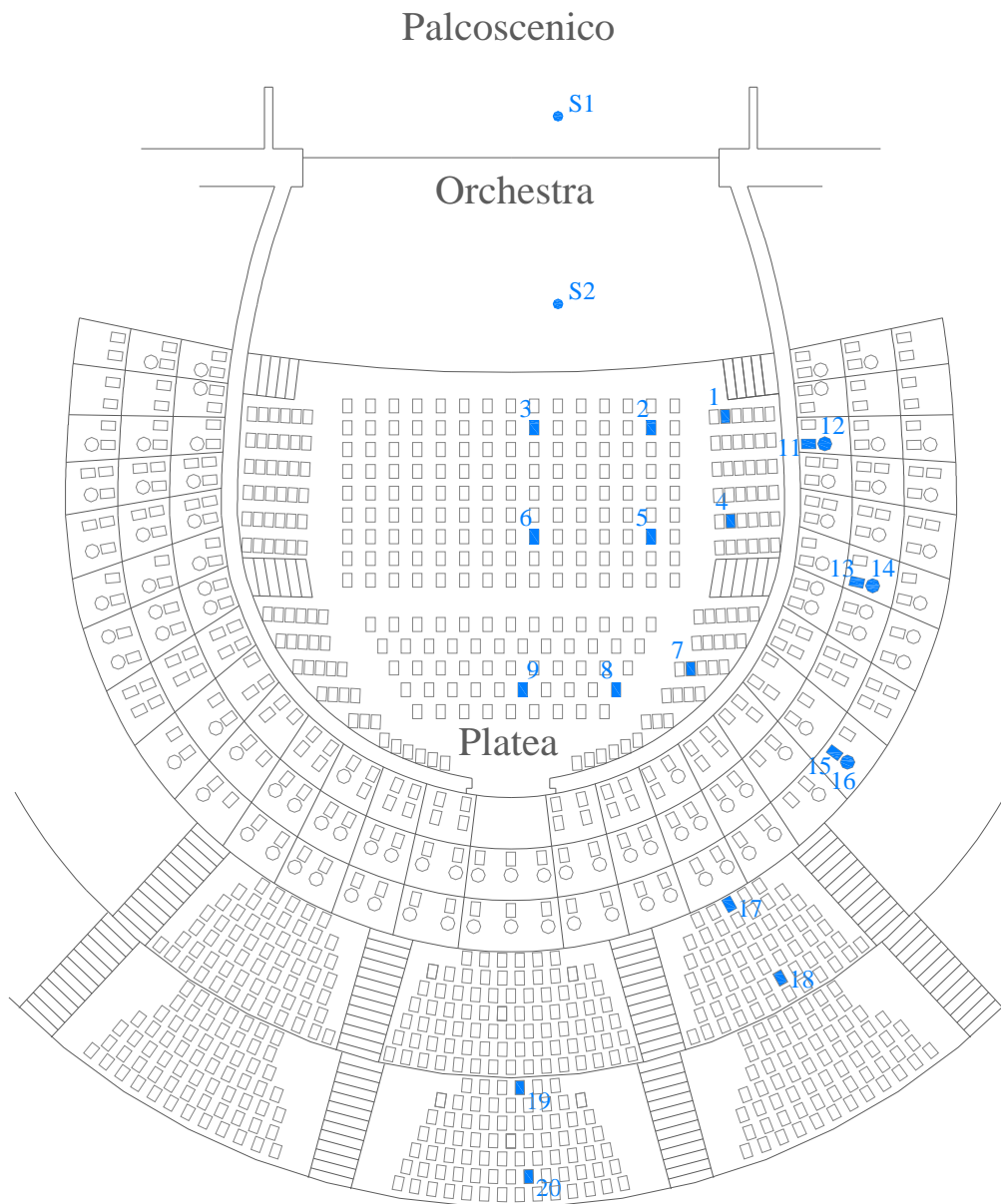
IACC (0,+) [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	0,90	0,68	0,21	0,23	0,18	0,16
microfono 02	0,81	0,56	0,16	0,12	0,16	0,16
microfono 03	0,90	0,73	0,19	0,21	0,16	0,09
microfono 04	0,92	0,76	0,29	0,20	0,07	0,12
microfono 05	0,88	0,64	0,22	0,14	0,19	0,11
microfono 06	0,85	0,50	0,18	0,18	0,14	0,10
microfono 07	0,92	0,64	0,29	0,17	0,16	0,15
microfono 08	0,89	0,72	0,22	0,08	0,07	0,08
microfono 09	0,94	0,75	0,34	0,19	0,18	0,13

IACC (0,+) [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	0,83	0,69	0,22	0,29	0,32	0,23
microfono 12 – II ord	0,84	0,74	0,27	0,13	0,14	0,10
microfono 13 – III ord	0,89	0,75	0,24	0,15	0,22	0,08
microfono 14 – IV ord	0,93	0,74	0,38	0,25	0,29	0,20
microfono 15 – V ord	0,93	0,80	0,51	0,38	0,39	0,44



5.5 Teatro Comunale “Giuseppe Verdi” di Trieste

Nella figura sottostante vengono riportate le posizioni di rilievo, e nelle pagine seguenti i risultati sotto forma di grafico e tabelle dei principali parametri acustici per il teatro di Trieste.



Condizioni termo igrometriche:

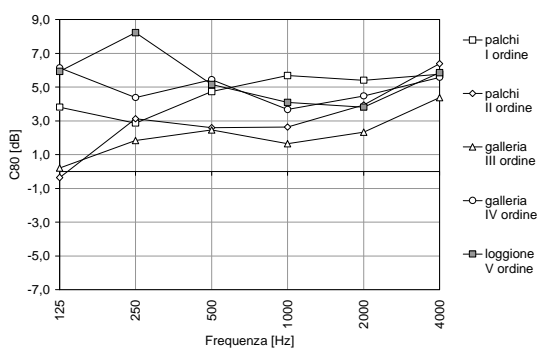
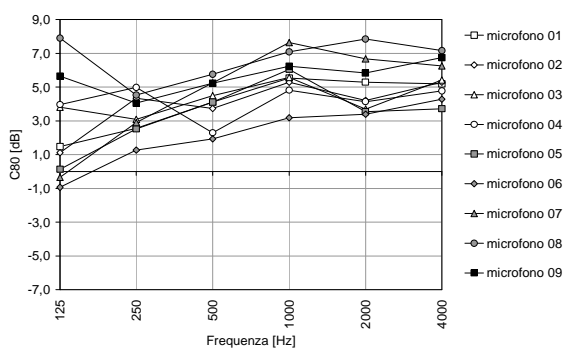
Temperatura : 21 °C
Umidità relativa : 52%

5.5.1 Risultati dei rilievi: Teatro Comunale "Giuseppe Verdi" di Trieste

INDICE DI CHIAREZZA C_{80}

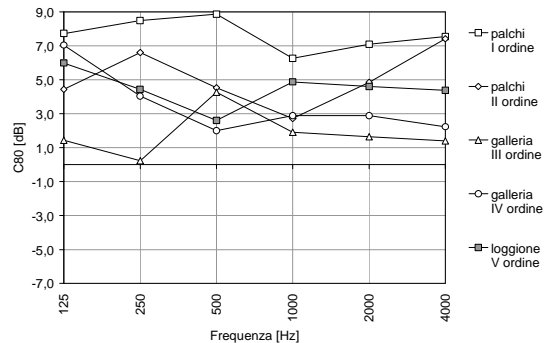
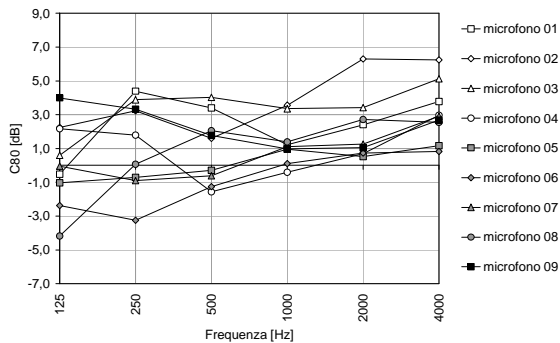
C_{80} [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	1,47	2,55	4,11	5,54	5,29	5,19
microfono 02	1,12	4,33	3,73	5,29	4,21	5,29
microfono 03	3,82	3,09	4,50	5,58	3,69	5,42
microfono 04	3,97	4,98	2,30	4,82	4,14	4,78
microfono 05	0,14	2,53	4,11	6,05	3,55	3,72
microfono 06	-0,94	1,26	1,93	3,18	3,39	4,29
microfono 07	-0,33	2,89	5,26	7,63	6,67	6,26
microfono 08	7,90	4,53	5,76	7,09	7,85	7,16
microfono 09	5,65	4,06	5,23	6,23	5,84	6,74

C_{80} [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	3,82	2,87	4,74	5,69	5,41	5,76
microfono 12 – II ord	-0,35	3,13	2,60	2,64	3,95	6,38
microfono 13 – III ord	0,20	1,83	2,46	1,65	2,34	4,38
microfono 14 – IV ord	6,13	4,38	5,45	3,68	4,48	5,58
microfono 15 – V ord	5,93	8,22	5,15	4,09	3,82	5,85



C ₈₀ [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	-0,53	4,39	3,40	1,22	2,40	3,78
microfono 02	2,24	3,23	1,60	3,56	6,29	6,24
microfono 03	0,59	3,88	4,02	3,35	3,42	5,12
microfono 04	2,17	1,79	-1,57	-0,41	0,69	2,97
microfono 05	-1,03	-0,71	-0,29	0,95	0,52	1,16
microfono 06	-2,37	-3,25	-1,26	0,10	0,72	0,82
microfono 07	-0,05	-0,89	-0,61	1,10	1,25	2,91
microfono 08	-4,18	0,07	2,05	1,38	2,71	2,54
microfono 09	3,99	3,33	1,76	0,97	1,05	2,68

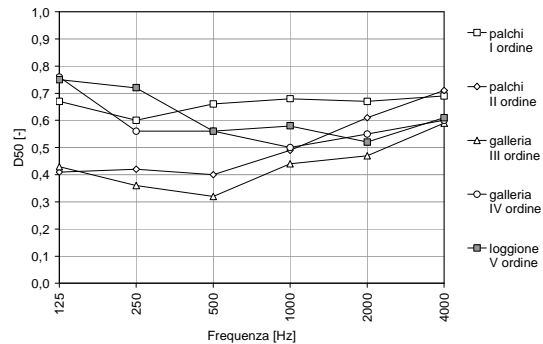
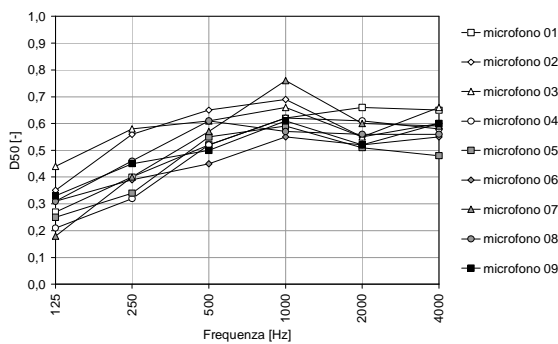
C ₈₀ [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	7,73	8,49	8,87	6,26	7,09	7,55
microfono 12 – II ord	4,44	6,61	4,53	2,72	4,85	7,41
microfono 13 – III ord	1,43	0,23	4,27	1,91	1,65	1,41
microfono 14 – IV ord	7,05	4,04	2,01	2,88	2,88	2,24
microfono 15 – V ord	5,99	4,44	2,60	4,88	4,61	4,37



INDICE DI DEFINIZIONE D_{50}

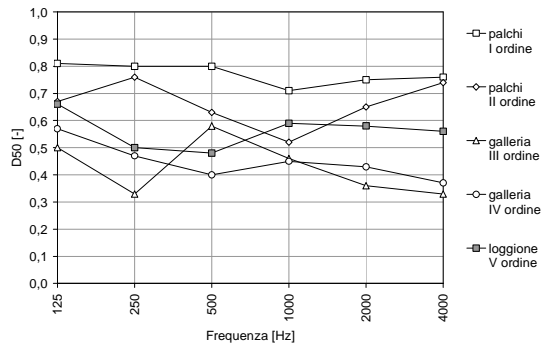
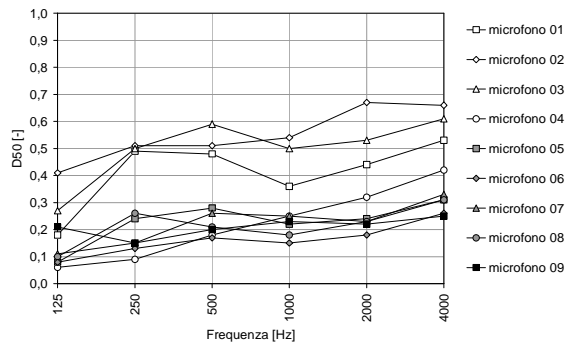
D_{50} [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	0,27	0,40	0,52	0,62	0,66	0,65
microfono 02	0,35	0,56	0,65	0,69	0,55	0,60
microfono 03	0,44	0,58	0,61	0,66	0,55	0,66
microfono 04	0,21	0,32	0,52	0,62	0,61	0,58
microfono 05	0,25	0,34	0,55	0,59	0,51	0,48
microfono 06	0,31	0,39	0,45	0,55	0,52	0,55
microfono 07	0,18	0,40	0,57	0,76	0,60	0,59
microfono 08	0,31	0,46	0,61	0,57	0,56	0,56
microfono 09	0,33	0,45	0,50	0,61	0,52	0,60

D_{50} [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	0,67	0,60	0,66	0,68	0,67	0,69
microfono 12 – II ord	0,41	0,42	0,4	0,49	0,61	0,71
microfono 13 – III ord	0,43	0,36	0,32	0,44	0,47	0,59
microfono 14 – IV ord	0,76	0,56	0,56	0,50	0,55	0,60
microfono 15 – V ord	0,75	0,72	0,56	0,58	0,52	0,61



D ₅₀ [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	0,18	0,49	0,48	0,36	0,44	0,53
microfono 02	0,41	0,51	0,51	0,54	0,67	0,66
microfono 03	0,27	0,50	0,59	0,50	0,53	0,61
microfono 04	0,06	0,09	0,18	0,25	0,32	0,42
microfono 05	0,08	0,24	0,28	0,22	0,24	0,31
microfono 06	0,08	0,13	0,17	0,15	0,18	0,26
microfono 07	0,11	0,15	0,26	0,25	0,23	0,33
microfono 08	0,10	0,26	0,21	0,18	0,23	0,31
microfono 09	0,21	0,15	0,20	0,23	0,22	0,25

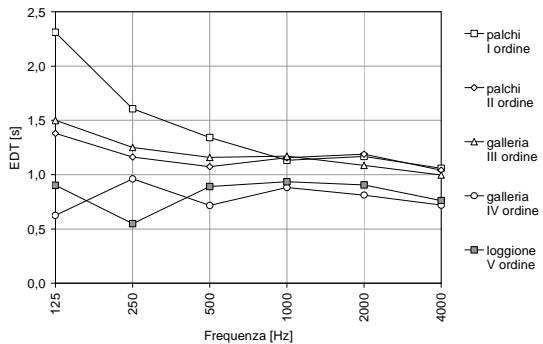
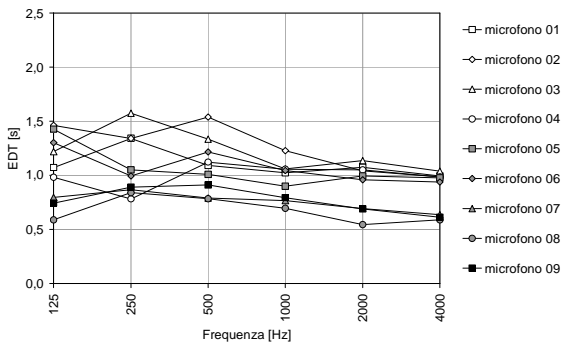
D ₅₀ [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	0,81	0,80	0,80	0,71	0,75	0,76
microfono 12 – II ord	0,67	0,76	0,63	0,52	0,65	0,74
microfono 13 – III ord	0,50	0,33	0,58	0,46	0,36	0,33
microfono 14 – IV ord	0,57	0,47	0,40	0,45	0,43	0,37
microfono 15 – V ord	0,66	0,50	0,48	0,59	0,58	0,56



TEMPO DI PRIMO DECADIMENTO EDT

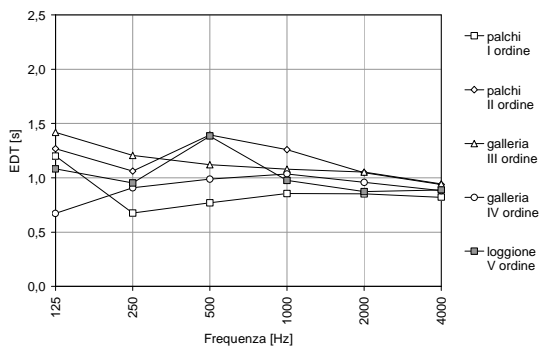
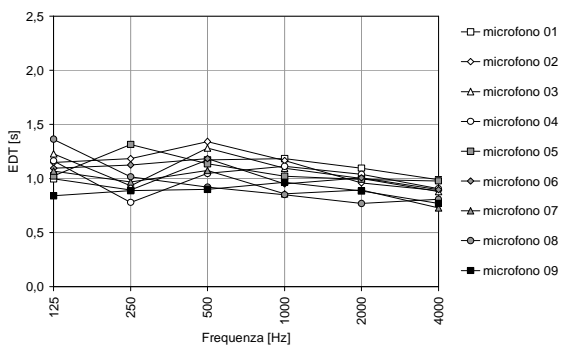
EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	1,07	1,34	1,09	1,02	1,07	0,99
microfono 02	1,46	1,34	1,53	1,22	1,04	0,98
microfono 03	1,21	1,57	1,33	1,06	1,13	1,03
microfono 04	0,98	0,78	1,12	1,05	1,05	0,98
microfono 05	1,42	1,05	1,00	0,90	0,99	0,97
microfono 06	1,30	0,99	1,21	1,04	0,95	0,93
microfono 07	0,79	0,86	0,79	0,76	0,69	0,63
microfono 08	0,58	0,84	0,78	0,69	0,54	0,58
microfono 09	0,74	0,89	0,91	0,79	0,69	0,61

EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	2,31	1,60	1,34	1,13	1,16	1,06
microfono 12 – II ord	1,38	1,16	1,07	1,15	1,18	1,04
microfono 13 – III ord	1,50	1,25	1,16	1,17	1,08	0,99
microfono 14 – IV ord	0,62	0,96	0,71	0,88	0,81	0,71
microfono 15 – V ord	0,90	0,54	0,89	0,93	0,90	0,76



EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	0,99	0,89	1,17	1,18	1,09	0,98
microfono 02	1,15	1,18	1,34	1,16	0,95	0,88
microfono 03	1,22	0,93	1,28	1,09	1,00	0,88
microfono 04	1,16	0,78	1,04	1,11	1,03	0,90
microfono 05	1,02	1,31	1,13	1,02	0,99	0,97
microfono 06	1,09	1,12	1,18	0,94	1,00	0,89
microfono 07	1,07	0,96	1,07	0,85	0,89	0,72
microfono 08	1,36	1,01	0,92	0,85	0,76	0,80
microfono 09	0,84	0,88	0,89	0,96	0,88	0,77

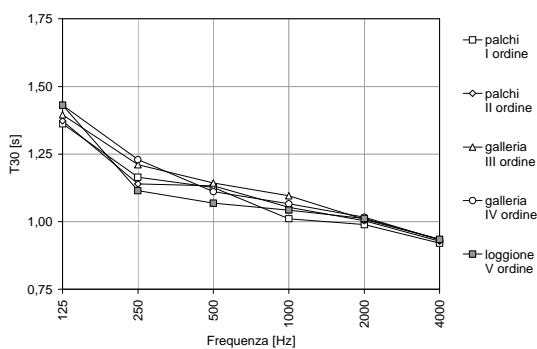
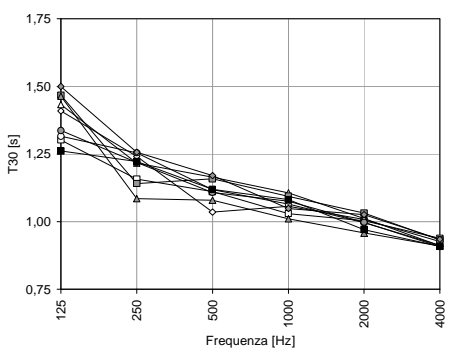
EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	1,20	0,67	0,77	0,85	0,85	0,82
microfono 12 – II ord	1,26	1,06	1,39	1,26	1,04	0,93
microfono 13 – III ord	1,41	1,20	1,12	1,07	1,05	0,94
microfono 14 – IV ord	0,67	0,90	0,98	1,03	0,95	0,88
microfono 15 – V ord	1,08	0,95	1,38	0,97	0,87	0,88



TEMPO DI RIVERBERAZIONE T_{30}

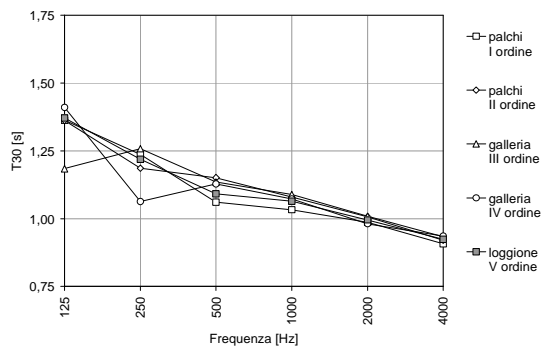
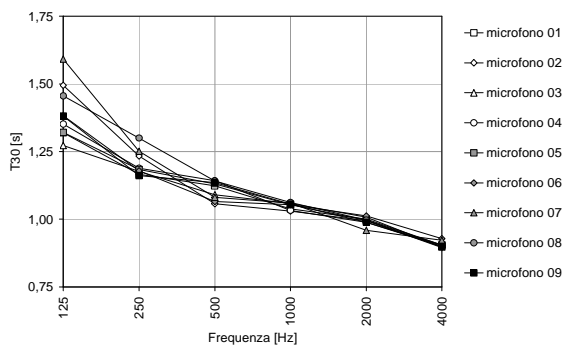
T_{30} [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	1,30	1,15	1,11	1,03	1,00	0,93
microfono 02	1,40	1,24	1,03	1,05	1,00	0,92
microfono 03	1,43	1,21	1,16	1,10	1,01	0,91
microfono 04	1,31	1,25	1,11	1,06	0,99	0,91
microfono 05	1,46	1,14	1,15	1,09	1,03	0,93
microfono 06	1,50	1,25	1,17	1,04	1,02	0,93
microfono 07	1,46	1,08	1,07	1,01	0,95	0,91
microfono 08	1,33	1,21	1,10	1,07	0,99	0,90
microfono 09	1,26	1,22	1,12	1,08	0,97	0,90

T_{30} [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	1,36	1,16	1,12	1,01	0,98	0,92
microfono 12 – II ord	1,37	1,14	1,13	1,05	1,00	0,92
microfono 13 – III ord	1,39	1,21	1,14	1,09	1,00	0,93
microfono 14 – IV ord	1,43	1,22	1,11	1,06	1,01	0,93
microfono 15 – V ord	1,43	1,11	1,06	1,04	1,01	0,93



T ₃₀ [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	1,32	1,16	1,12	1,03	1,00	0,90
microfono 02	1,49	1,23	1,05	1,03	0,99	0,89
microfono 03	1,27	1,17	1,09	1,05	1,00	0,89
microfono 04	1,35	1,18	1,14	1,03	0,98	0,90
microfono 05	1,32	1,18	1,13	1,05	0,99	0,90
microfono 06	1,38	1,17	1,06	1,05	1,01	0,92
microfono 07	1,59	1,25	1,08	1,06	0,95	0,92
microfono 08	1,45	1,30	1,14	1,06	0,99	0,89
microfono 09	1,38	1,16	1,13	1,05	0,98	0,90

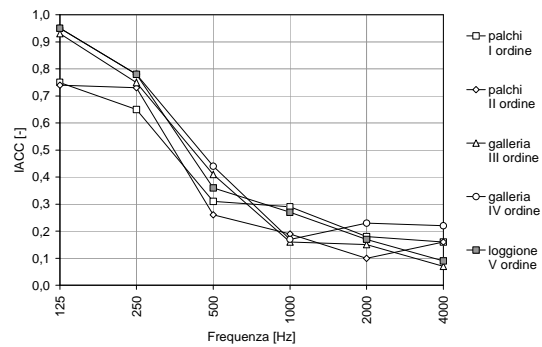
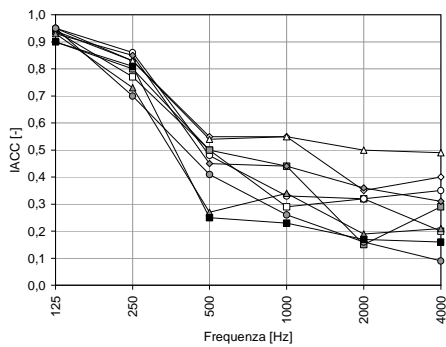
T ₃₀ [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	1,36	1,23	1,06	1,03	0,98	0,90
microfono 12 – II ord	1,36	1,18	1,15	1,08	1,00	0,92
microfono 13 – III ord	1,18	1,25	1,13	1,08	1,00	0,93
microfono 14 – IV ord	1,41	1,06	1,12	1,07	0,98	0,93
microfono 15 – V ord	1,37	1,21	1,09	1,06	0,99	0,92



COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE MUTUA INTERAURALE IACC

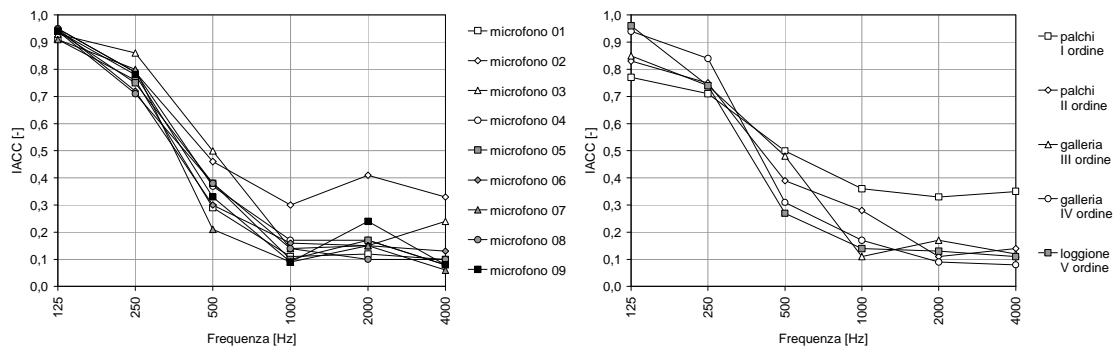
IACC (0,+) [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	0,94	0,77	0,50	0,29	0,32	0,20
microfono 02	0,94	0,83	0,55	0,55	0,35	0,40
microfono 03	0,95	0,83	0,54	0,55	0,50	0,49
microfono 04	0,95	0,86	0,48	0,33	0,32	0,35
microfono 05	0,90	0,80	0,50	0,44	0,15	0,29
microfono 06	0,93	0,85	0,45	0,44	0,36	0,31
microfono 07	0,93	0,73	0,27	0,34	0,19	0,21
microfono 08	0,95	0,70	0,41	0,26	0,16	0,09
microfono 09	0,90	0,81	0,25	0,23	0,17	0,16

IACC (0,+) [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	0,75	0,65	0,31	0,29	0,18	0,16
microfono 12 – II ord	0,74	0,73	0,26	0,19	0,10	0,16
microfono 13 – III ord	0,93	0,75	0,41	0,16	0,15	0,07
microfono 14 – IV ord	0,95	0,78	0,44	0,17	0,23	0,22
microfono 15 – V ord	0,95	0,78	0,36	0,27	0,17	0,09



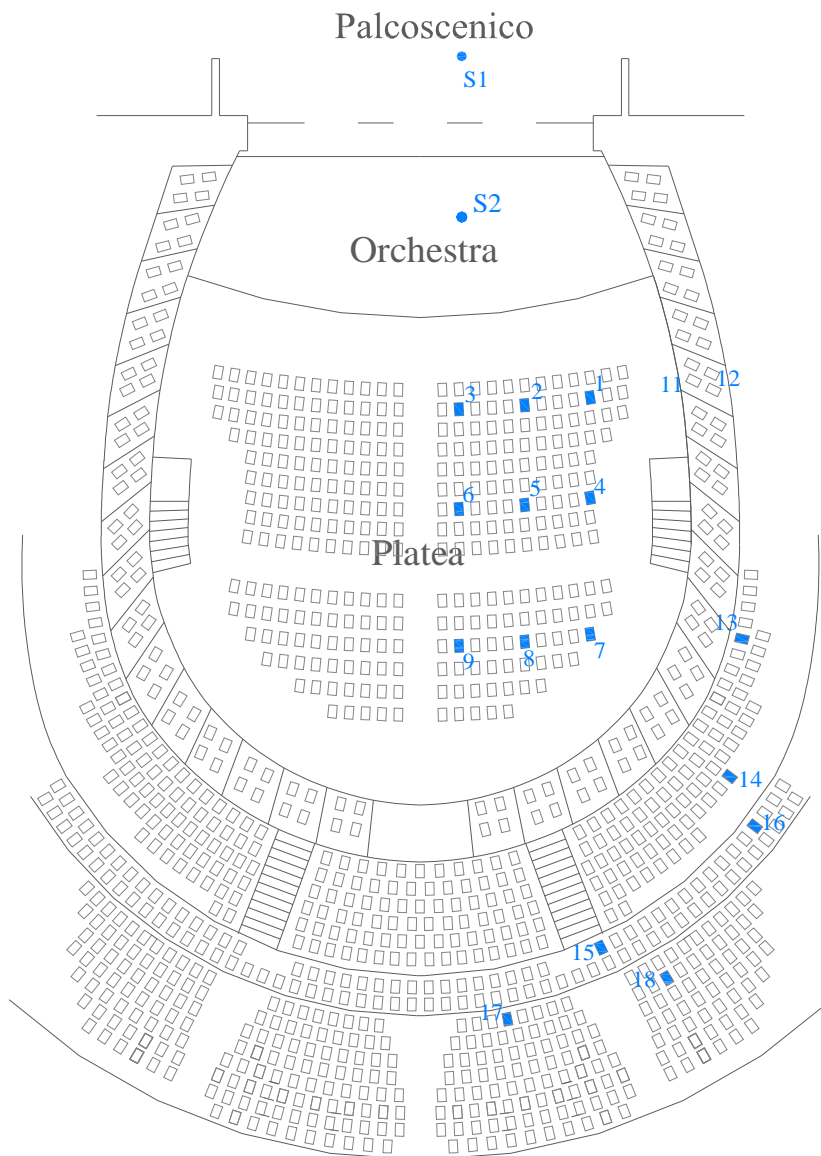
IACC (0,+) [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	0,91	0,76	0,29	0,11	0,12	0,10
microfono 02	0,95	0,79	0,46	0,30	0,41	0,33
microfono 03	0,93	0,86	0,50	0,14	0,15	0,24
microfono 04	0,95	0,79	0,37	0,17	0,17	0,08
microfono 05	0,94	0,75	0,38	0,10	0,17	0,08
microfono 06	0,95	0,72	0,30	0,16	0,15	0,13
microfono 07	0,91	0,80	0,21	0,09	0,15	0,06
microfono 08	0,94	0,71	0,38	0,14	0,10	0,10
microfono 09	0,94	0,78	0,33	0,09	0,24	0,08

IACC (0,+) [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	0,77	0,71	0,50	0,36	0,33	0,35
microfono 12 – II ord	0,83	0,75	0,39	0,28	0,11	0,14
microfono 13 – III ord	0,85	0,74	0,48	0,11	0,17	0,12
microfono 14 – IV ord	0,94	0,84	0,31	0,17	0,09	0,08
microfono 15 – V ord	0,96	0,74	0,27	0,14	0,13	0,11



5.6 Gran Teatro “La Fenice” di Venezia

Nella figura sottostante vengono riportate le posizioni di rilievo, e nelle pagine seguenti i risultati sotto forma di grafico e tabelle dei principali parametri acustici per il teatro di Venezia.



Condizioni termo igrometriche:

Temperatura : 20 °C

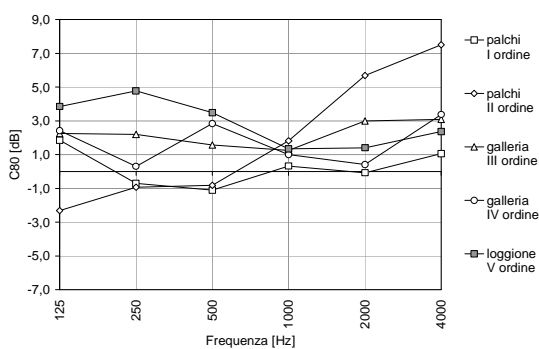
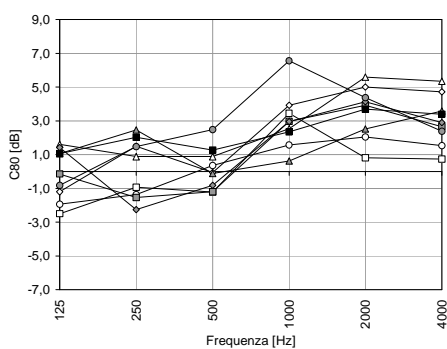
Umidità relativa : 56%

5.6.1 Risultati dei rilievi: Gran Teatro "La Fenice" di Venezia

INDICE DI CHIAREZZA C_{80}

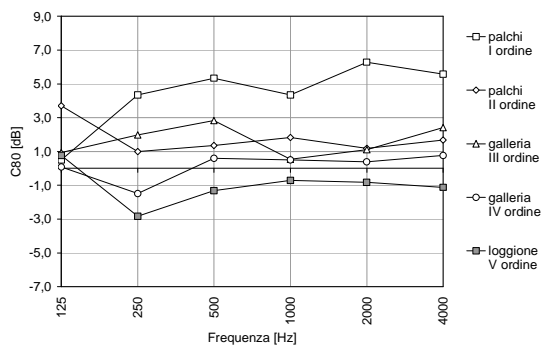
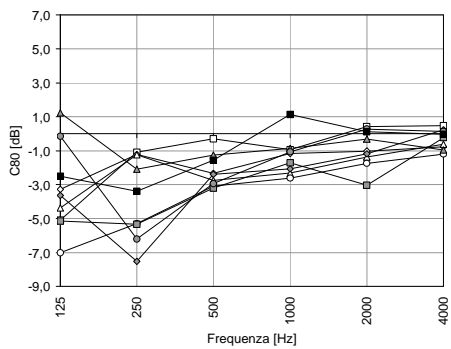
C_{80} [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	-2,49	-0,94	-1,21	3,45	0,82	0,74
microfono 02	-1,20	1,50	-0,05	3,93	5,01	4,72
microfono 03	1,61	0,88	0,88	2,54	5,60	5,35
microfono 04	-1,94	-1,37	0,35	1,57	2,05	1,53
microfono 05	-0,14	-1,53	-1,20	2,97	3,92	2,66
microfono 06	1,42	-2,26	-0,82	2,96	4,14	2,90
microfono 07	1,06	2,46	-0,11	0,62	2,53	3,59
microfono 08	-0,82	1,47	2,48	6,56	4,37	2,38
microfono 09	1,06	2,02	1,27	2,35	3,70	3,40

C_{80} [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	1,86	-0,70	-1,10	0,33	-0,07	1,06
microfono 12 – II ord	-2,32	-0,92	-0,81	1,82	5,69	7,5
microfono 13 – III ord	2,26	2,20	1,57	1,25	3,00	3,10
microfono 14 – IV ord	2,42	0,31	2,84	1,01	0,41	3,38
microfono 15 – V ord	3,85	4,78	3,49	1,35	1,41	2,37



C ₈₀ [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	-5,09	-1,09	-0,30	-0,94	0,43	0,48
microfono 02	-3,28	-1,21	-2,33	-1,15	-1,02	-0,76
microfono 03	-4,37	-1,24	-2,75	-2,32	-1,37	-0,61
microfono 04	-7,01	-5,29	-3,09	-2,61	-1,74	-1,19
microfono 05	-5,14	-5,34	-3,20	-1,71	-3,03	-0,23
microfono 06	-3,64	-7,52	-2,39	-2,07	-1,18	0,24
microfono 07	1,23	-2,09	-1,26	-0,86	-0,31	-0,95
microfono 08	-0,14	-6,21	-2,94	-1,06	0,28	0,14
microfono 09	-2,50	-3,39	-1,55	1,14	0,12	-0,03

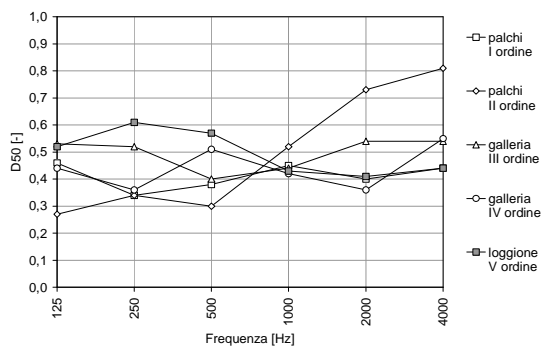
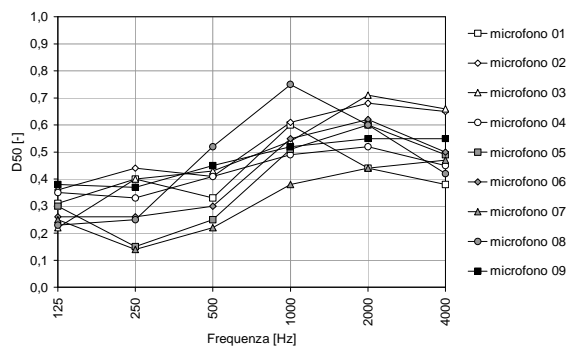
C ₈₀ [dB]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	0,50	4,34	5,34	4,34	6,28	5,57
microfono 12 – II ord	3,70	0,99	1,36	1,82	1,18	1,67
microfono 13 – III ord	0,94	1,97	2,83	0,54	1,10	2,41
microfono 14 – IV ord	0,08	-1,49	0,60	0,50	0,39	0,76
microfono 15 – V ord	0,76	-2,83	-1,32	-0,71	-0,83	-1,12



INDICE DI DEFINIZIONE D_{50}

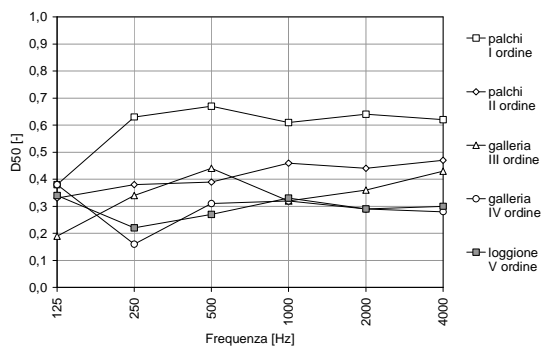
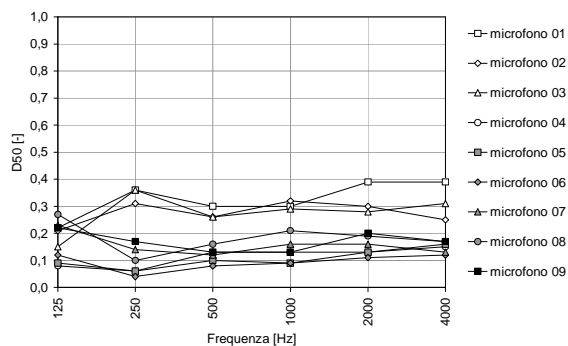
D_{50} [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	0,31	0,40	0,33	0,6	0,44	0,38
microfono 02	0,36	0,44	0,41	0,61	0,68	0,65
microfono 03	0,22	0,40	0,43	0,54	0,71	0,66
microfono 04	0,35	0,33	0,41	0,49	0,52	0,45
microfono 05	0,30	0,15	0,25	0,51	0,60	0,49
microfono 06	0,26	0,26	0,30	0,55	0,62	0,50
microfono 07	0,25	0,14	0,22	0,38	0,44	0,47
microfono 08	0,23	0,25	0,52	0,75	0,60	0,42
microfono 09	0,38	0,37	0,45	0,52	0,55	0,55

D_{50} [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	0,46	0,34	0,38	0,45	0,40	0,44
microfono 12 – II ord	0,27	0,34	0,30	0,52	0,73	0,81
microfono 13 – III ord	0,53	0,52	0,40	0,44	0,54	0,54
microfono 14 – IV ord	0,44	0,36	0,51	0,42	0,36	0,55
microfono 15 – V ord	0,52	0,61	0,57	0,43	0,41	0,44



D ₅₀ [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	0,22	0,36	0,30	0,30	0,39	0,39
microfono 02	0,21	0,31	0,26	0,32	0,30	0,25
microfono 03	0,15	0,36	0,26	0,29	0,28	0,31
microfono 04	0,08	0,06	0,13	0,13	0,13	0,15
microfono 05	0,09	0,06	0,10	0,09	0,13	0,16
microfono 06	0,12	0,04	0,08	0,09	0,11	0,12
microfono 07	0,23	0,14	0,12	0,16	0,16	0,13
microfono 08	0,27	0,10	0,16	0,21	0,19	0,17
microfono 09	0,22	0,17	0,13	0,13	0,20	0,17

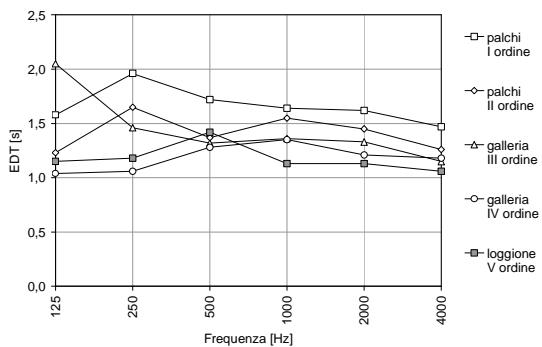
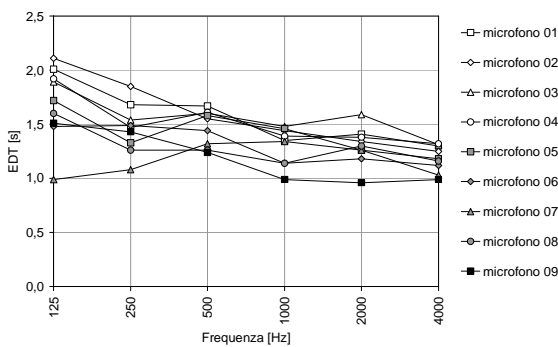
D ₅₀ [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	0,38	0,63	0,67	0,61	0,64	0,62
microfono 12 – II ord	0,33	0,38	0,39	0,46	0,44	0,47
microfono 13 – III ord	0,19	0,34	0,44	0,32	0,36	0,43
microfono 14 – IV ord	0,38	0,16	0,31	0,32	0,29	0,28
microfono 15 – V ord	0,34	0,22	0,27	0,33	0,29	0,30



TEMPO DI PRIMO DECADIMENTO EDT

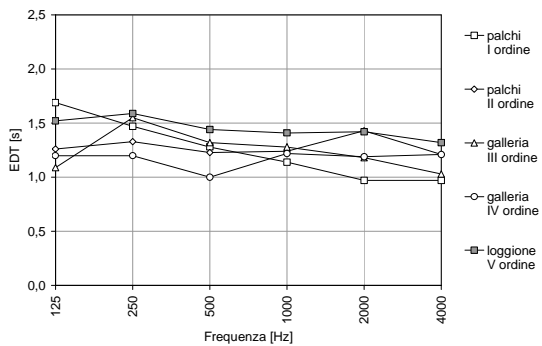
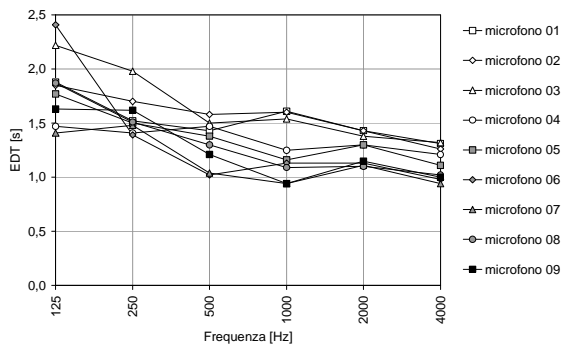
EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	2,01	1,68	1,67	1,35	1,41	1,30
microfono 02	2,11	1,85	1,55	1,44	1,34	1,25
microfono 03	1,89	1,54	1,60	1,48	1,59	1,31
microfono 04	1,92	1,47	1,61	1,39	1,38	1,32
microfono 05	1,72	1,33	1,58	1,46	1,26	1,18
microfono 06	1,48	1,49	1,44	1,14	1,18	1,12
microfono 07	0,99	1,08	1,32	1,34	1,26	1,03
microfono 08	1,60	1,26	1,26	1,14	1,30	1,16
microfono 09	1,51	1,43	1,24	0,99	0,96	0,99

EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	1,58	1,96	1,72	1,64	1,62	1,47
microfono 12 – II ord	1,23	1,65	1,37	1,55	1,45	1,26
microfono 13 – III ord	2,05	1,46	1,32	1,36	1,33	1,15
microfono 14 – IV ord	1,04	1,06	1,28	1,35	1,21	1,18
microfono 15 – V ord	1,15	1,18	1,42	1,13	1,13	1,06



EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	1,88	1,52	1,43	1,61	1,43	1,31
microfono 02	1,85	1,70	1,58	1,60	1,43	1,26
microfono 03	2,22	1,98	1,50	1,54	1,38	1,32
microfono 04	1,47	1,41	1,47	1,25	1,30	1,21
microfono 05	1,77	1,50	1,38	1,16	1,30	1,11
microfono 06	2,41	1,39	1,02	1,13	1,13	0,98
microfono 07	1,41	1,48	1,04	0,94	1,11	0,94
microfono 08	1,87	1,51	1,30	1,09	1,10	1,02
microfono 09	1,63	1,62	1,21	0,94	1,15	1,00

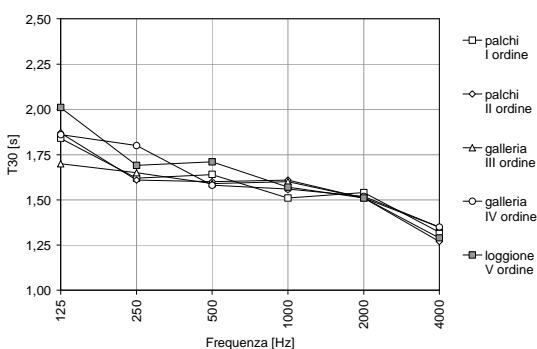
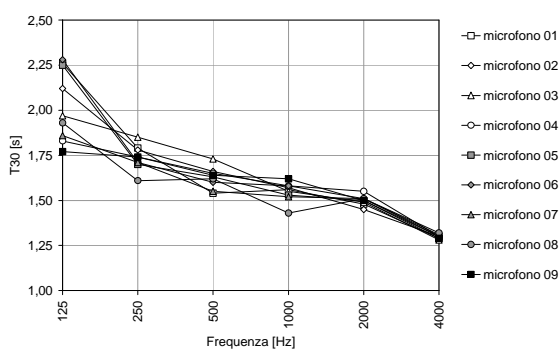
EDT [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	1,69	1,47	1,28	1,14	0,97	0,97
microfono 12 – II ord	1,26	1,33	1,23	1,24	1,43	1,21
microfono 13 – III ord	1,09	1,55	1,32	1,28	1,18	1,03
microfono 14 – IV ord	1,20	1,20	1,00	1,22	1,19	1,21
microfono 15 – V ord	1,52	1,59	1,44	1,41	1,42	1,32



TEMPO DI RIVERBERAZIONE T_{30}

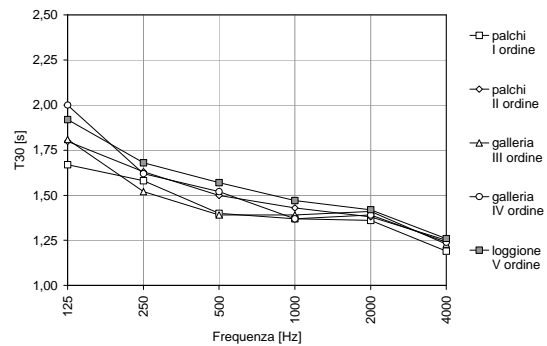
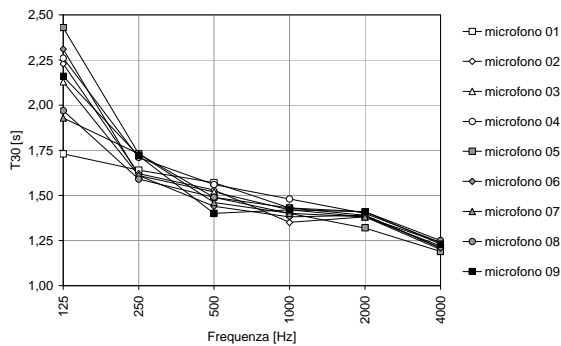
T_{30} [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	2,26	1,79	1,54	1,56	1,48	1,29
microfono 02	2,12	1,78	1,66	1,57	1,45	1,30
microfono 03	1,97	1,85	1,73	1,55	1,49	1,28
microfono 04	1,83	1,74	1,65	1,58	1,55	1,30
microfono 05	2,25	1,70	1,63	1,53	1,50	1,30
microfono 06	2,28	1,71	1,60	1,58	1,51	1,30
microfono 07	1,86	1,71	1,55	1,52	1,51	1,31
microfono 08	1,93	1,61	1,62	1,43	1,51	1,32
microfono 09	1,77	1,74	1,64	1,62	1,50	1,29

T_{30} [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	1,84	1,62	1,64	1,51	1,54	1,32
microfono 12 – II ord	1,87	1,61	1,60	1,61	1,51	1,27
microfono 13 – III ord	1,70	1,65	1,59	1,60	1,51	1,35
microfono 14 – IV ord	1,86	1,80	1,58	1,56	1,52	1,35
microfono 15 – V ord	2,01	1,69	1,71	1,57	1,51	1,29



T ₃₀ [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	1,73	1,64	1,57	1,43	1,39	1,21
microfono 02	2,23	1,62	1,53	1,35	1,38	1,22
microfono 03	2,13	1,61	1,52	1,42	1,38	1,20
microfono 04	2,26	1,71	1,56	1,48	1,40	1,24
microfono 05	2,43	1,73	1,49	1,40	1,32	1,19
microfono 06	2,31	1,61	1,44	1,38	1,39	1,21
microfono 07	1,93	1,73	1,46	1,40	1,38	1,24
microfono 08	1,97	1,59	1,49	1,43	1,41	1,25
microfono 09	2,16	1,72	1,40	1,42	1,41	1,23

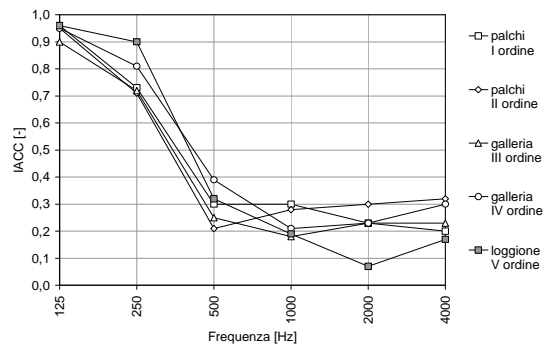
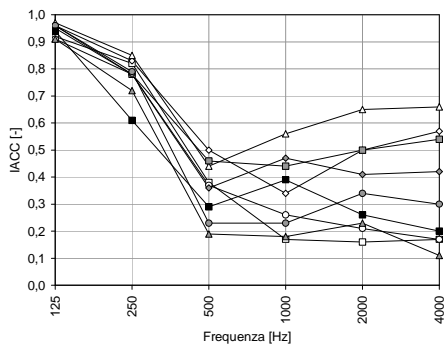
T ₃₀ [s]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	1,67	1,58	1,40	1,37	1,36	1,19
microfono 12 – II ord	1,80	1,63	1,50	1,43	1,38	1,25
microfono 13 – III ord	1,81	1,52	1,39	1,39	1,41	1,23
microfono 14 – IV ord	2,00	1,62	1,52	1,37	1,39	1,24
microfono 15 – V ord	1,92	1,68	1,57	1,47	1,42	1,26



COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE MUTUA INTERAURALE IACC

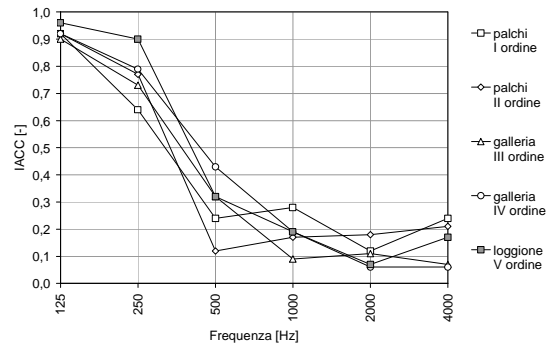
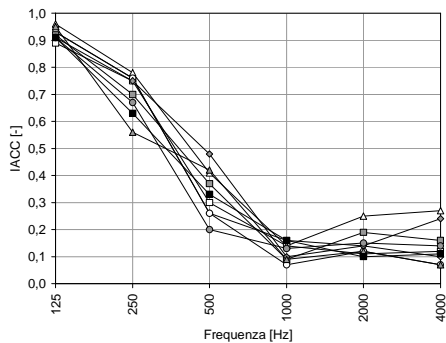
IACC (0,+) [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S01)						
microfono 01	0,92	0,82	0,38	0,17	0,16	0,17
microfono 02	0,96	0,83	0,50	0,34	0,50	0,57
microfono 03	0,97	0,85	0,44	0,56	0,65	0,66
microfono 04	0,91	0,78	0,37	0,26	0,21	0,17
microfono 05	0,95	0,78	0,46	0,44	0,50	0,54
microfono 06	0,96	0,78	0,36	0,47	0,41	0,42
microfono 07	0,91	0,72	0,19	0,18	0,23	0,11
microfono 08	0,96	0,79	0,23	0,23	0,34	0,30
microfono 09	0,94	0,61	0,29	0,39	0,26	0,20

IACC (0,+) [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S01)						
microfono 11 – I ord	0,96	0,73	0,30	0,30	0,23	0,20
microfono 12 – II ord	0,95	0,71	0,21	0,28	0,30	0,32
microfono 13 – III ord	0,90	0,72	0,25	0,18	0,23	0,23
microfono 14 – IV ord	0,95	0,81	0,39	0,21	0,23	0,30
microfono 15 – V ord	0,96	0,90	0,32	0,19	0,07	0,17



IACC (0,+) [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PLATEA (S02)						
microfono 01	0,89	0,75	0,30	0,14	0,11	0,12
microfono 02	0,93	0,76	0,26	0,16	0,14	0,10
microfono 03	0,96	0,78	0,41	0,14	0,25	0,27
microfono 04	0,93	0,76	0,26	0,07	0,12	0,07
microfono 05	0,92	0,70	0,37	0,09	0,19	0,16
microfono 06	0,91	0,75	0,48	0,10	0,14	0,24
microfono 07	0,95	0,56	0,42	0,09	0,12	0,07
microfono 08	0,91	0,67	0,20	0,13	0,15	0,14
microfono 09	0,91	0,63	0,33	0,16	0,10	0,11

IACC (0,+) [-]	125	250	500	1000	2000	4000
PALCHI (S02)						
microfono 11 – I ord	0,92	0,64	0,24	0,28	0,12	0,24
microfono 12 – II ord	0,92	0,77	0,12	0,17	0,18	0,21
microfono 13 – III ord	0,90	0,73	0,32	0,09	0,11	0,07
microfono 14 – IV ord	0,92	0,79	0,43	0,19	0,06	0,06
microfono 15 – V ord	0,96	0,90	0,32	0,19	0,07	0,17



5.7 Considerazioni comparative

5.7.1 *Indice di chiarezza C_{80}*

SORGENTE SUL PALCOSCENICO (S01)

Platea. L'andamento tipico dell'indice di chiarezza musicale C_{80} , presenta valori che aumentano all'aumentare della frequenza, per tutte le posizioni microfoniche della platea. La variazione del parametro è fortemente influenzata dalla posizione in platea del microfono.

In corrispondenza della prima fila di microfoni, se alle basse frequenze il parametro assume valori abbastanza vicini tra loro, man mano che ci si sposta a frequenze più elevate, i valori tendono a divergere sempre più; nella seconda e nella terza fila, invece, sono stati ricavati valori di C_{80} che presentano un intervallo di variazione dei valori più ampio e una tendenza meno accentuata ad aumentare al crescere la frequenza.

Nella prima fila i valori più elevati sono stati rilevati nel teatro di Rovigo (al di sopra dei 500 Hz), seguito dal teatro di Treviso, da Trieste e Adria nelle posizioni 01 e 03, da Venezia nella 02.

In seconda fila, invece, se i due microfoni più esterni hanno rilevato i valori più elevati nel teatro di Trieste alle basse frequenze e in quello di Rovigo alle alte, il microfono più vicino alla sorgente li ha rilevati nel teatro di Rovigo; Venezia e Treviso presentano valori intermedi.

I microfoni della terza fila hanno misurato i valori più elevati nel teatro di Rovigo e i valori intermedi a Treviso, Trieste e Venezia.

Tutti i microfoni misurano i valori più bassi di C_{80} nel teatro di Adria, ad eccezione per le posizioni 01 e 03, dove vengono rilevati alla Fenice.

Palchetti. Dalla serie di misurazioni realizzate nei vari ordini di palchetti di ogni teatro, emerge un andamento crescente del parametro al crescere della frequenza, sebbene in modo molto lieve; inoltre nei quattro teatri si rilevano ad ogni frequenza valori molto dissimili tra loro.

In tutti gli ordini di palchetti, i valori rilevati di C_{80} presentano un intervallo di variazione molto ampio e presentano una tendenza poco accentuata ad aumentare con l'aumentare della frequenza.

In tutti gli ordini di palchetti, i valori più elevati vengono misurati nei teatri di Treviso e Trieste: nel primo ordine vi è una differenza notevole con i parametri misurati negli altri teatri, mentre nel terzo, i valori misurati dal microfono 13 del teatro di Trieste sono molto simili a quelli rilevati alla Fenice.

I valori più ridotti vengono misurati da tutti i microfoni del teatro di Adria, ad eccezione per quelli collocati nel primo ordine: infatti il microfono che rileva le quantità più basse di

C_{80} è quello della Fenice (dai 500 Hz in su) e ciò si verifica anche nel quinto ordine (assente nel teatro di Adria).

SORGENTE NELLA FOSSA D'ORCHESTRA (S02)

Platea. Le misurazioni di C_{80} effettuate in platea, presentano anche in questo caso valori con un andamento crescente, al crescere della frequenza; i valori registrati sono generalmente più bassi di quelli rilevati con la sorgente collocata sul palco.

I microfoni della prima fila hanno rilevato valori più elevati di C_{80} nei teatri di Trieste e Rovigo, mentre i più bassi nel teatro La Fenice; Adria presenta generalmente valori del parametro più elevati di quelli rilevati a Treviso.

Nella seconda fila si registra una situazione differente: nella postazione 04 i valori più alti si rilevano, come nel caso precedente, nei teatri di Trieste e Rovigo e i più bassi a Venezia, mentre, nelle altre due postazioni (più vicine alla sorgente) i più alti si misurano a Treviso, i più bassi alla Fenice e nel teatro di Adria.

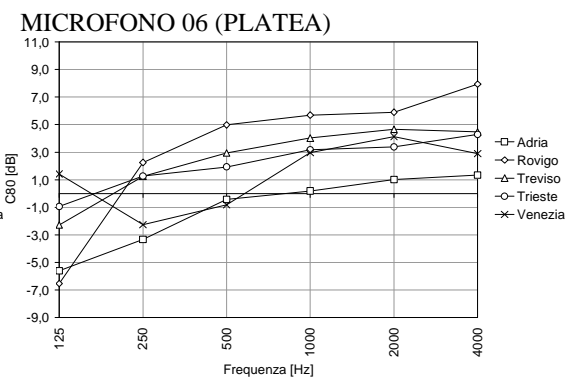
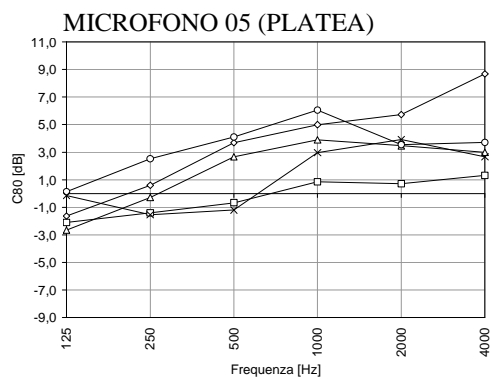
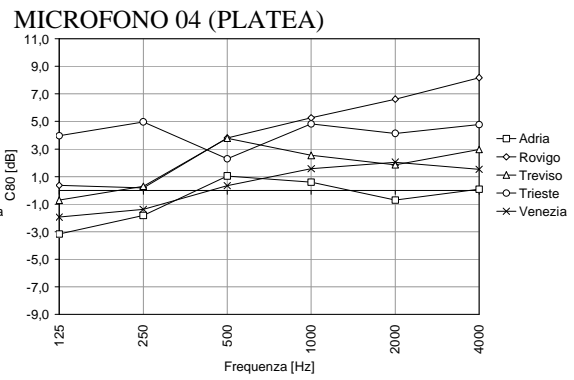
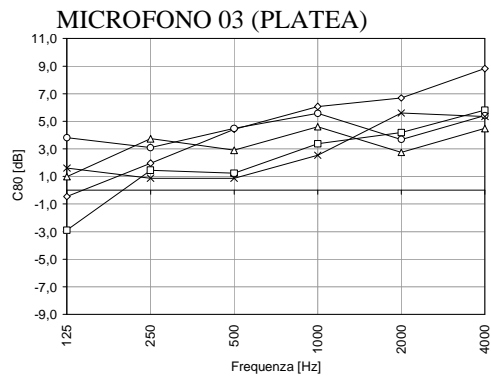
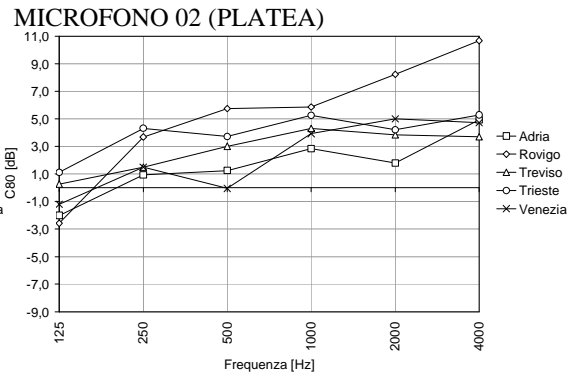
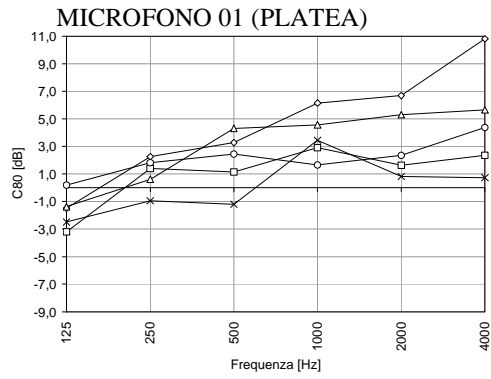
I microfoni posizionati nell'ultima fila rilevano valori del parametro più elevati nel teatro di Trieste e più bassi ad Adria; nella postazione intermedia (la 08), si rilevano valori bassi anche alla Fenice.

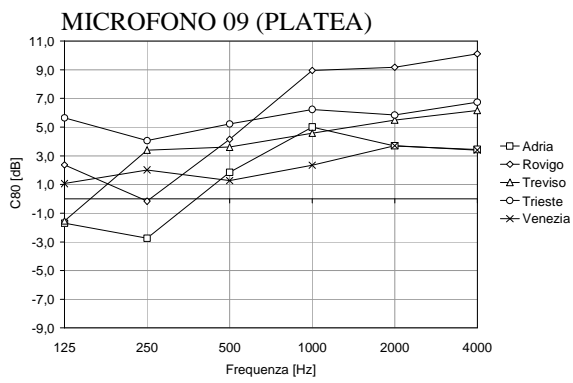
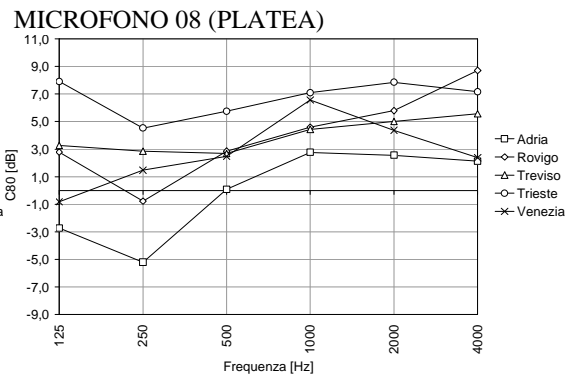
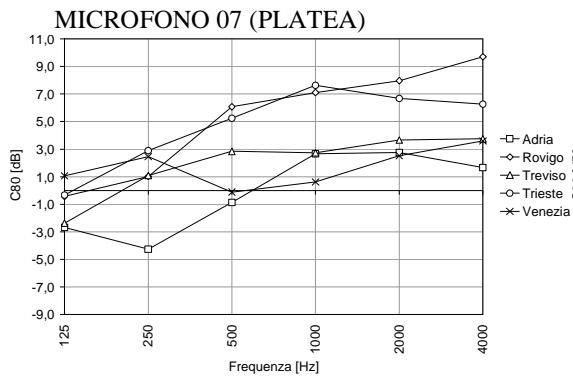
Palchetti. Dalla serie di misurazioni realizzate nei vari ordini di palchetti di ogni teatro, emerge un andamento crescente del parametro al crescere della banda di frequenza, sebbene in modo molto lieve. Tale situazione è analoga al caso di sorgente posta sul palcoscenico. A tutte le frequenze i quattro teatri presentano valori molto differenti tra loro.

Nel primo e nel secondo ordine, sono i microfoni di Trieste a rilevare i valori maggiori; dal terzo ordine in su, alle basse frequenze i valori più alti si misurano ancora a Trieste, mentre da 1000 Hz in su si trovano a Treviso.

SORGENTE SUL PALCOSCENICO (S01)

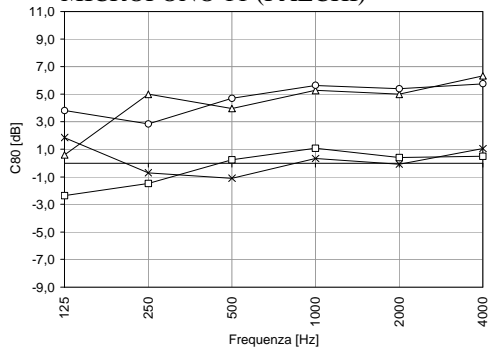
Platea



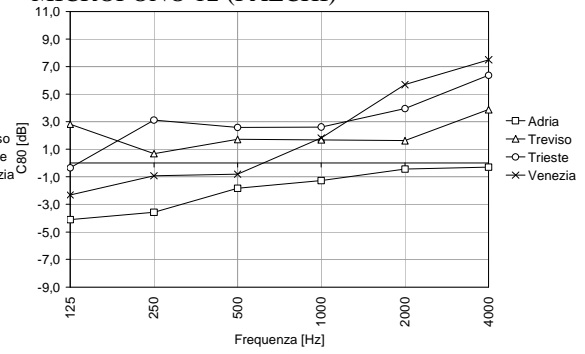


Palchetti

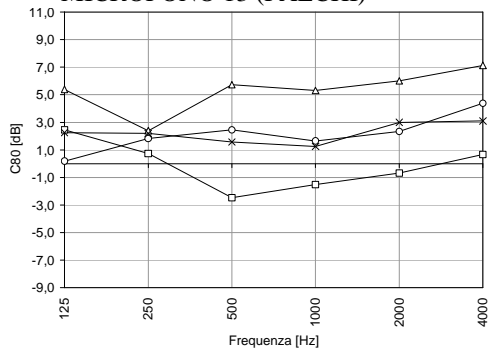
MICROFONO 11 (PALCHI)



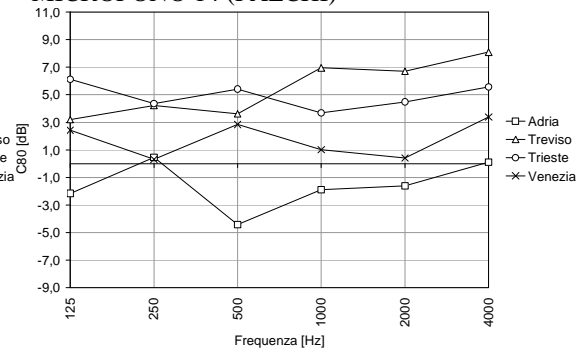
MICROFONO 12 (PALCHI)



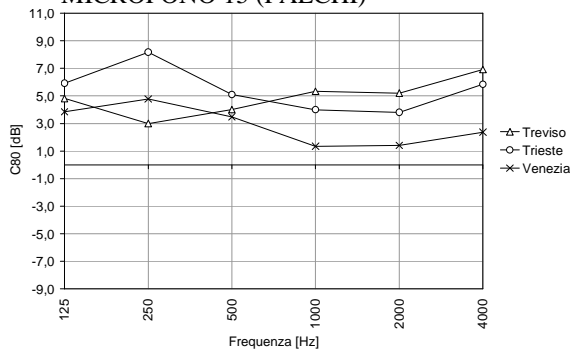
MICROFONO 13 (PALCHI)



MICROFONO 14 (PALCHI)

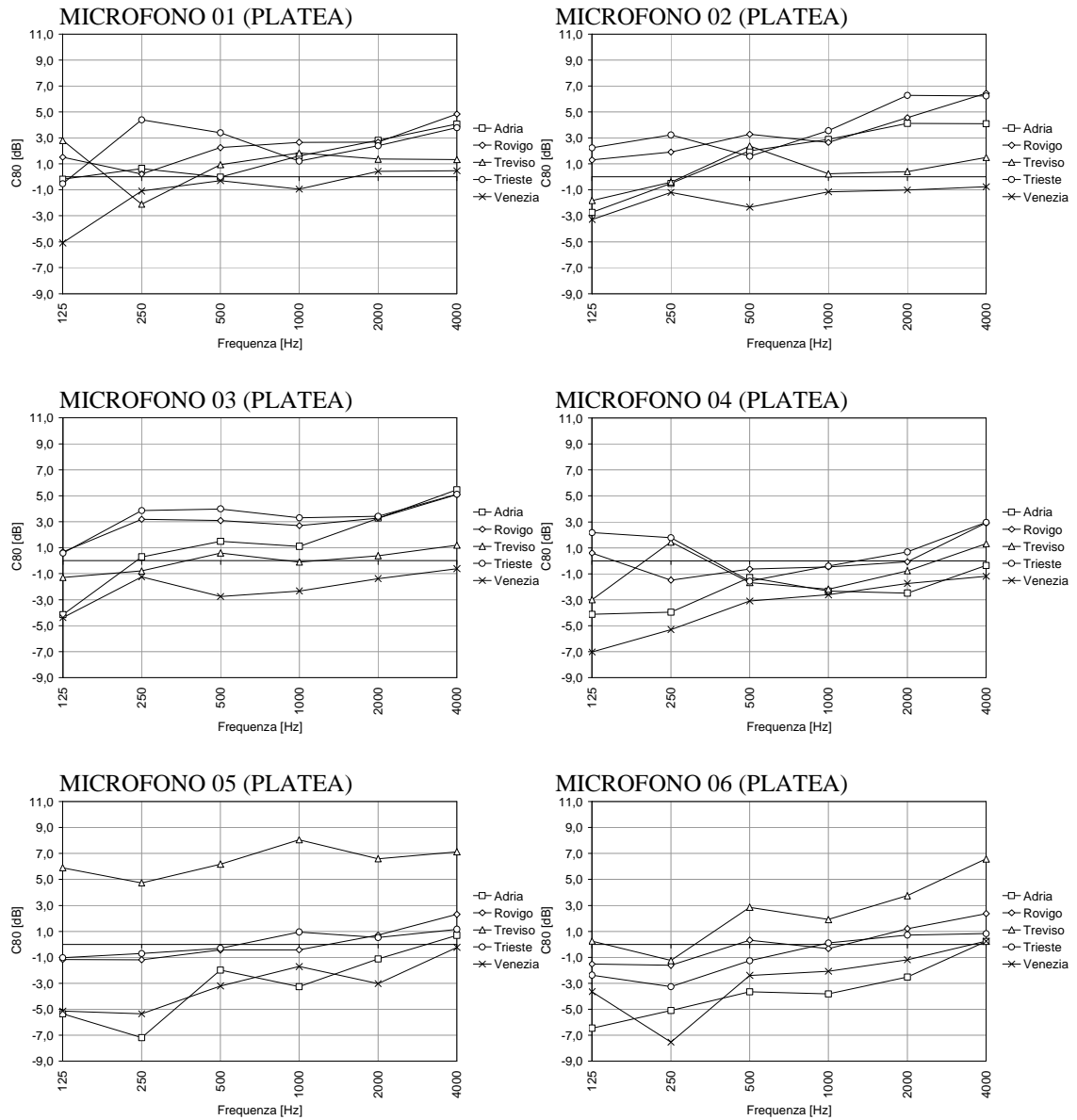


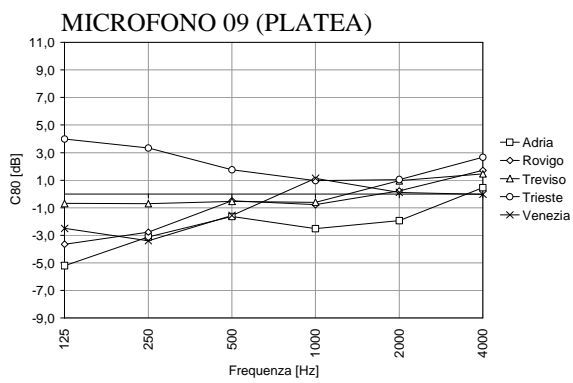
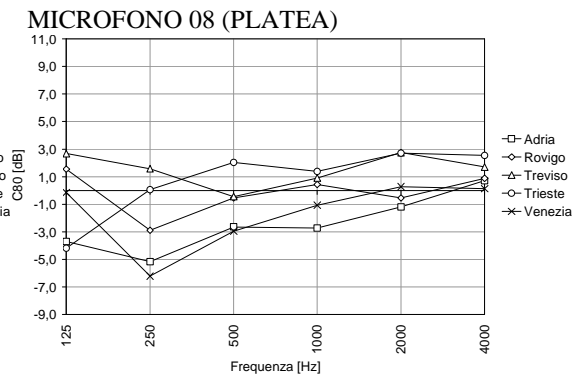
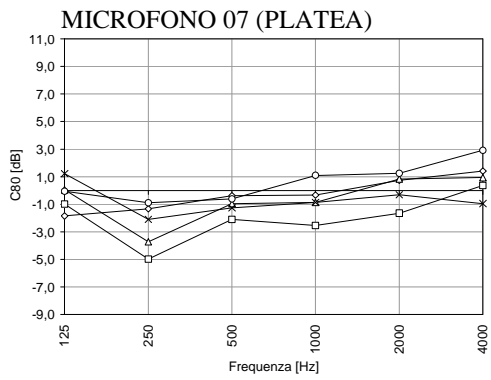
MICROFONO 15 (PALCHI)



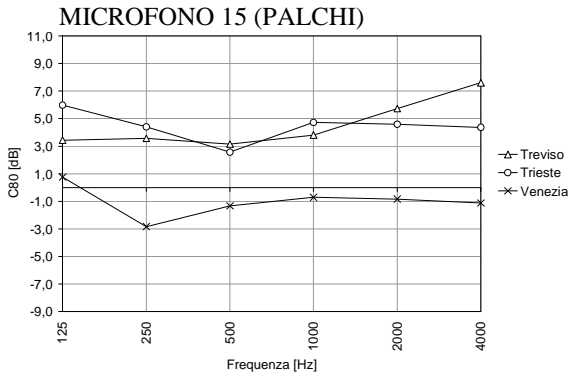
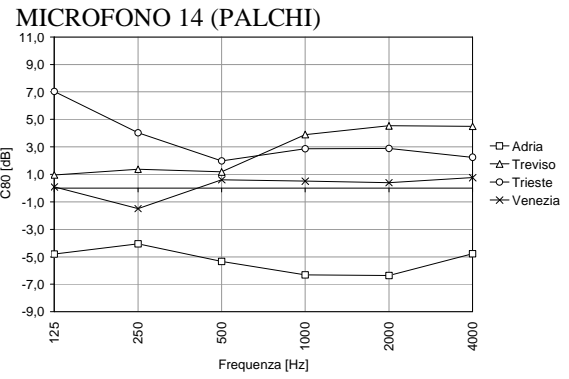
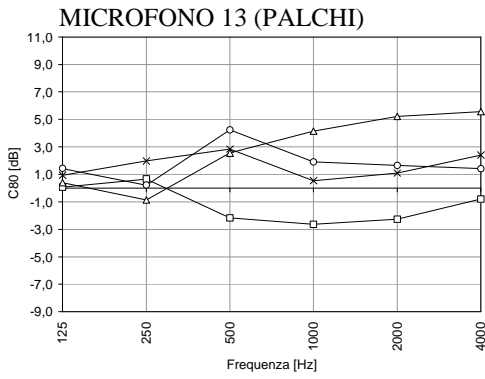
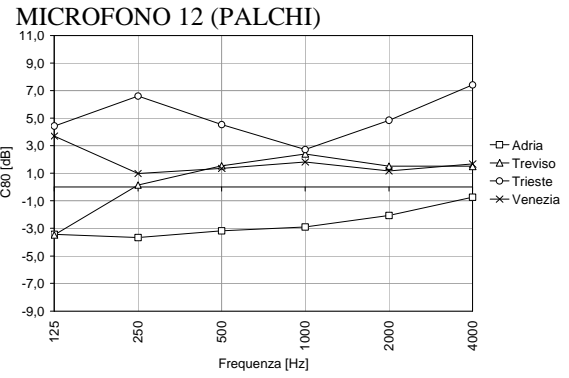
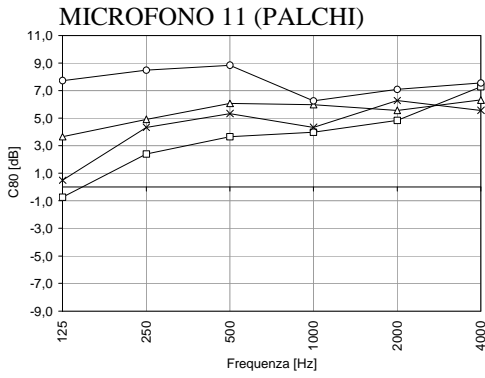
SORGENTE NELLA FOSSA D'ORCHESTRA (S02)

Platea





Palchetti



5.7.2 *Indice di definizione D₅₀*

SORGENTE SUL PALCOSCENICO (S01)

Platea. I rilievi di D₅₀ effettuati in platea, restituiscono valori del parametro che seguono un andamento crescente fino a 1000 Hz, e dopo tale frequenza si mantengono pressoché costanti; l'intervallo di variazione del parametro tra i diversi teatri tende ad aumentare per le frequenze maggiori.

Le prime due file di microfoni del teatro di Rovigo hanno rilevato le quantità più elevate del parametro; valori poco più bassi si sono misurati a Trieste (al di sotto dei 1000 Hz) e alla Fenice (al di sopra dei 1000 Hz, nelle due postazioni più interne). I valori più bassi del parametro per la postazione 01 si hanno nel teatro La Fenice, per la 02 e 03 nel teatro di Treviso e Adria, per la seconda fila di misure, si rilevano valori del parametro molto bassi nel teatro di Adria.

Nell'ultima fila di microfoni, i valori più elevati del parametro sotto i 500 Hz si sono registrati nel teatro di Treviso, e sopra i 500 Hz a Rovigo, ad eccezione del microfono centrale, che ha rilevato dei picchi all'interno della Fenice; i valori più ridotti vengono misurati dal microfono più esterno (07) nel teatro La Fenice, da quello centrale e dal microfono interno (alle basse frequenze) nel teatro di Adria.

Palchetti. Dalla serie di rilevamenti attuati nei palchetti dei teatri, emerge un andamento sostanzialmente differente per ogni ordine in cui si effettua la misura: se nei primi due è crescente, dal terzo in su all'inizio diminuisce per poi iniziare a salire. Anche gli intervalli di variazione delle quantità rilevate sono eterogenei e fortemente influenzati dalla posizione del microfono.

Nel primo ordine di palchetti emergono due situazioni differenti: si registrano valori elevati nei teatri di Treviso e Trieste e valori molto più bassi nei teatri di Adria e Venezia. Nel secondo ordine la situazione è differente: fino a 500 Hz i valori si mantengono costantemente bassi, ma dopo questa banda di frequenza iniziano a crescere; sotto i 500 Hz i valori maggiori si rilevano a Trieste e oltre i 500 Hz, i più alti si misurano a Venezia, quelli minori ad Adria.

Nel terzo ordine si verifica una situazione simile, sebbene l'andamento sia decrescente fino a 500 Hz; oltre i 500 Hz i valori più alti li presenta il teatro di Treviso, i più bassi il teatro di Adria. Un andamento analogo si registra nel quarto ordine (sebbene il campo di variazione sia più esteso) e nel quinto.

SORGENTE NELLA FOSSA D'ORCHESTRA (S02)

Platea. I rilievi di D_{50} in platea, nel caso in cui la sorgente sonora sia collocata nella fossa d'orchestra, presentano valori del parametro molto più bassi rispetto a quelli acquisiti con la sorgente sul palcoscenico; l'andamento generale è ancora crescente, anche se in modo più moderato.

Nella prima fila si nota una grande differenza tra i risultati delle misurazioni effettuate nei teatri di Adria, Rovigo e Trieste e quelle effettuate a Treviso e Venezia, molto più basse rispetto alle altre; i valori più bassi si ritrovano nel teatro di Treviso. La seconda fila di microfoni ha rilevato valori più bassi e più simili tra loro; i valori più elevati si riscontrano nel teatro di Rovigo, seguiti da Trieste; i più bassi si trovano alla Fenice. Nella postazione più esterna, a 2000 e 4000 Hz i valori maggiori si rilevano nel teatro di Trieste.

Palchetti. L'andamento in frequenza del parametro presenta caratteristiche differenti a seconda della postazione in cui si effettua il rilievo.

Nel primo come nel secondo ordine i valori più alti sono stati misurati all'interno del teatro Verdi di Trieste; per quanto riguarda i valori più bassi, nel primo ordine si rilevano nel teatro di Adria al di sotto della banda dei 1000 Hz, nel teatro La Fenice al di sopra dei 1000 Hz, mentre nel palchetto del secondo ordine si misurano le quantità più basse nel teatro di Adria.

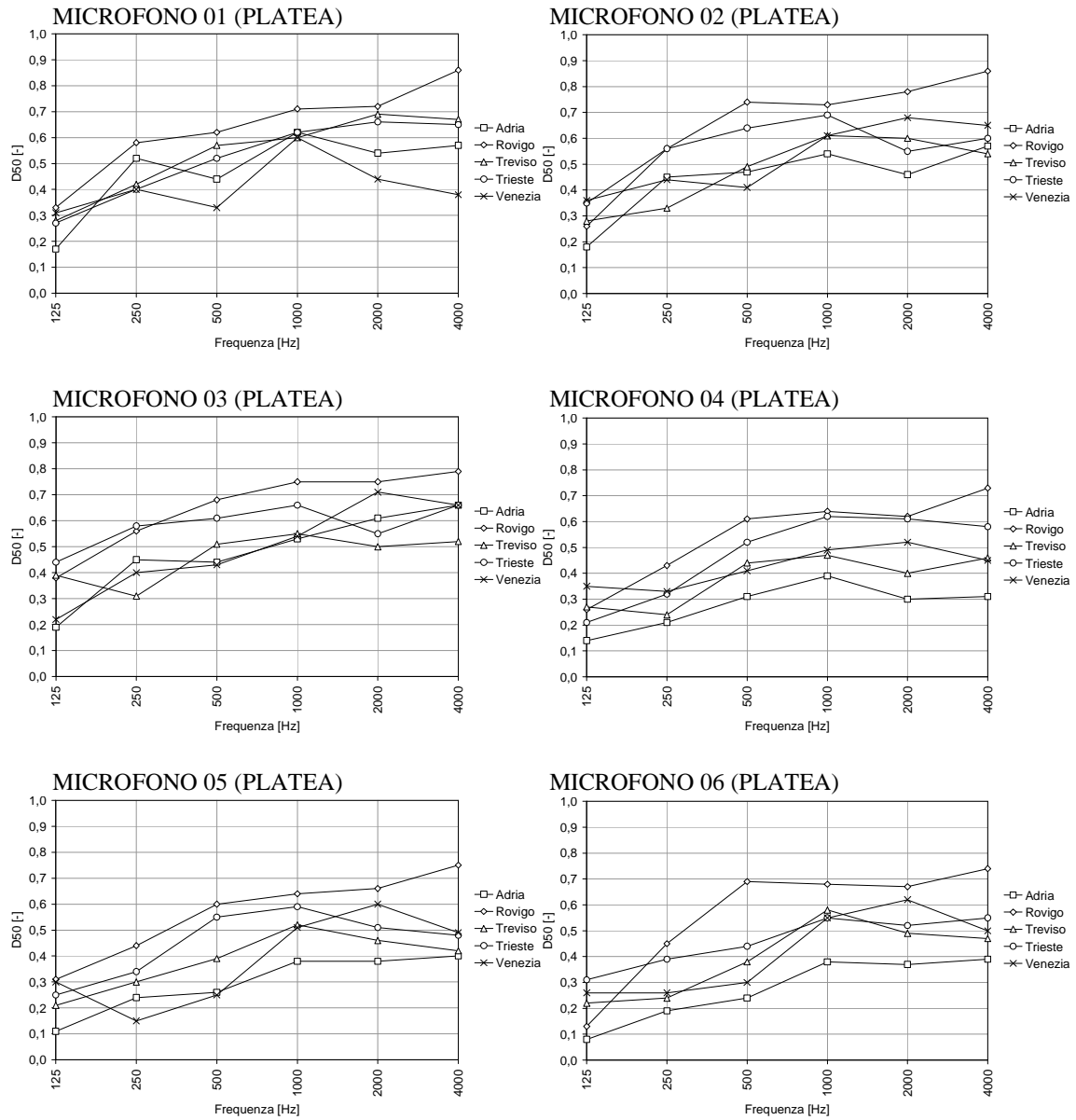
Nel palchetto del terzo ordine i valori più alti si registrano nel teatro di Treviso, a partire dai 1000 Hz, e i più bassi nel teatro di Adria, a partire da 500 Hz: al di sotto dei 500 Hz i valori misurati nei due teatri si incrociano, quindi quelli rilevati a Treviso diventano inferiori a quelli rilevati ad Adria.

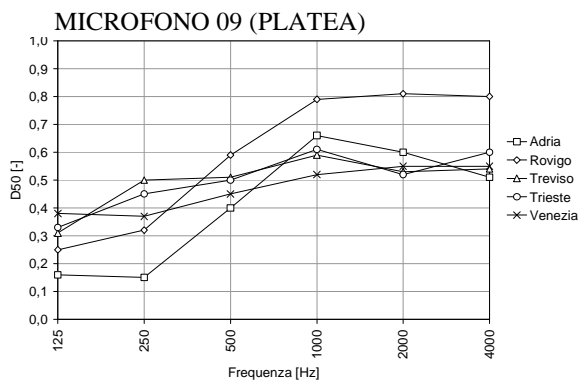
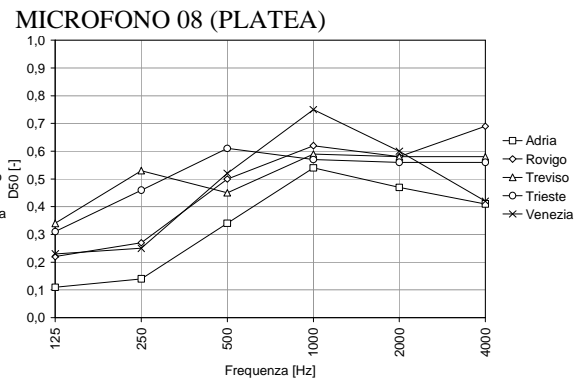
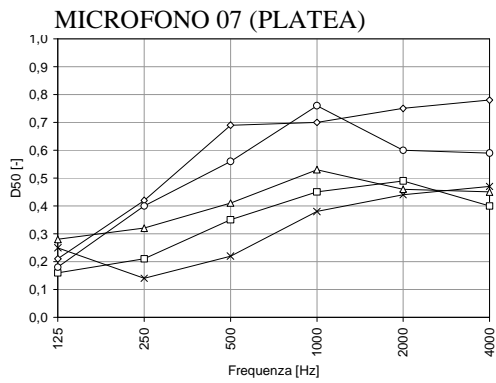
Il microfono collocato nel palchetto del quarto ordine misura i valori più elevati di D_{50} nel teatro di Treviso e i valori più ridotti nel teatro di Adria, entrambi a bande di frequenza superiori a 250 Hz.

Nel quinto ordine si rilevano valori simili nei teatri di Treviso e Trieste, mentre emergono valori molto più bassi all'interno de La Fenice.

SORGENTE SUL PALCOSCENICO (S01)

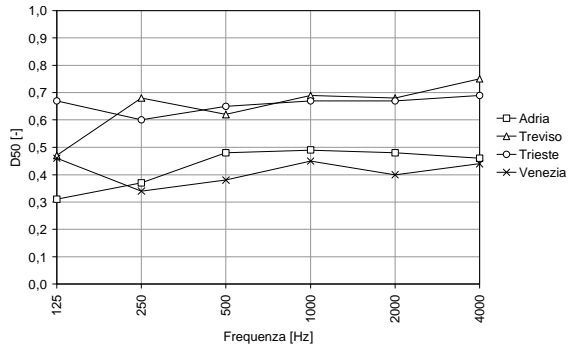
Platea



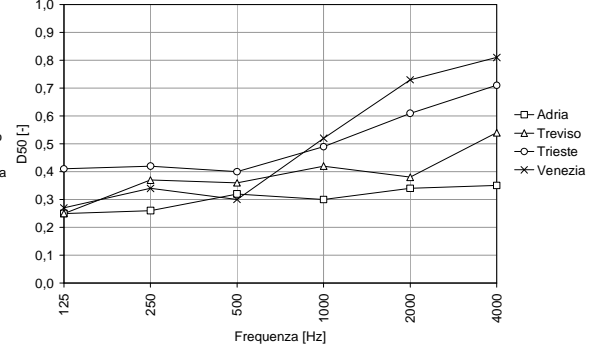


Palchetti

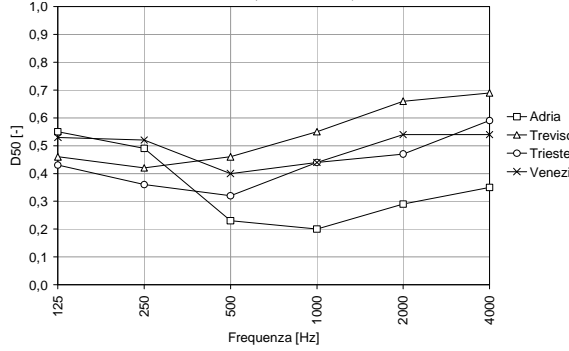
MICROFONO 11 (PALCHI)



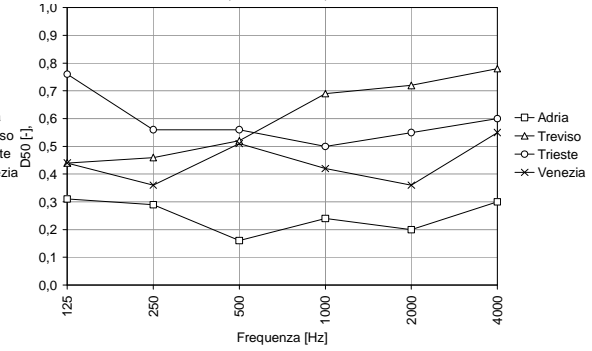
MICROFONO 12 (PALCHI)



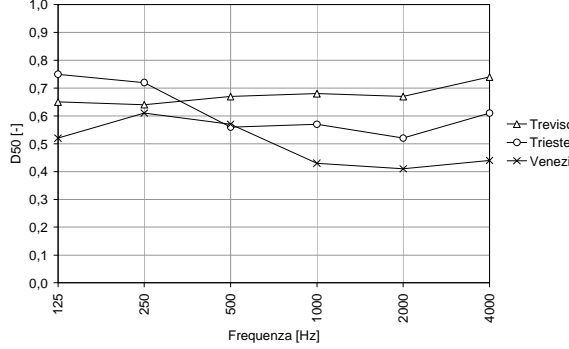
MICROFONO 13 (PALCHI)



MICROFONO 14 (PALCHI)

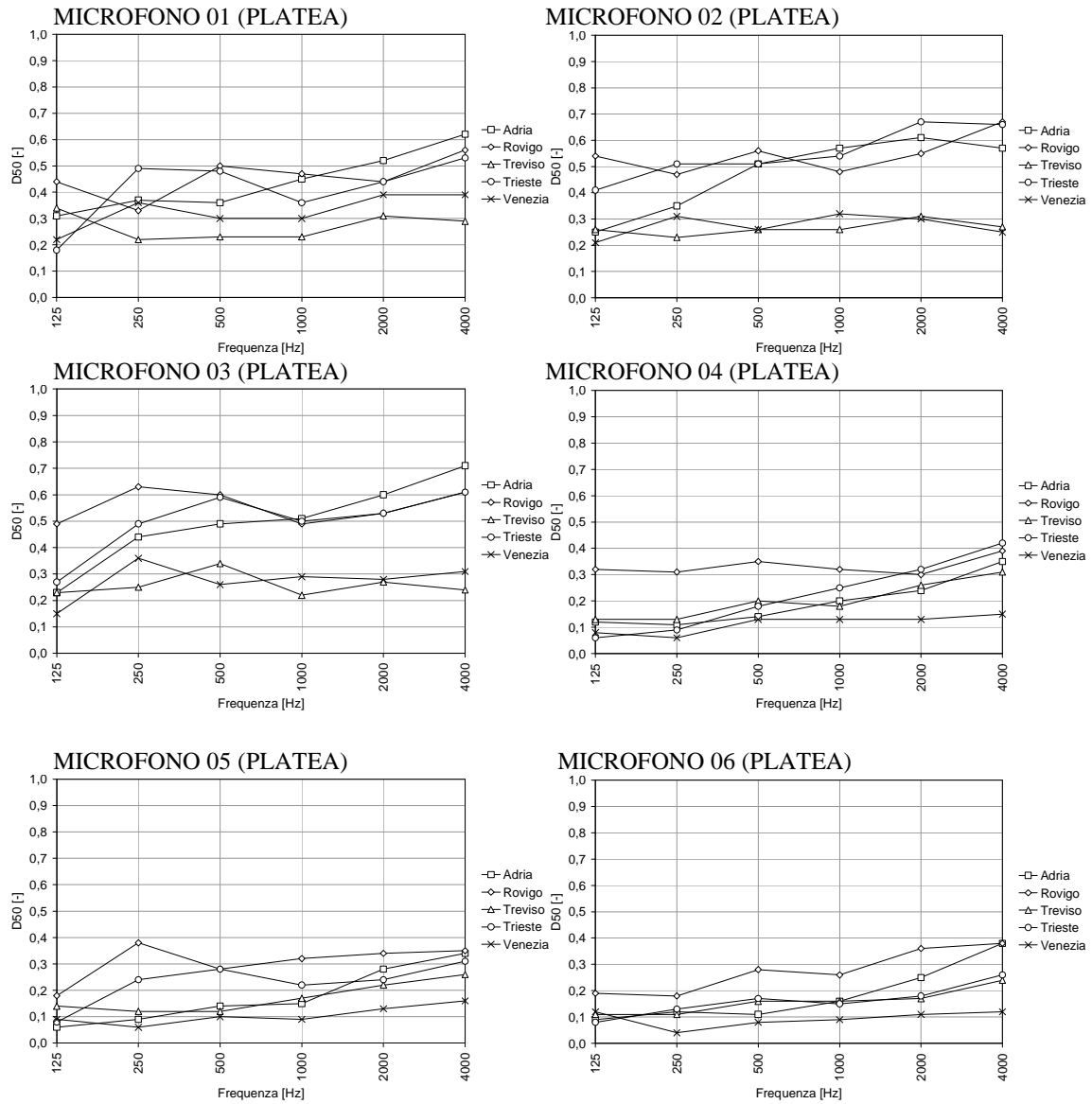


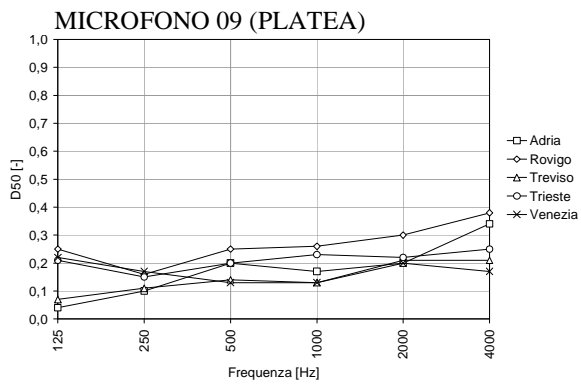
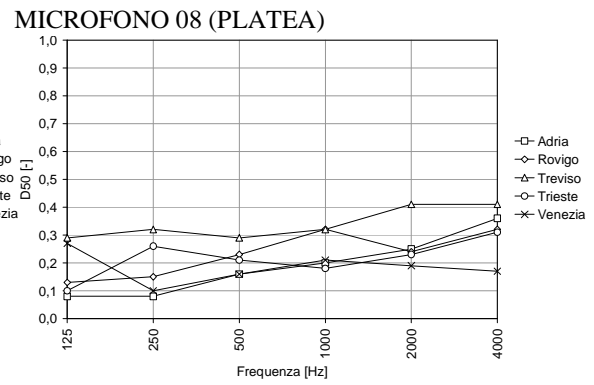
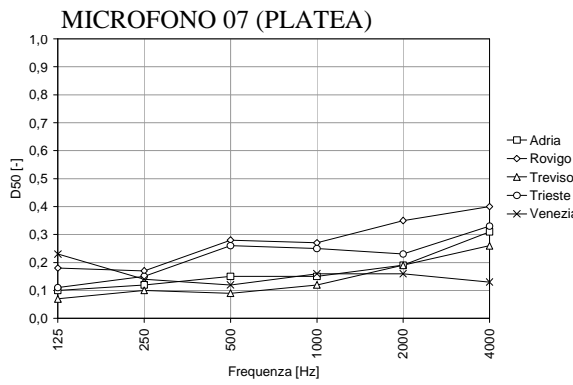
MICROFONO 15 (PALCHI)



SORGENTE NELLA FOSSA D'ORCHESTRA (S02)

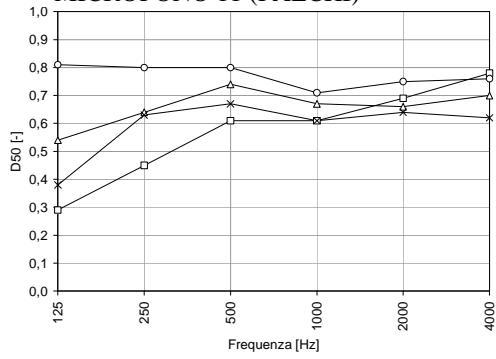
Platea



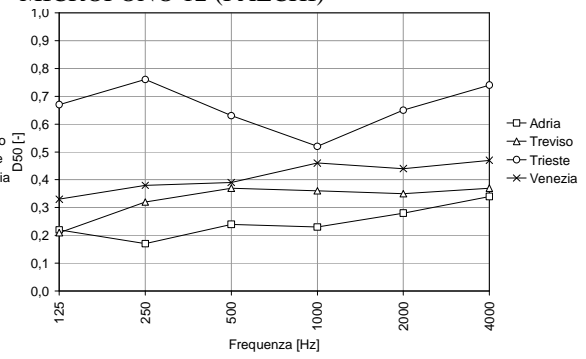


Palchetti

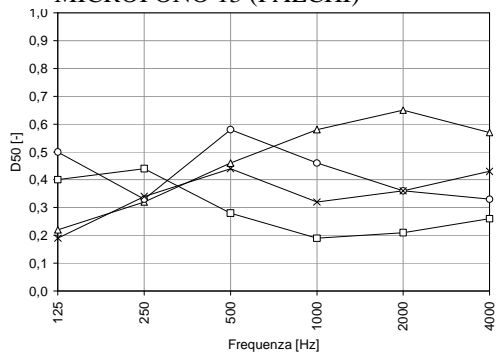
MICROFONO 11 (PALCHI)



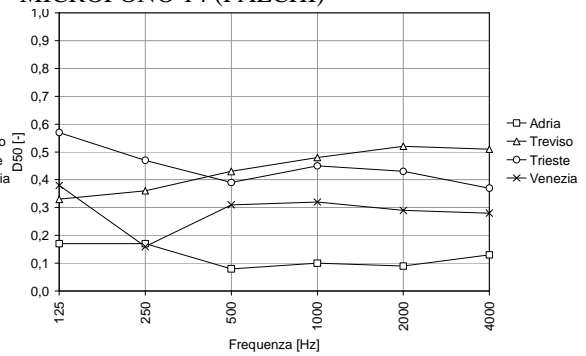
MICROFONO 12 (PALCHI)



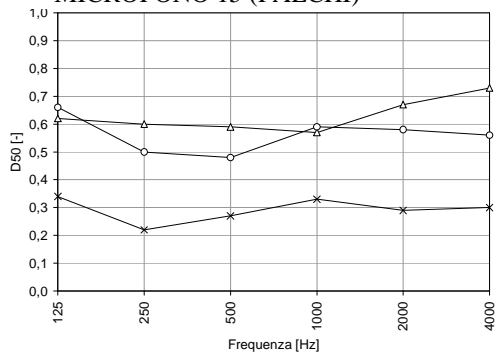
MICROFONO 13 (PALCHI)



MICROFONO 14 (PALCHI)



MICROFONO 15 (PALCHI)



5.7.3 Tempo di primo decadimento EDT

SORGENTE SUL PALCOSCENICO (S01)

Platea. La caratterizzazione acustica di ogni teatro, per quanto riguarda le misurazioni del tempo di primo decadimento EDT, presenta dei valori che tendono a diminuire all'aumentare della frequenza. Da notare come le misurazioni compiute all'interno del teatro di Adria presentano quantità molto più alte rispetto a quelle che emergono negli altri teatri.

I microfoni della prima fila hanno rilevato i valori più alti di EDT (subito dopo quelli rilevati ad Adria) nel teatro de La Fenice di Trieste e Rovigo; i più bassi, nella postazione più esterna (01) si misurano al di sotto dei 1000 Hz nel teatro Verdi di Trieste, al di sopra, in quello di Rovigo, nelle altre due postazioni, prima dei 1000 Hz nel teatro di Treviso, oltre i 1000 Hz in quello di Rovigo.

Dalle misurazioni effettuate nella seconda e nella terza fila di microfoni emerge che, a partire da 500 Hz, La Fenice presenta valori di EDT più alti, rispetto a quelli degli altri teatri; i valori più bassi del parametro si trovano invece al di sotto dei 1000 Hz, nel teatro Verdi di Trieste, oltre i 1000 Hz, nel teatro di Rovigo.

Palchetti. Dalla serie di misurazioni compiute nei vari ordini di palchetti di ogni teatro, emerge un andamento decrescente del parametro al crescere della banda di frequenza; a tutte le frequenze i quattro teatri presentano valori molto differenti tra loro. Analogamente alle misurazioni eseguite in platea, le misurazioni compiute nei palchetti del teatro di Adria presentano quantità molto più alte rispetto a quelle che emergono negli altri teatri (anche se Adria non presenta dei veri e propri palchi laterali, ma piuttosto gallerie).

In tutti gli ordini di palchetti, le quantità più elevate sono sempre state registrate all'interno de La Fenice; quelle più ridotte, nel primo e nel terzo ordine di palchetti del teatro di Treviso, mentre, nel palchetto del secondo e in quello del terzo sono state misurate, al di sotto dei 1000 Hz nel teatro Verdi di Trieste, oltre i 1000 Hz, nel teatro di Treviso.

SORGENTE NELLA FOSSA D'ORCHESTRA (S02)

Platea. Le misurazioni EDT effettuate in platea, presentano anche in questo caso valori con un andamento decrescente al crescere della frequenza; il teatro di Adria presenta anche in questo caso valori molto più alti di quelli che sono stati misurati negli altri teatri.

La prima fila di microfoni ha acquisito i valori più alti di EDT nel teatro La Fenice e i più bassi nei teatri di Treviso e Trieste.

Nella seconda fila, i due microfoni più esterni (04 e 05) hanno misurato i valori più elevati, al di sopra dei 500 Hz, nel teatro La Fenice, mentre il microfono 06 ha rilevato quantità elevate sia all'interno de La Fenice, sia nel teatro di Rovigo; i valori più bassi si sono riscontrati nella platea del teatro Verdi di Trieste e di Treviso.

Nella terza fila di microfoni, sono state misurate quantità molto alte a 500 e 1000 Hz nel teatro di Treviso, alle altre frequenze, nel teatro La Fenice. Valori intermedi sono emersi, invece, a Rovigo, seguiti dalle quantità rilevate all'interno del teatro Verdi di Trieste.

Palchetti. I dati pervenuti dalla serie di misurazioni realizzate nei vari ordini di palchetti di ogni teatro, presentano un andamento e dei campi di variazione molto simili a quelli rinvenuti nelle misurazioni eseguite quando la sorgente era collocata sul palcoscenico. Ancora una volta, nel teatro di Adria emergono valori molto più elevati rispetto a quelli trovati negli altri teatri.

Nel palchetto del primo ordine, le quantità maggiori emergono all'interno de La Fenice, seguite da quelle del teatro di Treviso e di Trieste, sotto i 1000 Hz, di Trieste e Treviso, a partire dai 1000 Hz.

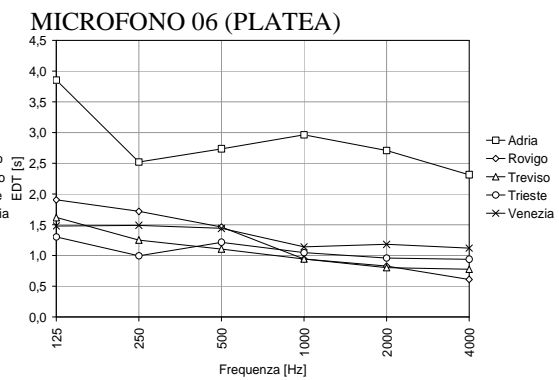
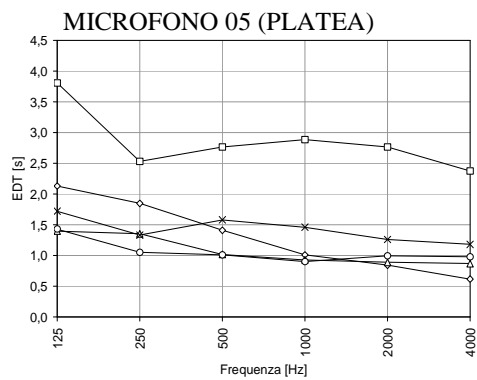
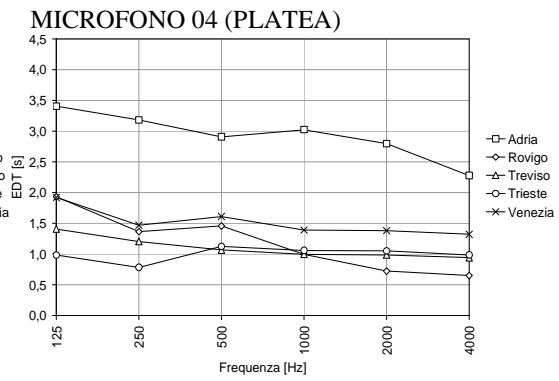
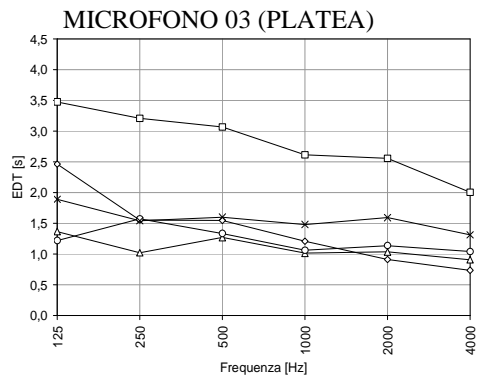
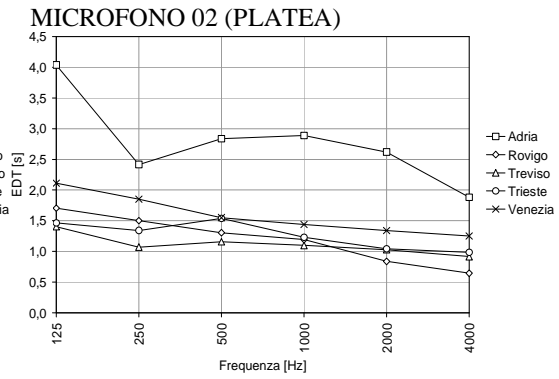
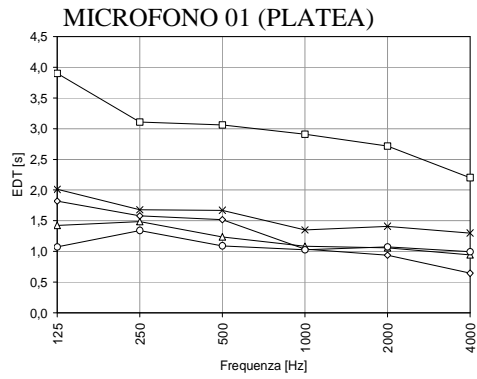
Il microfono collocato nel palchetto del secondo ordine ha rilevato valori elevati di EDT a 500 e 1000 Hz nel teatro Verdi di Trieste, alle altre frequenze, nel teatro La Fenice; i valori più bassi si misurano a Treviso.

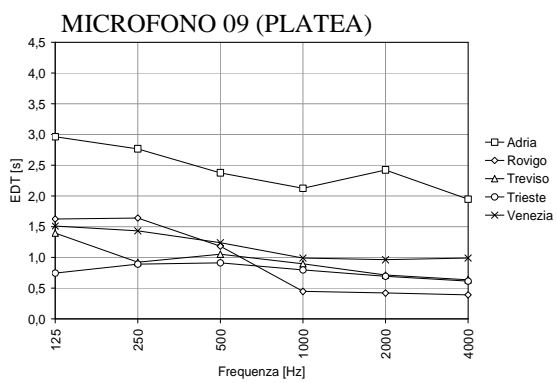
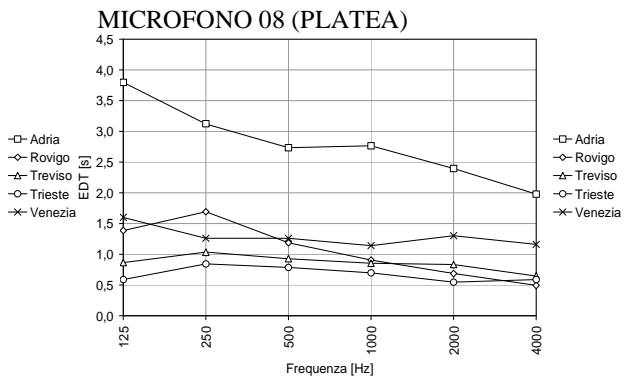
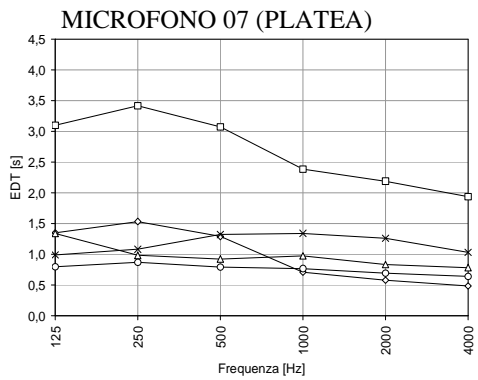
I microfoni posizionati nel terzo ordine hanno restituito i valori più alti nel teatro La Fenice, i più bassi nel teatro di Treviso.

Nel quarto e nel quinto ordine le quantità più elevate sono state rinvenute ancora una volta all'interno de La Fenice (ad eccezione per un picco a 500 Hz rilevato a Treviso nel quarto ordine) e quelle più ridotte sono emerse a Treviso, oltre i 500 Hz, e a Trieste, prima dei 500 Hz.

SORGENTE SUL PALCOSCENICO (S01)

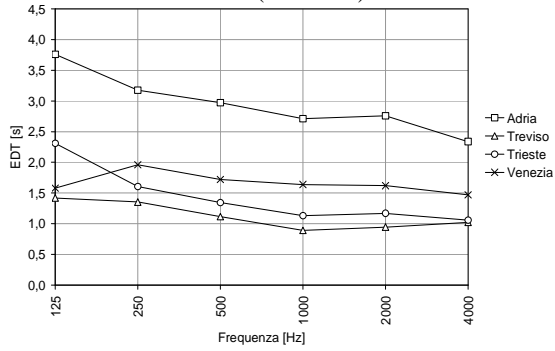
Platea



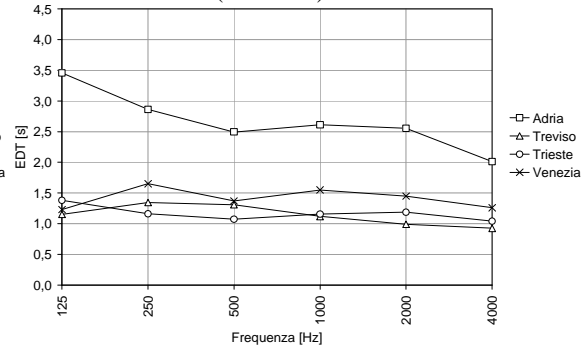


Palchetti

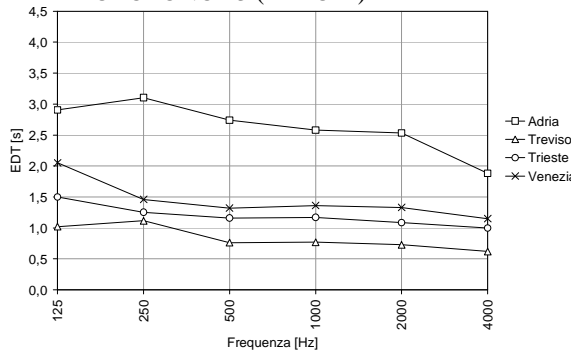
MICROFONO 11 (PALCHI)



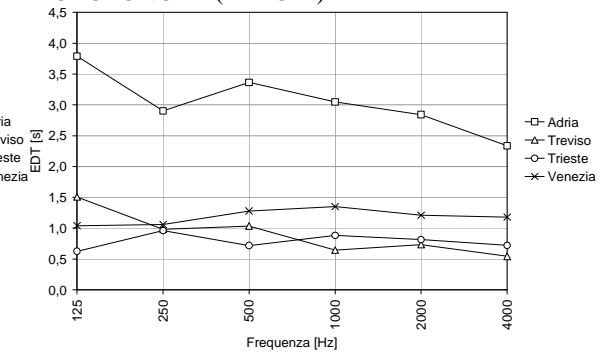
MICROFONO 12 (PALCHI)



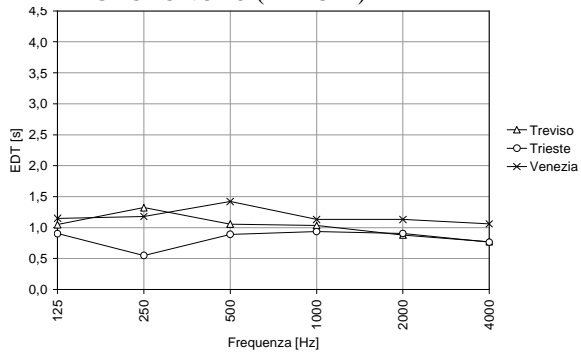
MICROFONO 13 (PALCHI)



MICROFONO 14 (PALCHI)

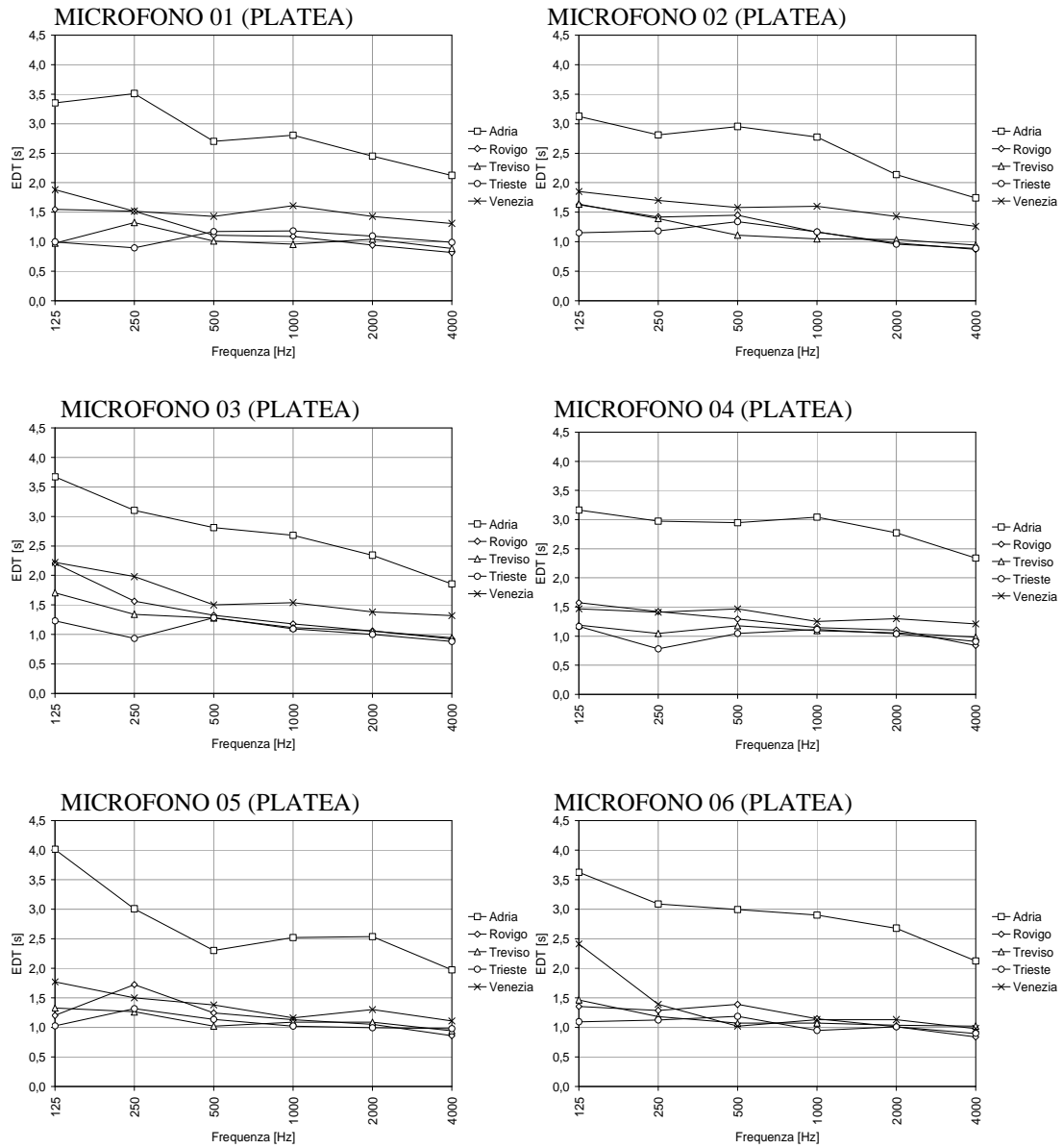


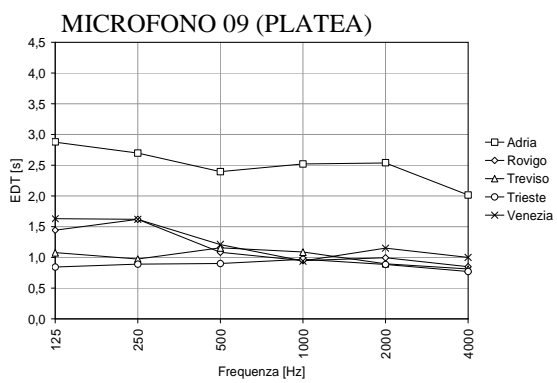
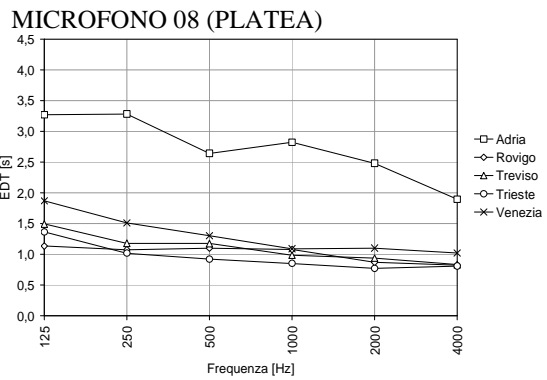
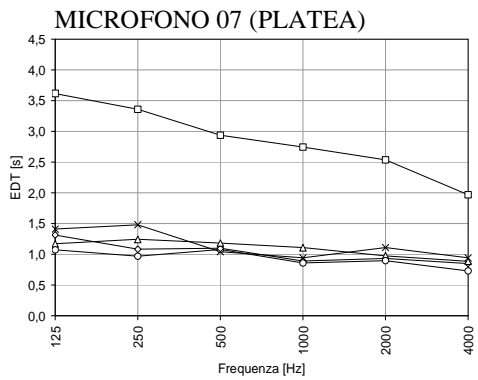
MICROFONO 15 (PALCHI)



SORGENTE NELLA FOSSA D'ORCHESTRA (S02)

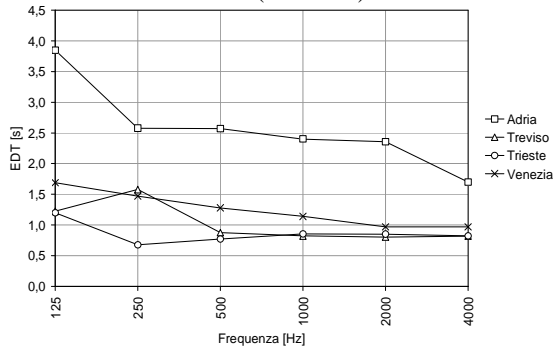
Platea



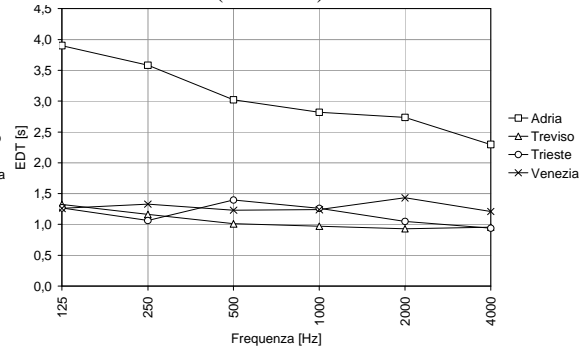


Palchetti

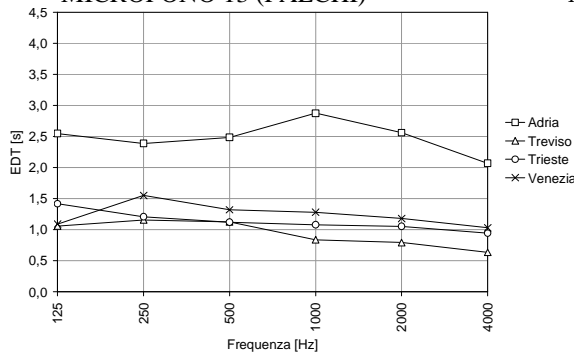
MICROFONO 11 (PALCHI)



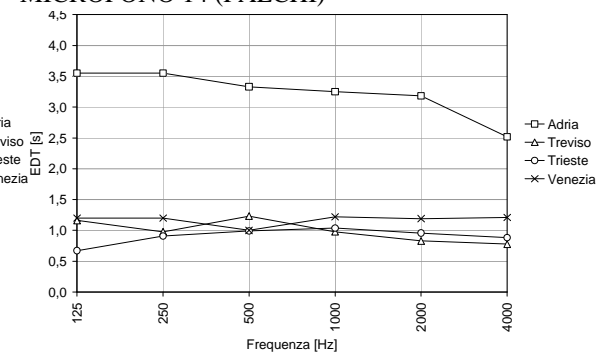
MICROFONO 12 (PALCHI)



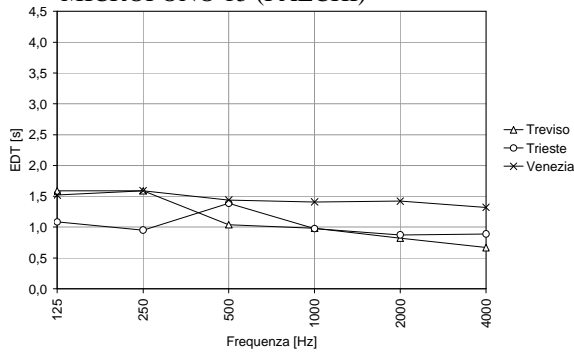
MICROFONO 13 (PALCHI)



MICROFONO 14 (PALCHI)



MICROFONO 15 (PALCHI)



5.7.4 Tempo di riverberazione T₃₀

SORGENTE SUL PALCOSCENICO (S01)

Platea. I rilievi di T₃₀ nella platea dei teatro hanno restituito dei valori che tendono a decrescere all'aumentare delle frequenza. Da notare come i valori del parametro rilevati all'interno del teatro di Adria presentano quantità molto più elevate rispetto a quelle che emergono negli altri teatri.

I valori più alti di T₃₀ si rilevano (subito dopo quelli rilevati ad Adria) nel teatro La Fenice; valori più bassi si misurano, al di sotto dei 1000 Hz, progressivamente all'interno dei teatri di Rovigo, Trieste e Treviso, mentre sopra i 1000 Hz, si misurano nei teatri di Trieste, Treviso e Rovigo.

Palchetti. Dalle misurazioni effettuate nei vari ordini di palchetti di ogni teatro, emerge la tendenza del parametro a diminuire al crescere della frequenza, sebbene in modo molto lieve. Analogamente alle misurazioni eseguite in platea, le misurazioni compiute nei palchetti del teatro di Adria presentano valori molto più alti rispetto a quelli che emergono negli altri teatri.

I cinque microfoni disposti ciascuno in un palchetto di ogni ordine, hanno rilevato approssimativamente le stesse quantità: ogni microfono, per i singoli teatri, ha quindi registrato lo stesso andamento rispetto alla frequenza.

SORGENTE NELLA FOSSA D'ORCHESTRA (S02)

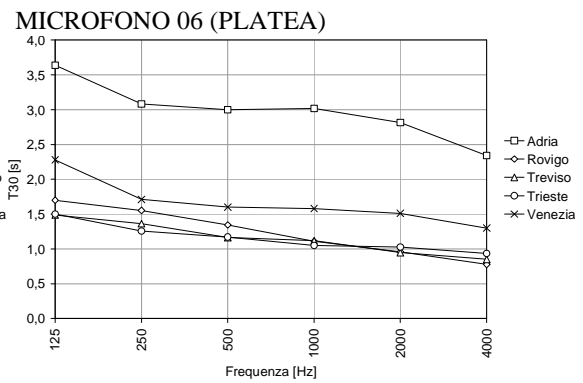
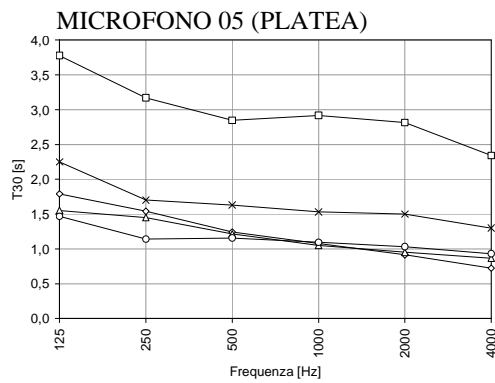
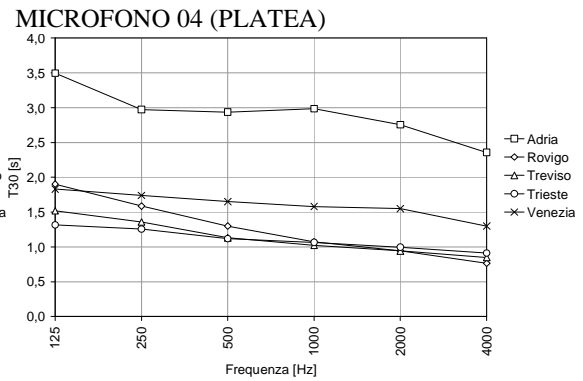
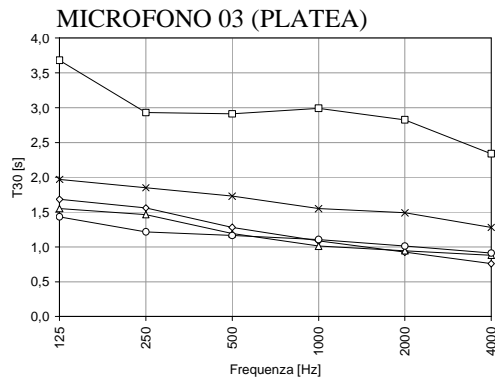
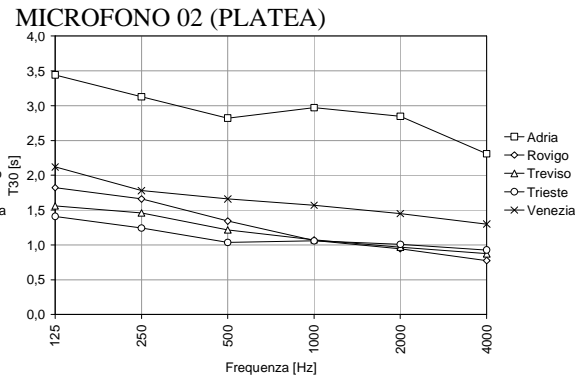
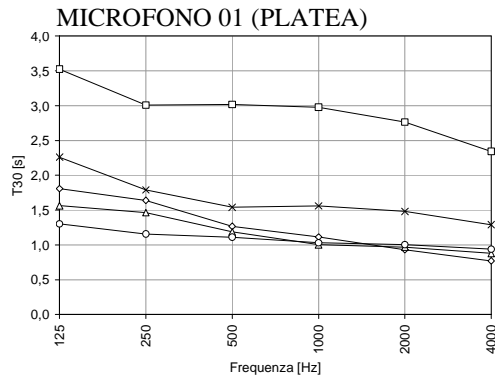
Platea. I rilievi di T_{30} effettuati in platea, presentano anche in questo caso valori con un andamento decrescente al crescere della frequenza; il teatro di Adria presenta anche in questo caso valori molto più alti di quelli che sono stati misurati negli altri teatri.

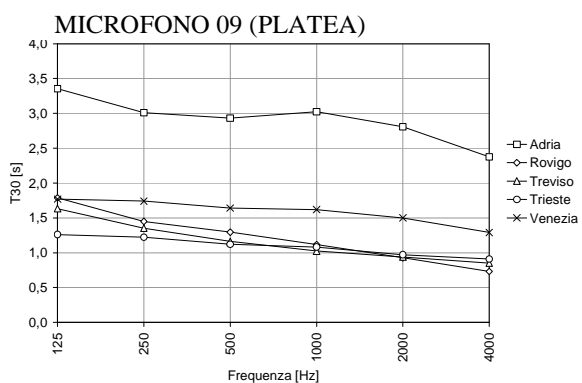
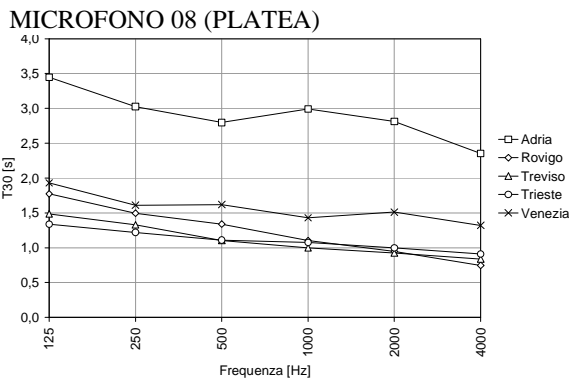
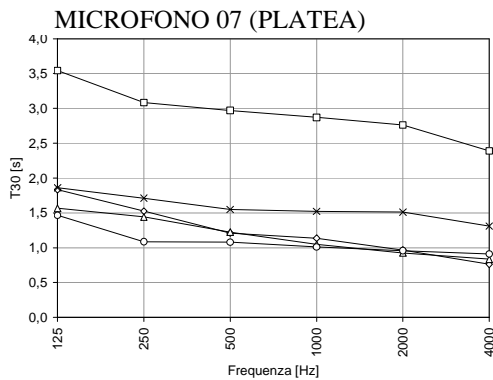
Palchetti. I dati delle misurazioni realizzate nei palchetti di ogni teatro, presentano un andamento simile a quello dei rilievi con la sorgente collocata sul palcoscenico. Ancora una volta, nel teatro di Adria emergono valori molto più elevati rispetto a quelli trovati negli altri teatri.

Similmente al caso sopraccitato dopo le misurazioni realizzate ad Adria, i valori più alti si sono rilevati nel teatro La Fenice seguita da Treviso e Trieste, viceversa, oltre i 1000 Hz.

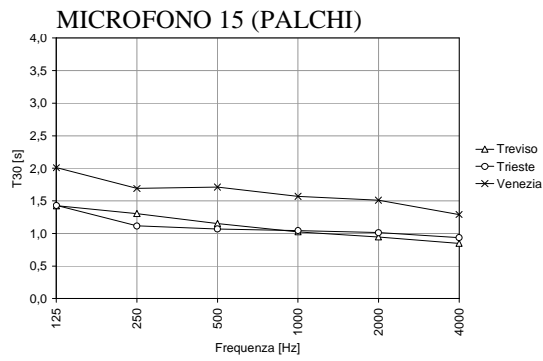
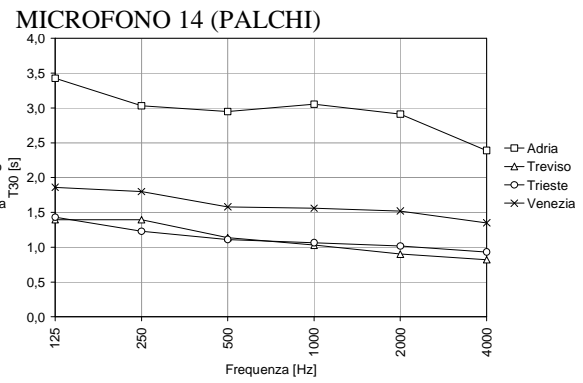
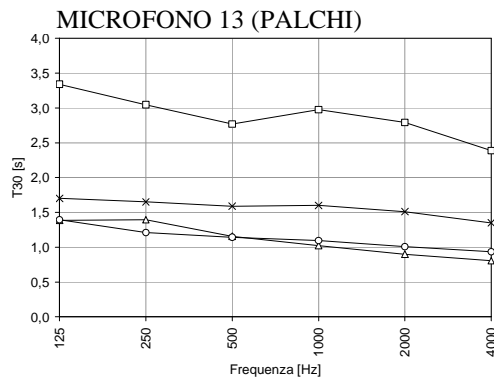
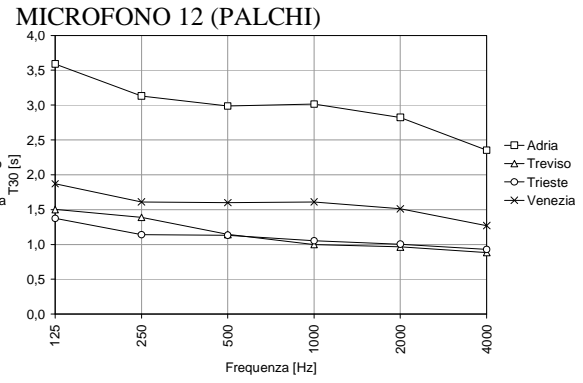
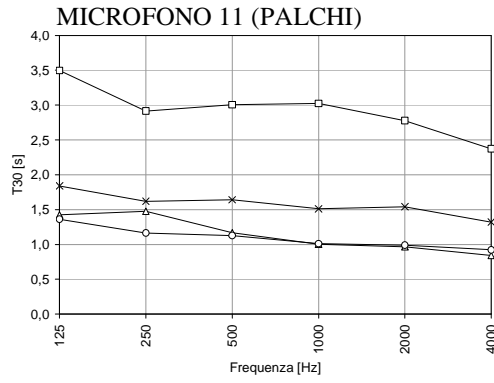
SORGENTE SUL PALCOSCENICO (S01)

Platea



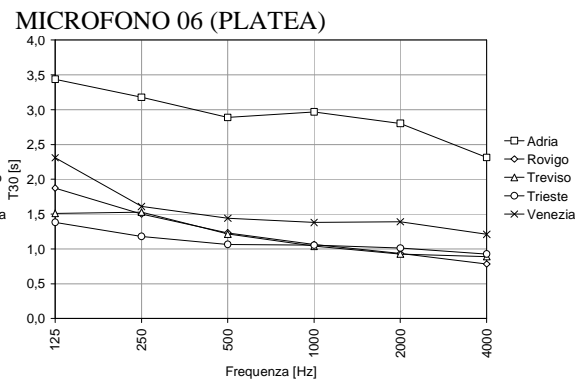
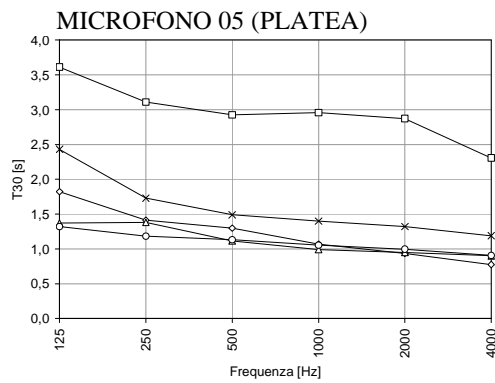
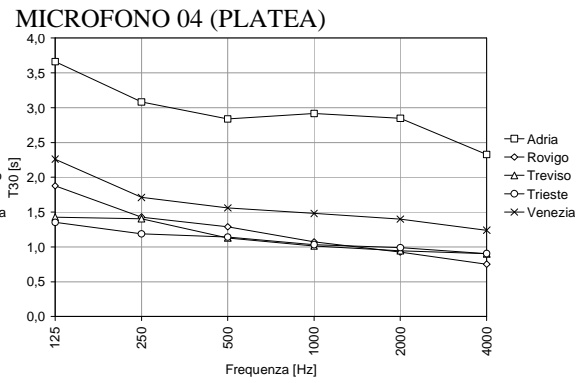
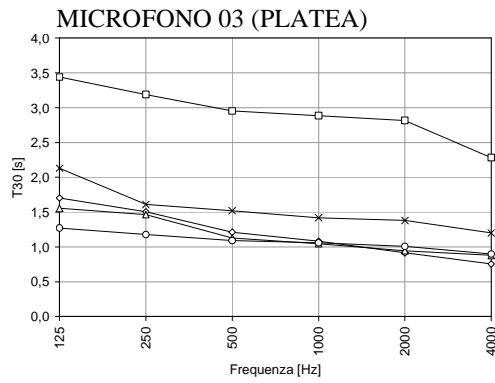
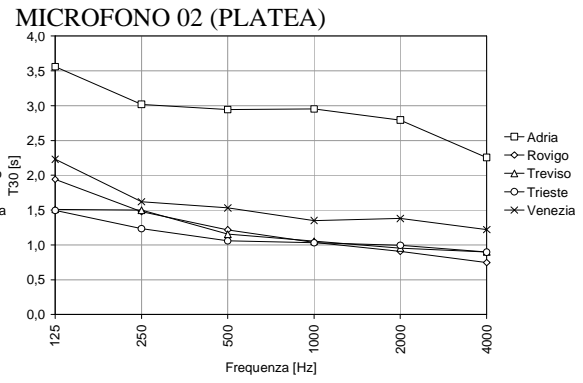
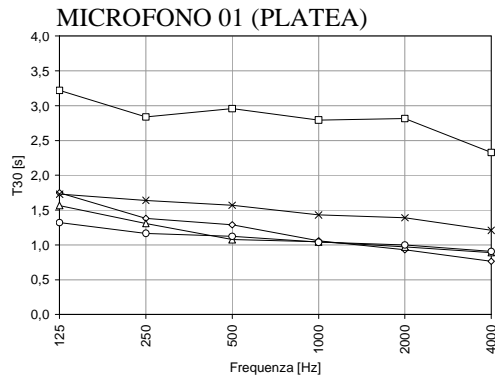


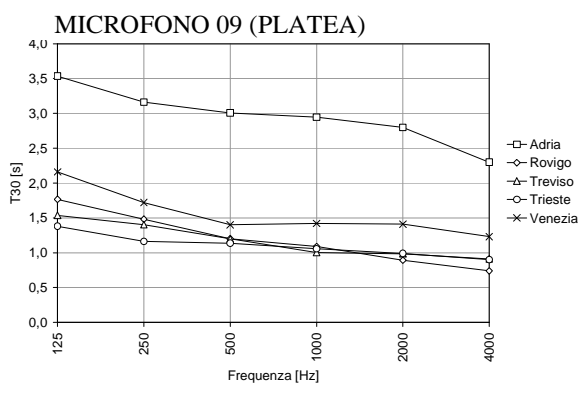
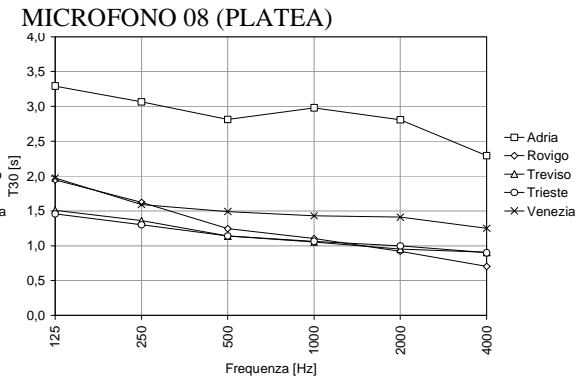
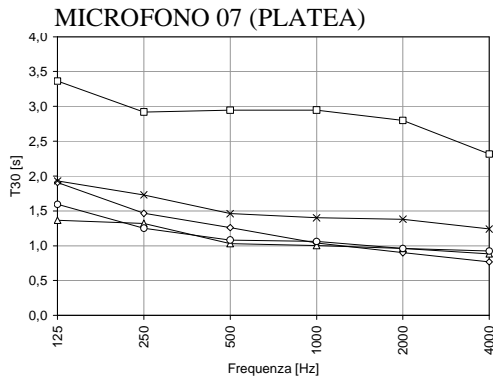
Palchetti



SORGENTE NELLA FOSSA D'ORCHESTRA (S02)

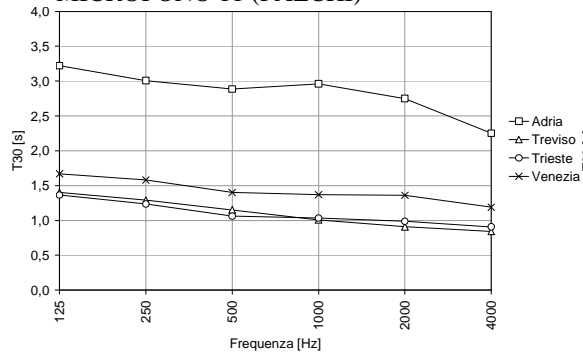
Platea



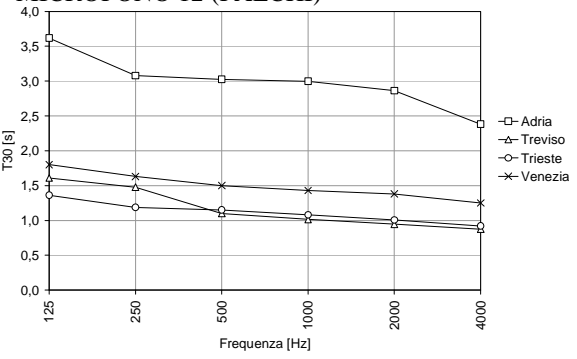


Palchetti

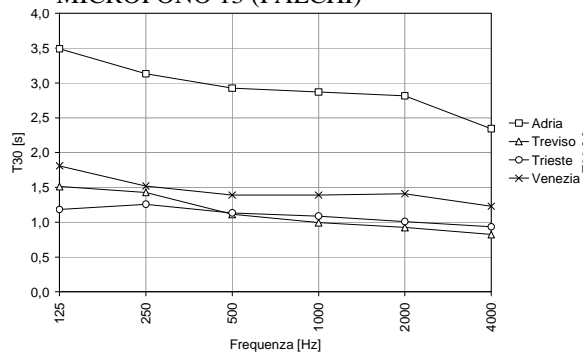
MICROFONO 11 (PALCHI)



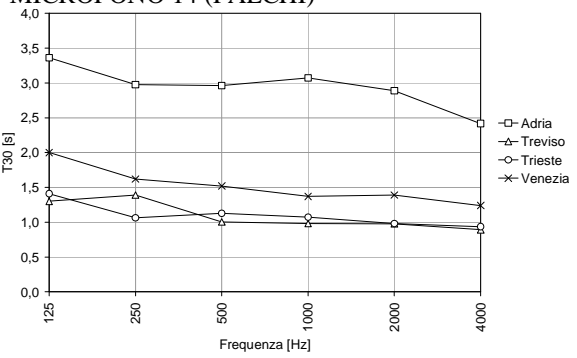
MICROFONO 12 (PALCHI)



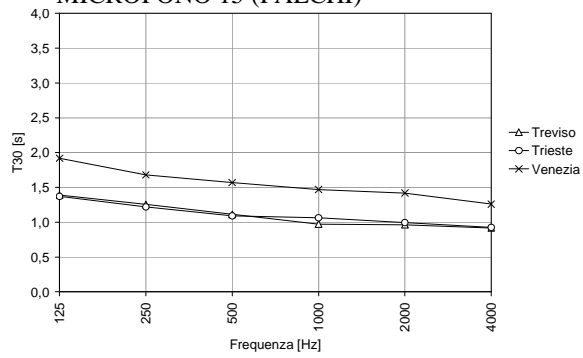
MICROFONO 13 (PALCHI)



MICROFONO 14 (PALCHI)



MICROFONO 15 (PALCHI)



5.7.5 Coefficiente di correlazione mutua interaurale IACC

SORGENTE SUL PALCOSCENICO (S01)

Platea. Dalle misurazioni nella platea dei teatri, sono emersi valori che tendono a diminuire in modo molto marcato passando da 125 a 500 Hz, ma dopo tale banda di frequenza, nelle due postazioni più esterne di ogni fila si mantengono costanti, mentre, nella postazione più vicina al centro della platea iniziano a crescere.

Il microfono più esterno della prima fila rileva i valori più elevati del parametro al di sotto dei 500 Hz e a sopra ai 2000 Hz nel teatro di Adria; alle altre bande di frequenza i valori più elevati vengono registrati nei teatri di Trieste e Treviso. I valori più bassi si vengono a trovare alle frequenze inferiori a 500 Hz nel teatro di Treviso, oltre 500 Hz nel teatro La Fenice. Nella postazione più vicina al centro della platea, le quantità più basse emergono nel teatro di Adria (oltre 250 Hz), ma quelle più alte si rilevano ad ogni frequenza in un diverso teatro; ciò si verifica anche nelle postazioni 05 e 06.

Nella postazione più esterna della seconda fila di microfoni (04), i valori più elevati si registrano generalmente nel teatro di Verdi, mentre quelli più ridotti alla Fenice.

I microfoni 07 e 08 rilevano valori molto bassi da 500 a 2000 Hz nel teatro di Adria.

Palchetti. Dalle misurazioni effettuate nei vari ordini di palchetti di ogni teatro, emerge la tendenza del parametro a diminuire fino alla banda dei 500 Hz, dopo cui rimane stazionario.

Nel palchetto del primo ordine non si riscontra un andamento regolare del parametro al crescere della frequenza; nel palchetto del secondo ordine, a partire da 1000 Hz, i valori più elevati emergono nel teatro La Fenice.

Nel terzo e nel quarto ordine di palchetti, si misurano le quantità più basse all'interno del teatro di Adria e quelle più alte generalmente si vengono a trovare nel teatro di Treviso per quanto riguarda il microfono 13, mentre per il microfono 14 non si riscontra un andamento regolare dei valori al crescere della frequenza.

Nel palchetto del quinto ordine, i valori più alti vengono rilevati nel teatro di Treviso, i più bassi, in genere si trovano nel teatro La Fenice.

SORGENTE NELLA FOSSA D'ORCHESTRA (S02)

Platea. I rilievi di IACC effettuati in platea, presentano anche in questo caso valori con un andamento decrescente fino a 1000 Hz, per poi stabilizzarsi su un valore costante.

Il microfono 01 situato nella fila più vicina alla sorgente fino a 250 Hz misura i valori più elevati del parametro nel teatro di Adria e quelli più bassi in quello di Treviso, al contrario, oltre i 250 Hz, i valori più alti emergono nel teatro di Treviso e quelli più bassi in quello di Adria; nella postazione centrale, generalmente le quantità maggiori si rilevano a Trieste, quelle minori a Treviso; il microfono 03 rileva valori elevati oltre 1000 Hz nel teatro di Adria, valori ridotti al di sotto dei 1000 Hz in quello di Treviso. Nella seconda fila di microfoni emergono valori più ridotti rispetto agli altri nel teatro di Treviso al di sotto dei 1000 Hz.

Palchetti. I dati pervenuti dai rilievi realizzati nei palchetti di ogni teatro, presentano un andamento simile a quello della platea.

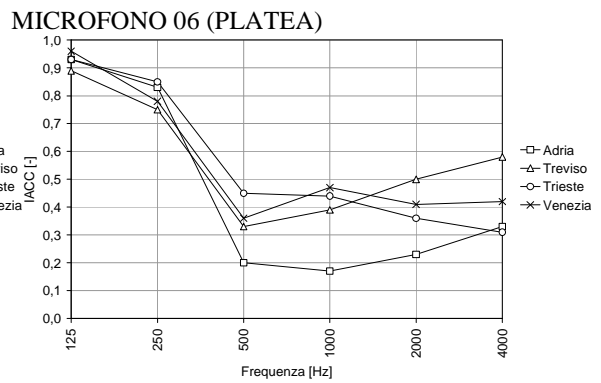
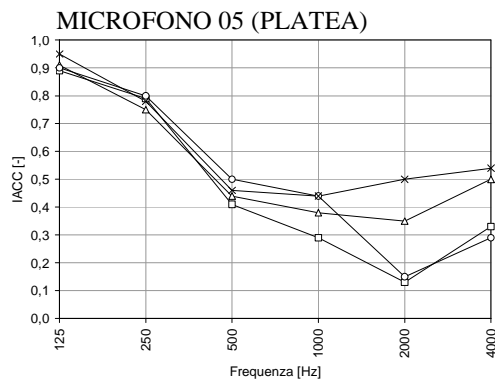
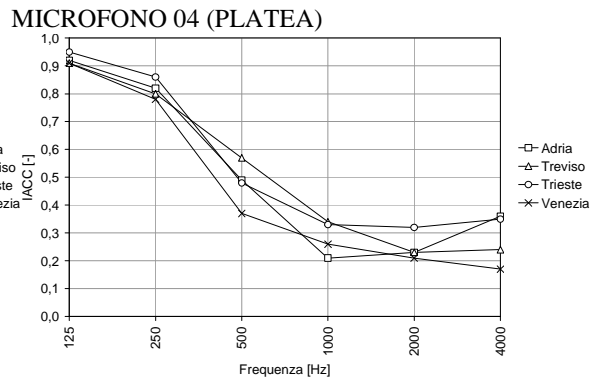
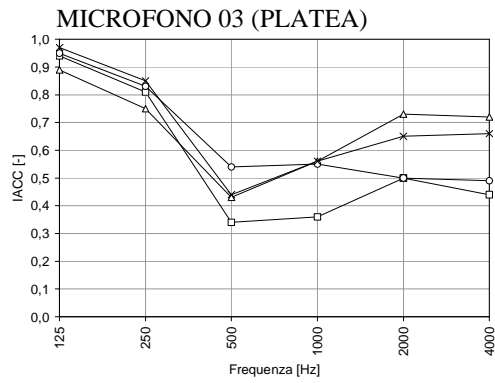
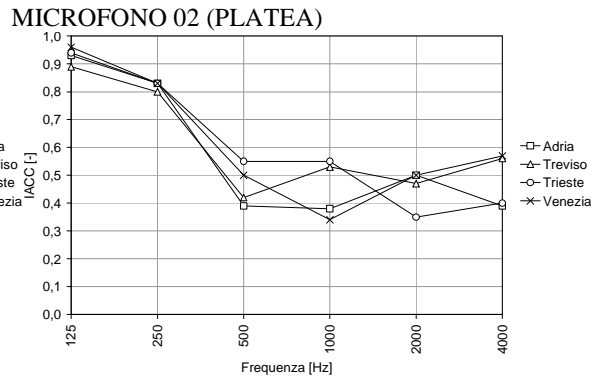
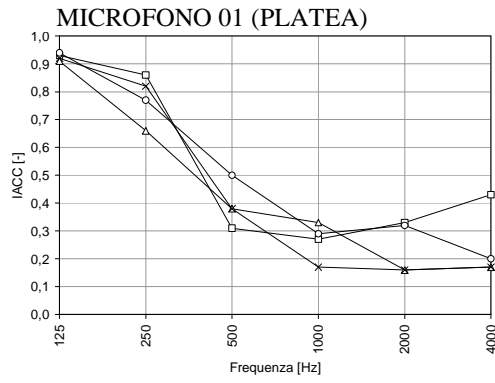
Il microfono collocato nel palchetto del primo ordine in genere ha rilevato valori del parametro più elevati nel teatro Verdi di Trieste; nel palchetto del secondo e in quello del terzo ordine, invece, non si riscontrano dati significativi sull'andamento del parametro al crescere della frequenza.

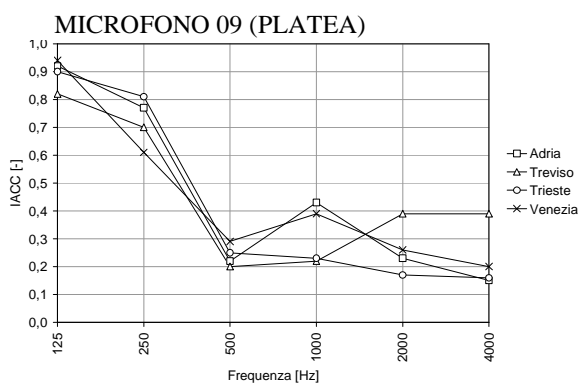
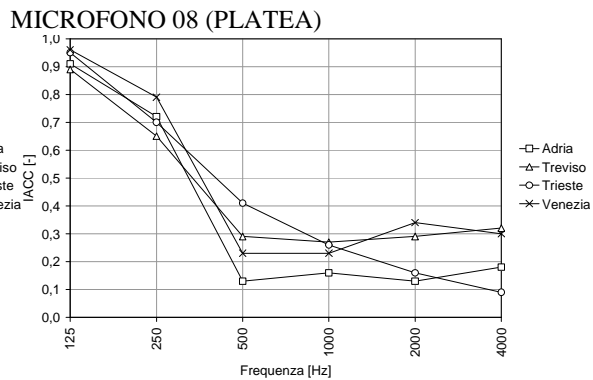
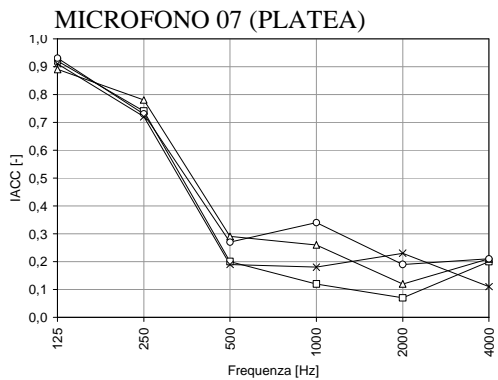
Nel quarto ordine, quantità molto basse si vengono a trovare all'interno del teatro di Adria e, oltre i 500 Hz, i valori più elevati vengono misurati in quello di Treviso.

Anche il microfono collocato nel quinto ordine rileva quantità elevate nel teatro di Treviso, mentre i valori più bassi si vengono a trovare nel teatro Verdi di Trieste.

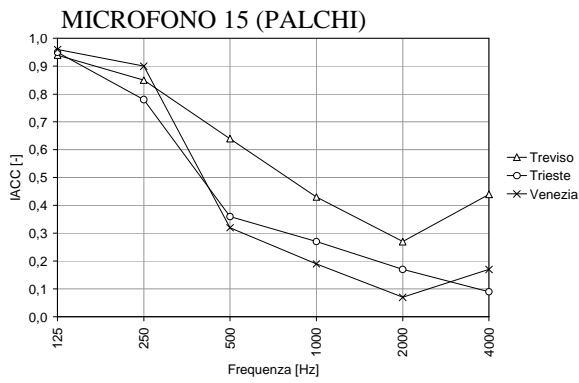
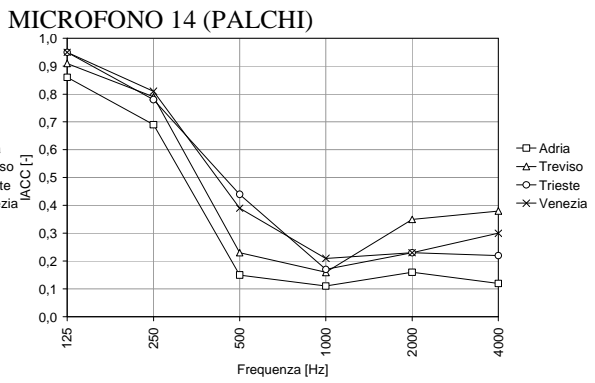
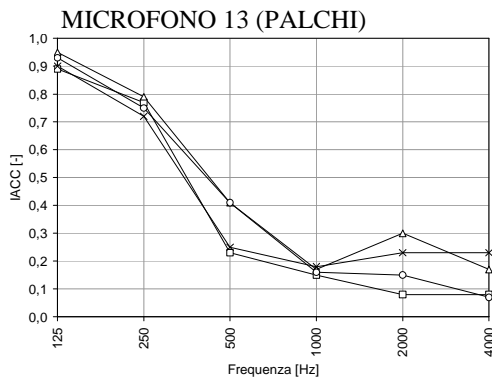
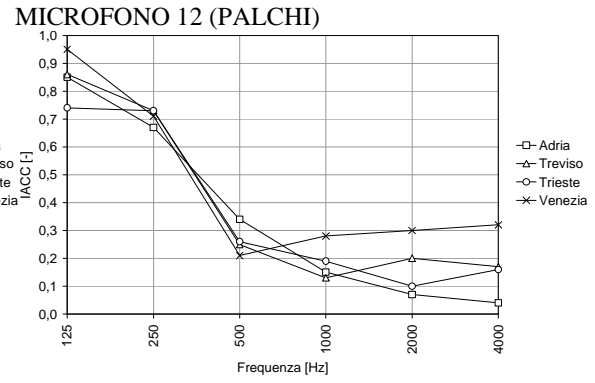
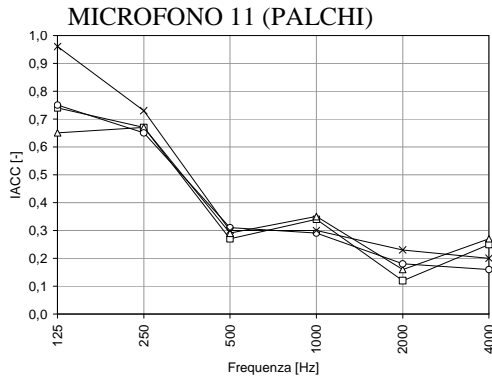
SORGENTE SUL PALCOSCENICO (S01)

Platea



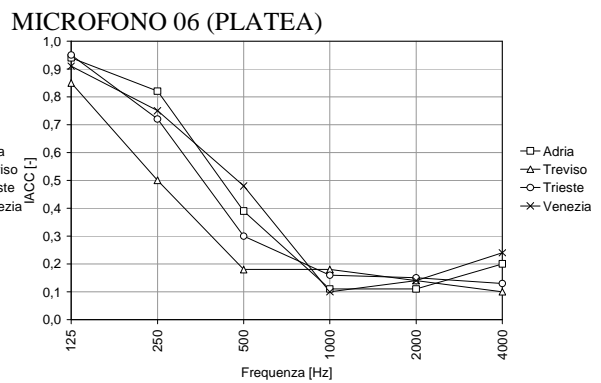
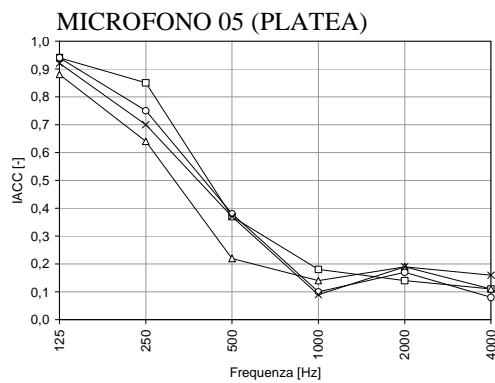
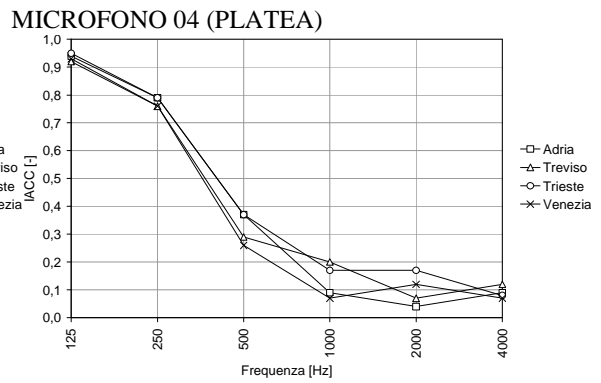
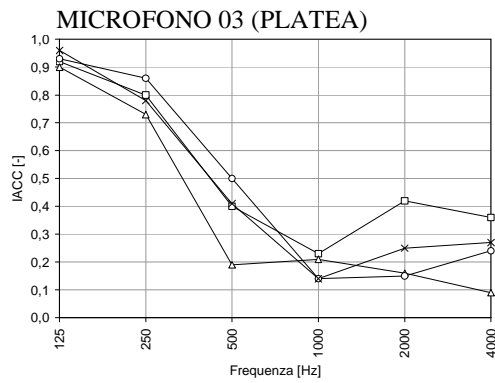
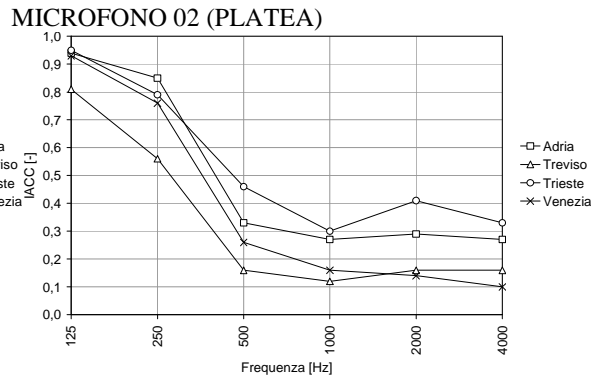
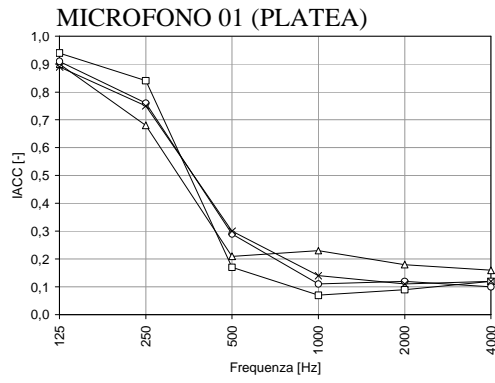


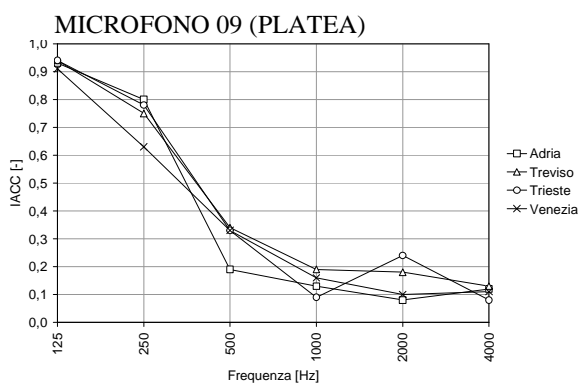
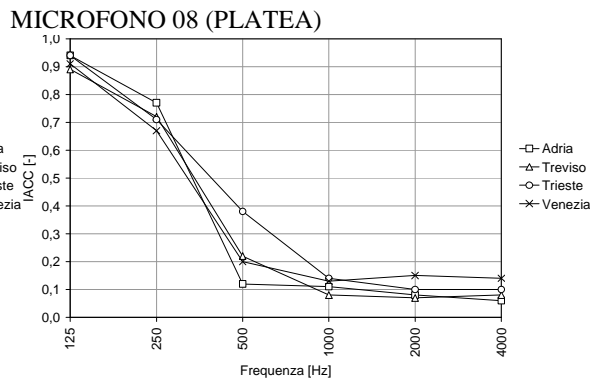
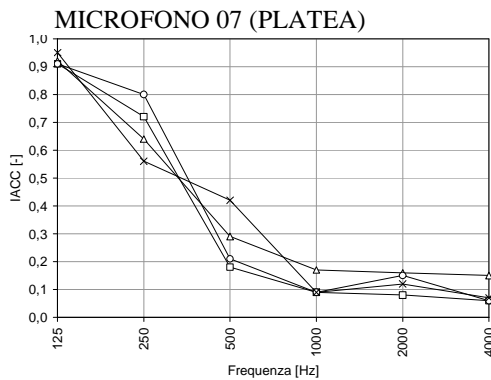
Palchetti



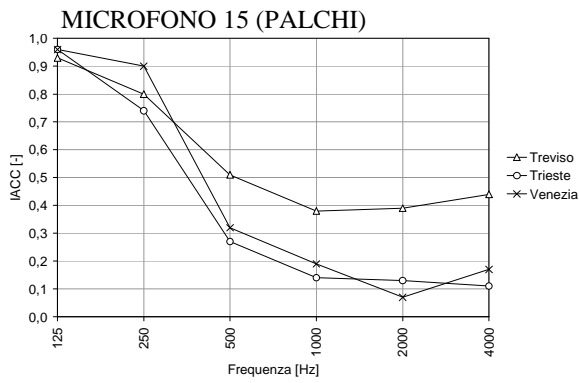
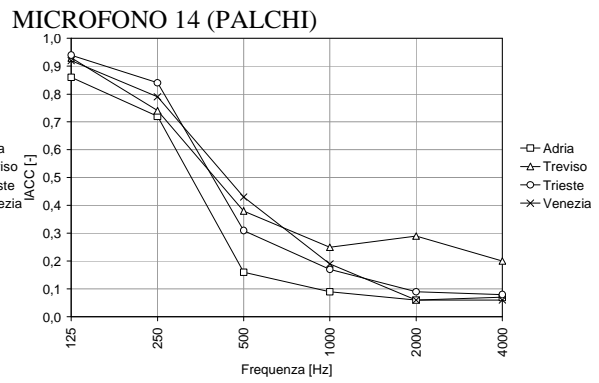
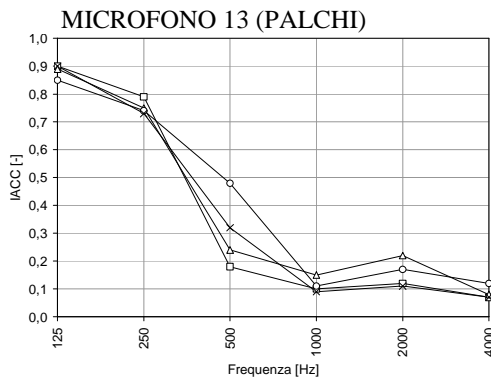
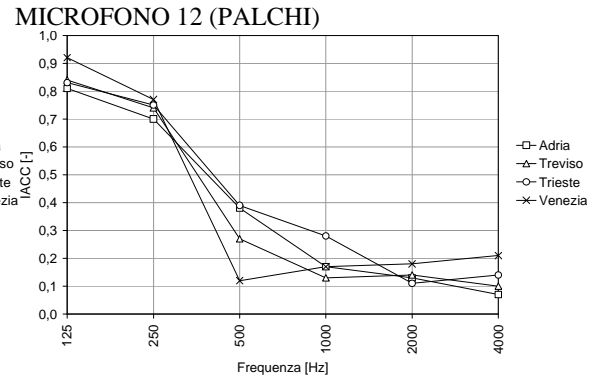
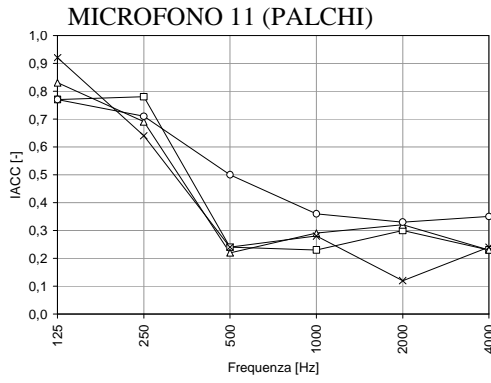
SORGENTE NELLA FOSSA D'ORCHESTRA (S02)

Platea





Palchetti

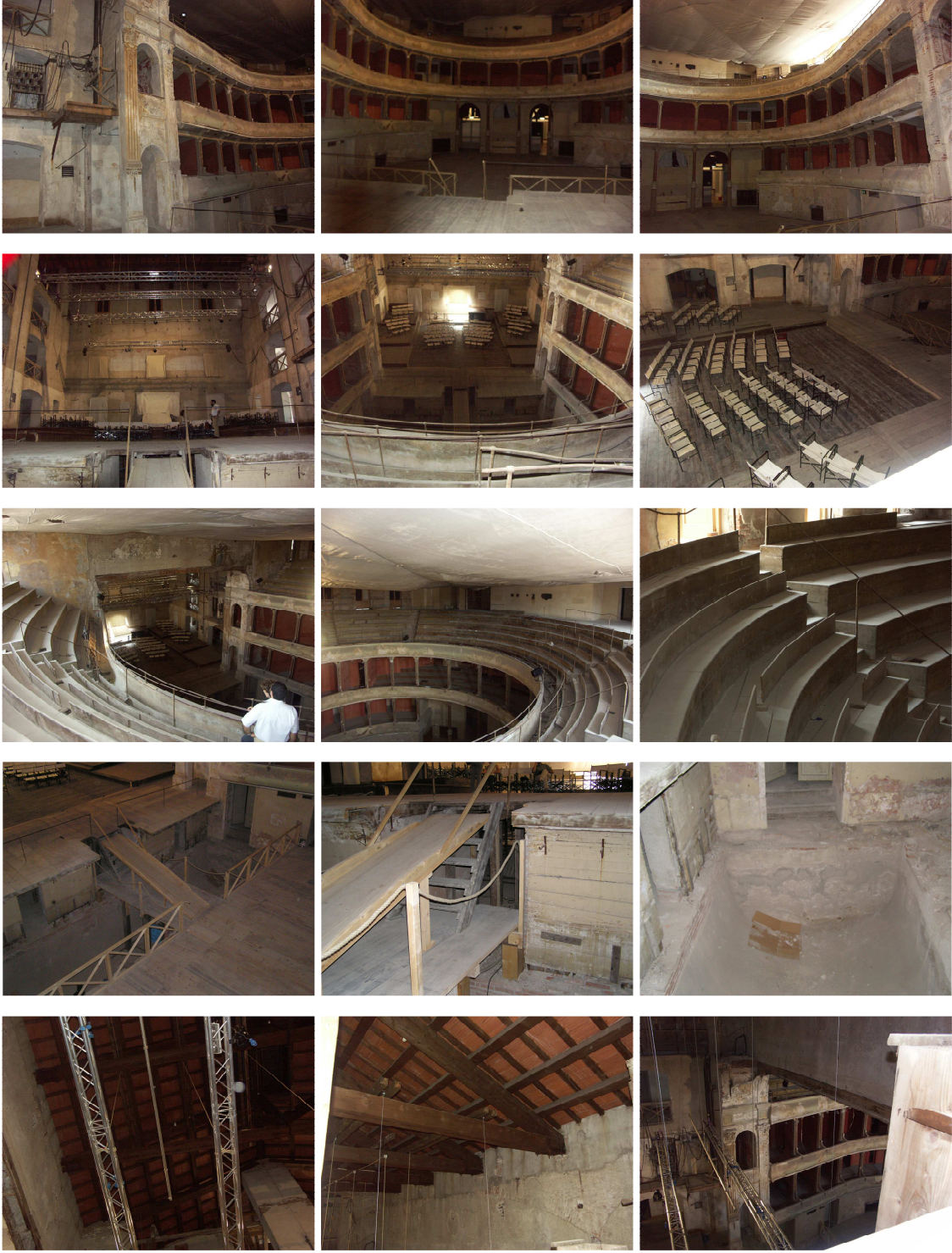


6 PARTE SECONDA – APPLICAZIONE DI TECNICHE DI MODELLIZZAZIONE AL RESTAURO DI UN TEATRO ALL'ITALIANA

Il teatro Civico di Schio, versa attualmente in una condizione di forte degrado architettonico e strutturale. Tale condizione, oltre che pregiudicare aspetti molto importanti relativi alla sicurezza, ha minato in maniera profonda l'acustica del teatro.

Obiettivo di questa seconda parte del lavoro è, partendo dalla situazione presente, ricostruire il teatro virtualmente mediante la realizzazione di un modello al calcolatore opportunamente tarato sulla base dei rilievi acustici effettuati. Ricostruire virtualmente il teatro e rendere il modello creato acusticamente simile alla situazione reale risulterà un ottimo punto di partenza per studiare successivamente la qualità acustica degli interventi di restauro, e al tempo stesso analizzare ed approfondire i limiti e le potenzialità delle moderne tecniche di previsione dei campi acustici interni.

6.1 Descrizione visiva dell'attuale stato di conservazione del teatro





6.2 Posizioni di misura

Le misurazioni dei parametri acustici all'interno del Teatro Civico di Schio sono state eseguite, per quanto possibile, seguendo le prescrizioni fornite dalla norma UNI EN ISO 3382/2001 "Misurazioni del tempo di riverberazione di ambienti con riferimento ad altri parametri acustici".

Lo schema delle posizioni di misura è molto più complesso dello schema adottato nei rilievi acustici dei 5 teatri campionati nella prima parte di questo lavoro.

Motivo di tale scelta è il fatto che queste ultime misurazioni sono di fondamentale importanza per una corretta taratura del modello di simulazione.

Le posizioni dei microfoni sono distanti tra loro almeno metà lunghezza d'onda (medie frequenze), cioè una distanza minima di circa 2 m. La distanza tra ogni postazione microfonica e la più vicina superficie di riflessione, compreso il pavimento, è di almeno un quarto di lunghezza d'onda, mai meno di 1 m.

La sorgente sonora ed i microfoni sono disposti in modo da caratterizzare le condizioni acustiche per il pubblico e per gli orchestrali o gli attori presenti nel palcoscenico.

Sono state eseguite due campagne di misurazioni, una con la sorgente posta, nel palcoscenico, a 4 m dal fronte ed un'altra con la sorgente sempre nel palcoscenico, ma ad 8 m dal fronte. I microfoni sono stati posizionati nella platea secondo una griglia di maglia 2x2 m, successivamente nei palchetti, nel loggione e nel palco in posizione laterale.

Le figure 4, 5 e 6 illustrano le piante con le posizioni delle sorgenti (indicate con un cerchio vuoto e chiamate S01 ed S02) e dei ricevitori (indicati con un cerchio pieno): la numerazione delle sorgenti e dei ricevitori è semplicemente progressiva. Nelle figure viene inoltre indicata la distanza della sorgente sonora dal fronte del palcoscenico.

Ogni posizione della sorgente che è segnalata nella pianta corrisponde ad una completa serie di misurazioni effettuata secondo la griglia dei ricevitori. Le due posizioni della sorgente giacciono lungo l'asse di simmetria longitudinale del teatro.

Le sorgenti sonore sono poste ad 1,6 m di altezza dal pavimento del palcoscenico. La griglia dei ricevitori consta di 20 punti in platea, 7 nei palchetti del primo ordine (con microfono posto a filo del palchetto e arretrato), 10 nei palchetti del secondo ordine (con microfono posto a filo del palchetto e arretrato), 6 nel loggione e 6 nel palcoscenico lateralmente.

A causa della presunta simmetria acustica della sala, i ricevitori sono posizionati solo in una metà della sala, a 1,2 m da terra. All'interno del Civico di Schio sono state posizionate complessivamente 66 posizioni microfoniche e due di sorgente.

I rilievi sono stati eseguiti nelle giornate del 21/7/2005 e 31/10/2005, con n.3 rilievi per ciascuna posizione di microfono

Durante i rilievi si sono registrate condizioni termo igrometriche medie pari a:

21/7/2005

Temperatura = 21 °C (min: 18 °C – max: 24 °C)

Umidità relativa = 52 % (min: 48 % – max: 54 %)

31/10/2005

Temperatura = 19 °C (min: 17 °C – max: 21 °C)

Umidità relativa = 49 % (min: 47 % – max: 51 %)

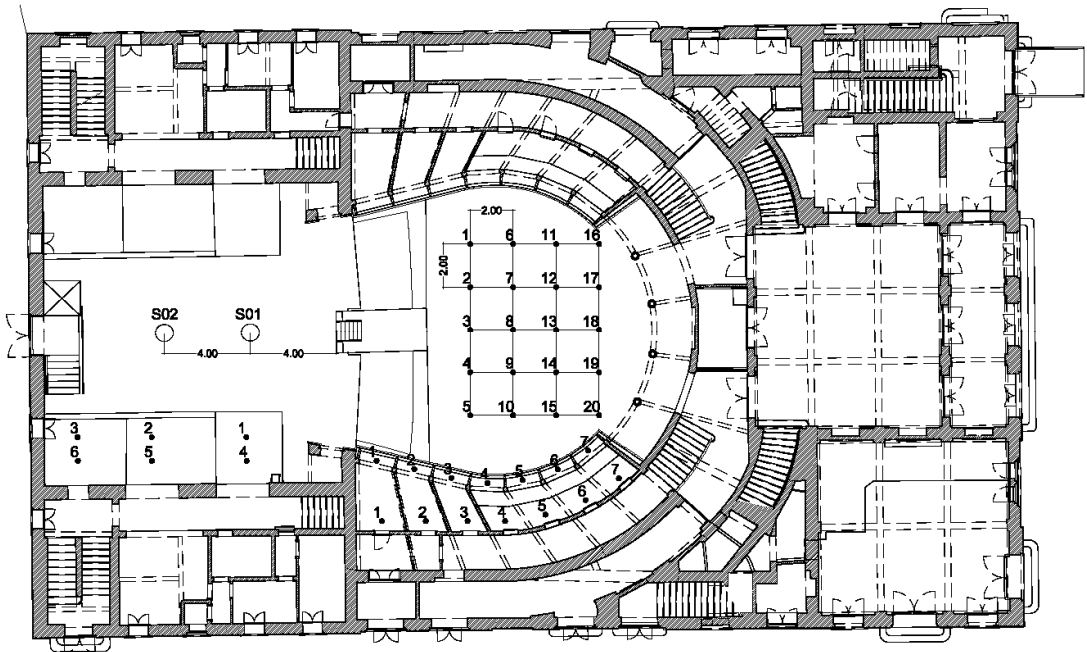


Fig. 4. Pianta del teatro d'opera con indicate le posizioni delle sorgenti sonore e la griglia della zona platea, l'ordine di palchetti e palcoscenico dei ricevitori.

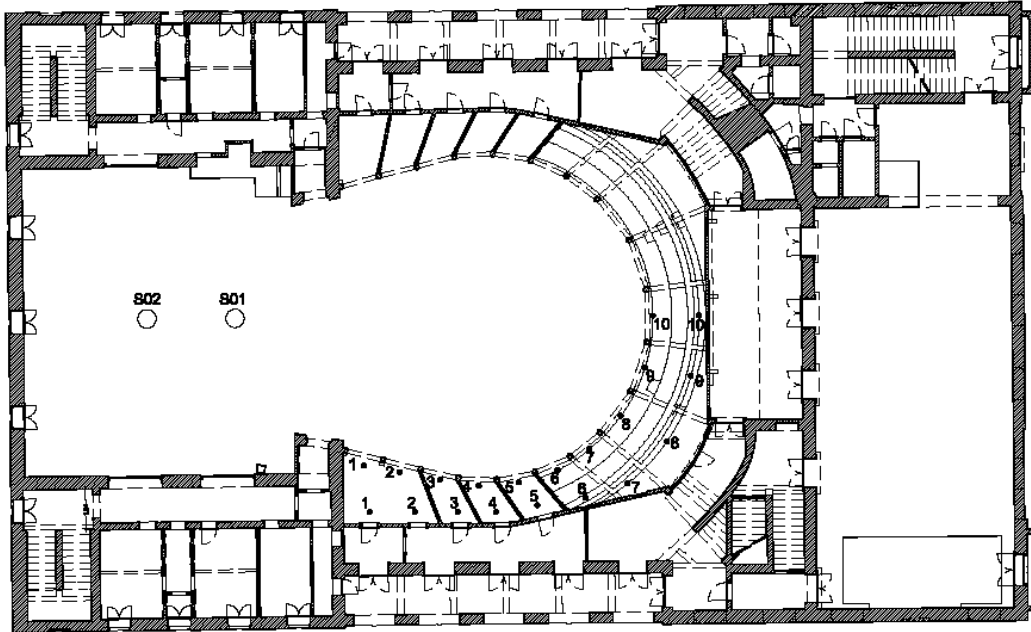


Fig. 5. Pianta del teatro d'opera con indicate le posizioni delle sorgenti sonore e la griglia della zona II ordine di palchetti dei ricevitori.

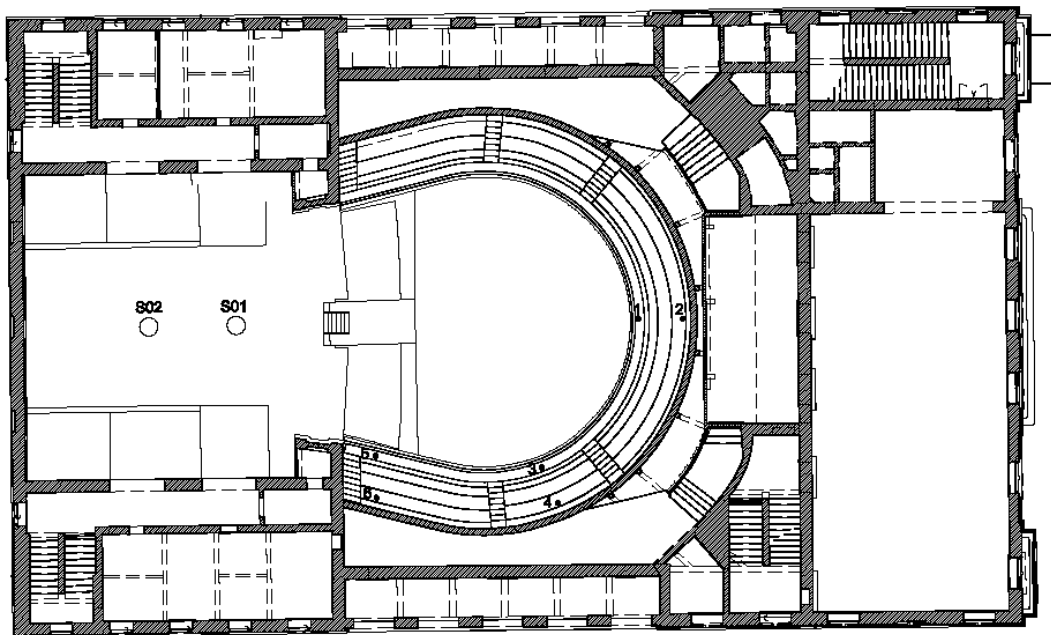


Fig. 6. Pianta del teatro con indicate le posizioni delle sorgenti sonore e la griglia della zona loggione dei ricevitori.

6.3 Risultati dei rilievi

6.1 Analisi dei grafici

Sono stati elaborati inoltre, dei grafici che analizzano ogni singolo parametro per tutte le frequenze ed in ogni singola postazione. I grafici sono stati divisi per zona, ossia la platea, che comprende 20 postazioni, il primo ordine di palchetti che comprende 14 postazioni, il secondo ordine che comprende 20 postazioni, il loggione, con 6 postazioni e il palco che comprende 6 postazioni. Nel grafico specifico di ogni singolo parametro e di una determinata zona sono stati indicati i valori per tutte le postazioni ed un valore medio globale che riassume l'andamento del parametro per la zona analizzata.

Dai seguenti grafici è emerso che:

- **C80**: tutte le zone del teatro hanno in comune un valore medio crescente alle alte frequenze in maniera abbastanza rapida. Per la platea si nota un andamento abbastanza costante, alle basse e medie frequenze, attorno a valori di C80 di -1, -2 dB. Per la zona dei palchetti e loggione invece, alle basse frequenze, i valori sono leggermente maggiori che alle medie frequenze, mentre nella zona del palcoscenico questa differenza viene maggiormente accentuata.
- **D₅₀**: alle alte frequenze il valore medio, per tutte le zone del teatro, supera il valore di 0,5 che indica una buona predisposizione per il parlato. Alle medie frequenze invece il valore medio risulta essere sempre inferiore a 0,5 che indica una predisposizione della sala per la musica. Per quanto riguarda le basse frequenze, si nota che per le zone della platea, dei palchetti e del loggione, il valore medio tende ad avvicinarsi al limite di 0,5, ma non lo supera mai se non nel palcoscenico.
- **EDT**: si nota un valore abbastanza costante attorno a 2 - 2,5 s per le basse frequenze fino a circa 800 Hz. Da questa frequenza fino alle alte, inizia a diminuire rapidamente fino a raggiungere il minimo, circa 0,7 s, in corrispondenza ai 10kHz.
- **T₁₀**: Anche il valore medio di T₁₀ ha un andamento abbastanza costante attorno a 2 - 2,5 s per le basse frequenze e poi, sempre attorno agli 800 Hz inizia a diminuire rapidamente fino a raggiungere il minimo, circa 0,7 s, in corrispondenza dei 10kHz.
- **T₂₀**: lo stesso andamento del tempo di riverberazione T₁₀ si riscontra per il T₂₀ ed il T₃₀. Si nota però che man mano che si passa dal T₁₀ al T₃₀ le varie curve delle postazioni tendono ad uniformarsi attorno al valore medio globale.
- **IACC_{0,80}**: Generalmente l'andamento parte da un valore prossimo a 1 alle basse frequenze e decresce fino a raggiungere il minimo a circa 8kHz. Tra 8kHz e 10kHz

si nota un incremento più o meno rapido del valore. Alle basse frequenze l'andamento del parametro, in base alla zona considerata del teatro, è vario. In alcune zone rimane abbastanza costante, in altre sono presenti dei picchi che portano ad un decremento del valore.

- **IACC0,+**: Anche in questo caso si parte, alle basse frequenze, da un valore prossimo ad 1 e si decresce. Questa volta però si decresce rapidamente e alle medie frequenze e alle alte il valore appare abbastanza omogeneo, con dei piccoli picchi, fino a 8kHz. Da questa frequenza il valore cresce rapidamente. Anche in questo caso, nella zona dei palchetti del I° ordine si nota un picco molto accentuato che abbassa il valore medio circa a 0,2. Si nota inoltre che le varie curve sono abbastanza compatte attorno al valore medio.
- **IACC80,+**: Come nei casi precedenti si parte da un valore prossimo ad 1 alle basse frequenze e si decresce rapidamente. Alle medie e alte frequenze il valore è costante e tutte le curve sono quasi coincidenti con il valore medio. Anche in questo caso nel I° ordine di palchetti si nota un picco alle basse frequenze che abbassa molto il valore medio.

6.3.1 Indice di chiarezza C_{80}

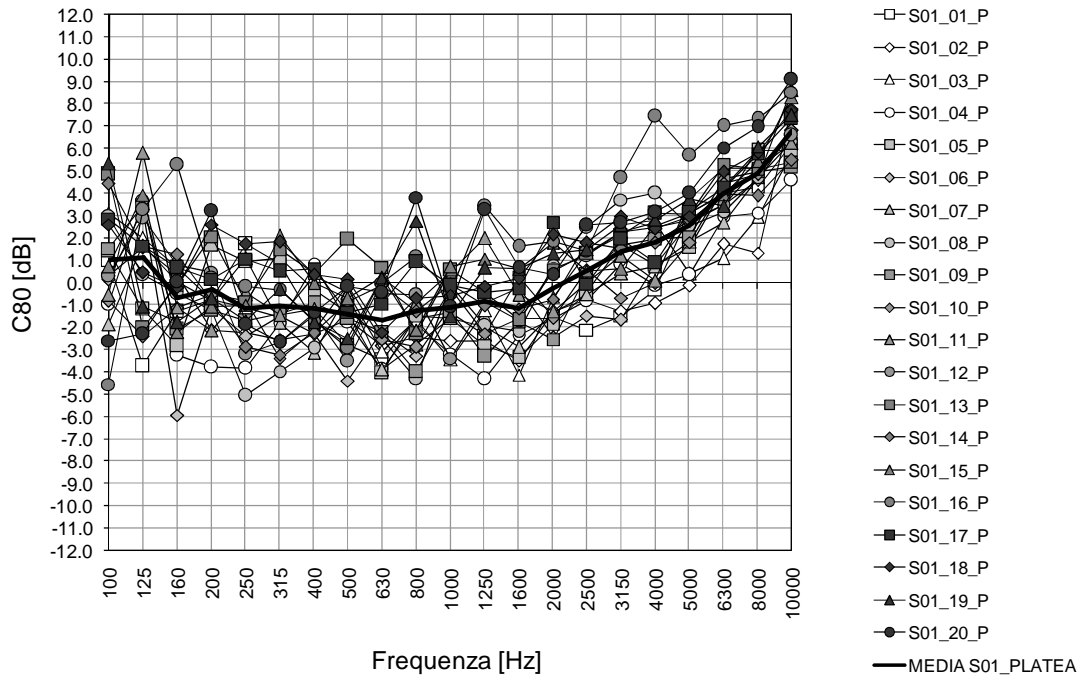


Grafico n° 1. Analisi C_{80} platea S01

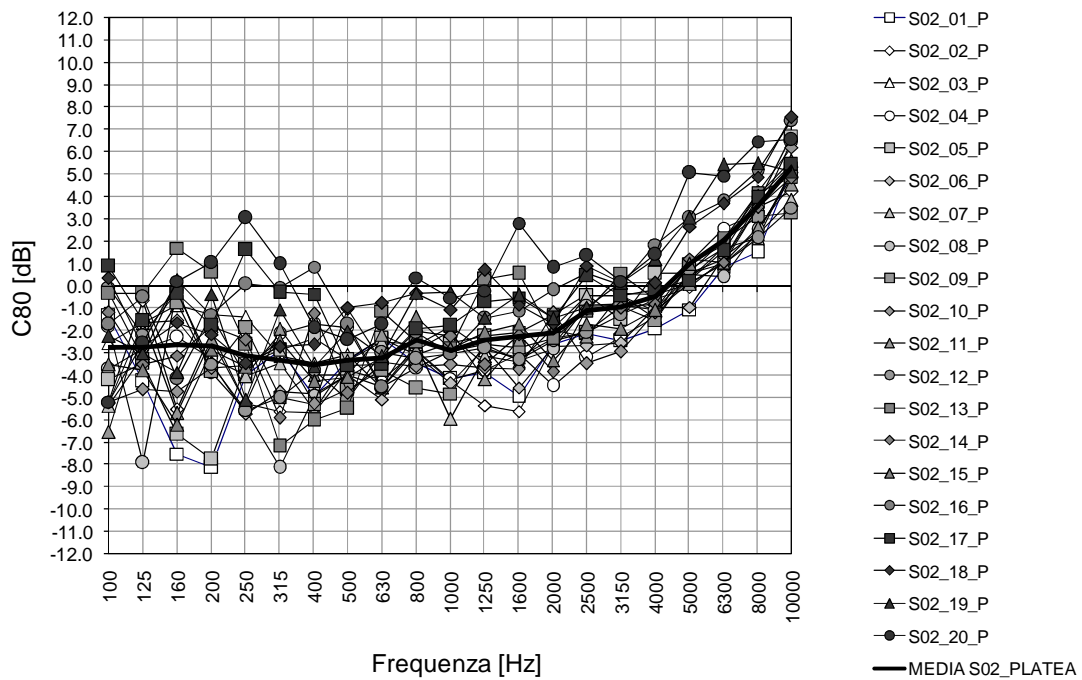


Grafico n° 2. Analisi C_{80} platea S02

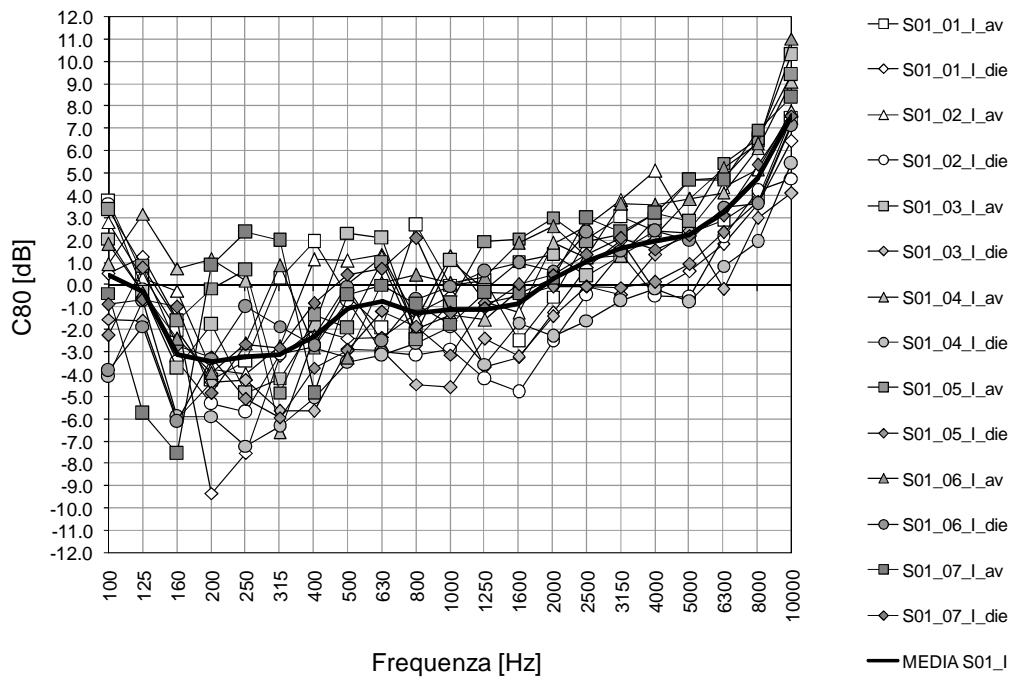


Grafico n° 3. Analisi C₈₀ I ordine di palchetti S01

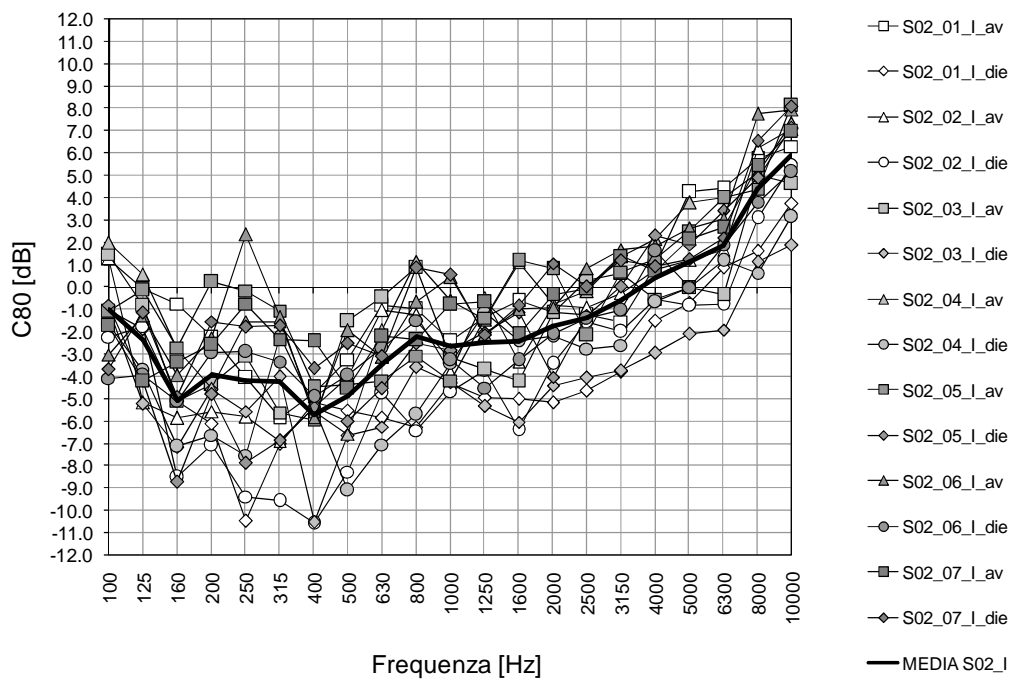


Grafico n° 4. Analisi C₈₀ I ordine di palchetti S02

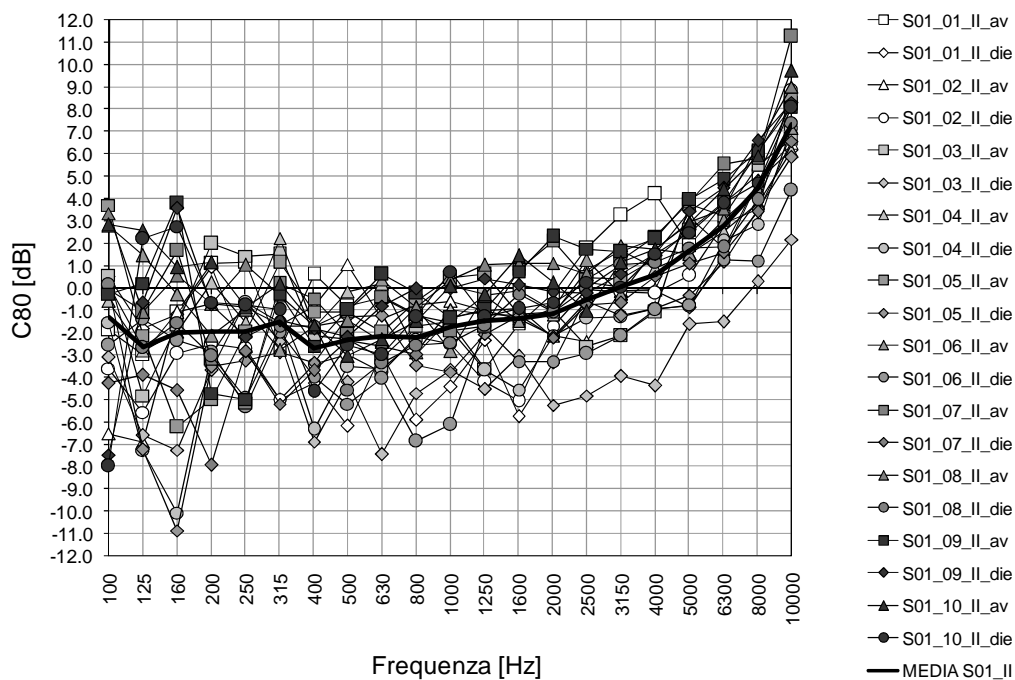


Grafico n° 5. Analisi C_{80} II ordine di palchetti S01

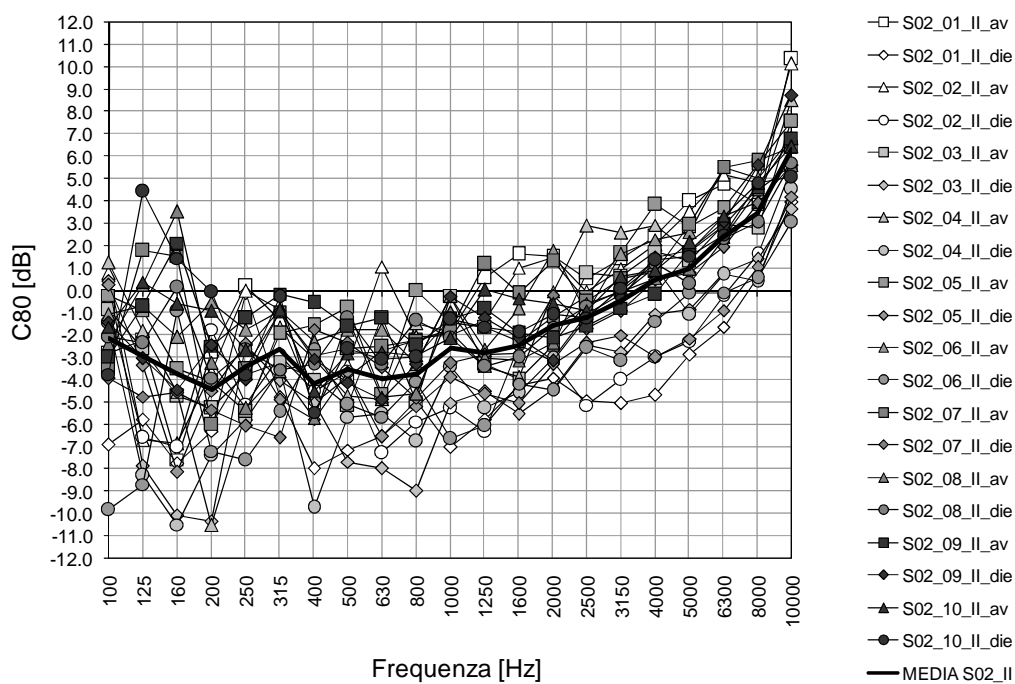


Grafico n° 6. Analisi C_{80} II ordine di palchetti S02

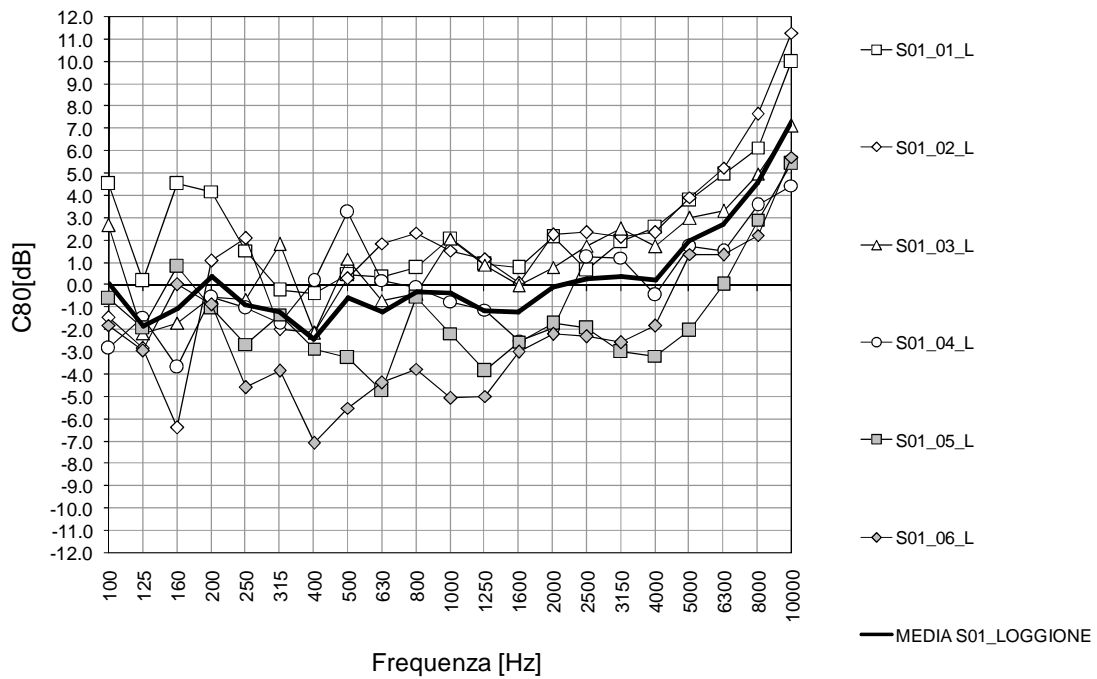


Grafico n° 7. Analisi C_{80} loggione S01

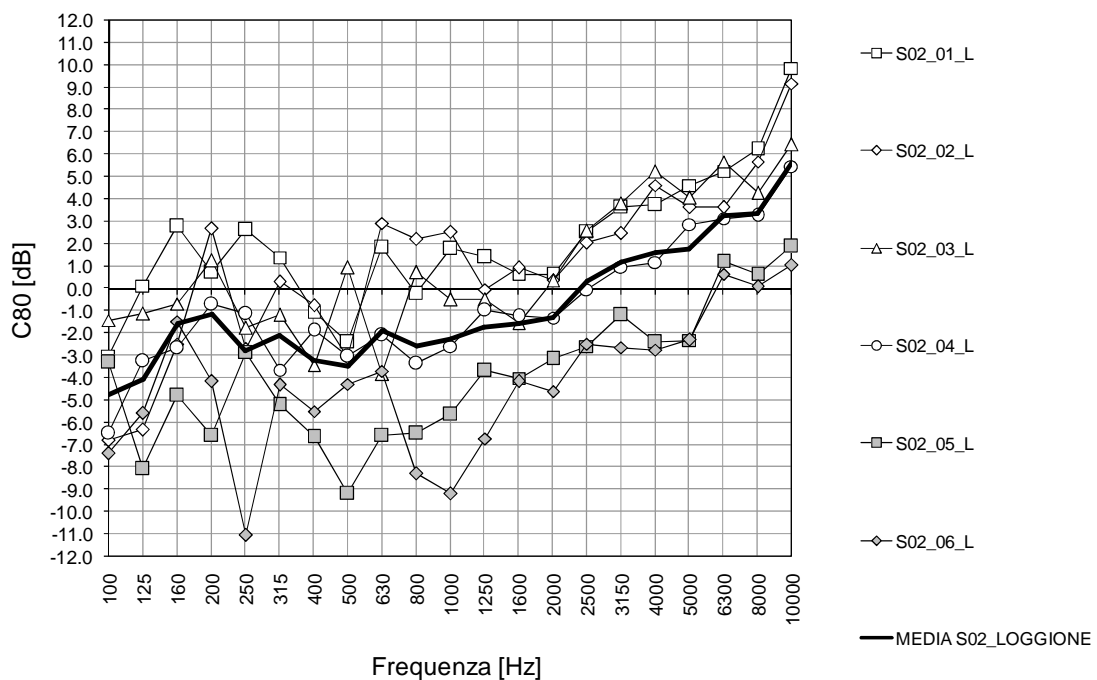


Grafico n° 8. Analisi C_{80} loggione S02

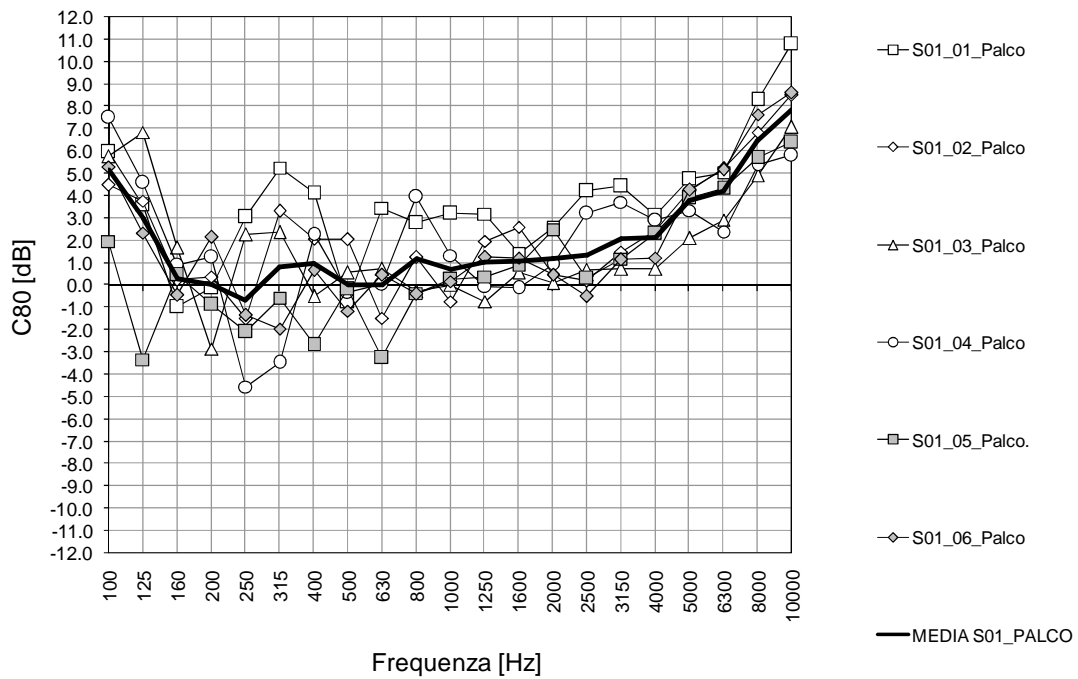


Grafico n° 9. Analisi C_{80} palcoscenico S01

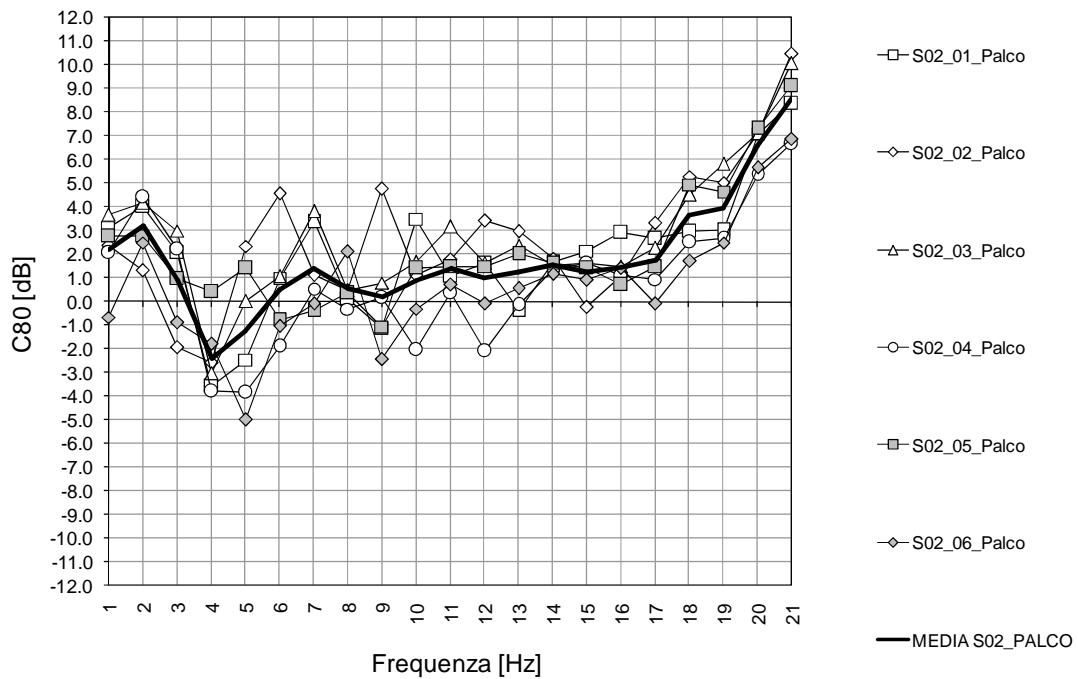


Grafico n° 10. Analisi C_{80} palcoscenico S02

6.3.2 Indice di definizione D_{50}

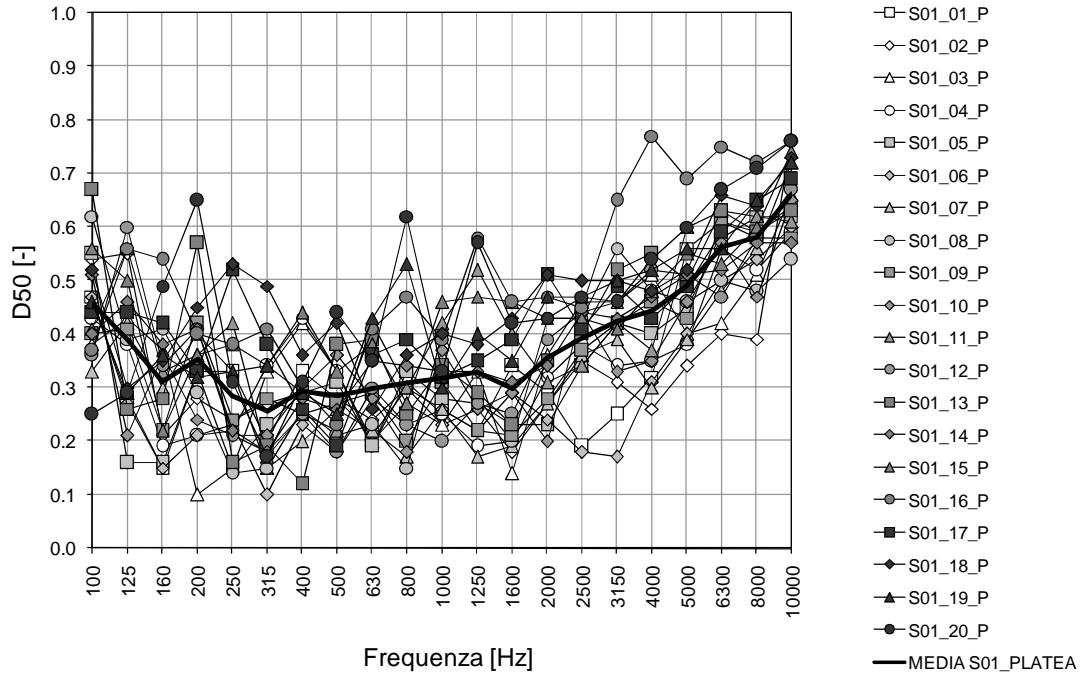


Grafico n° 11. Analisi D_{50} platea S01

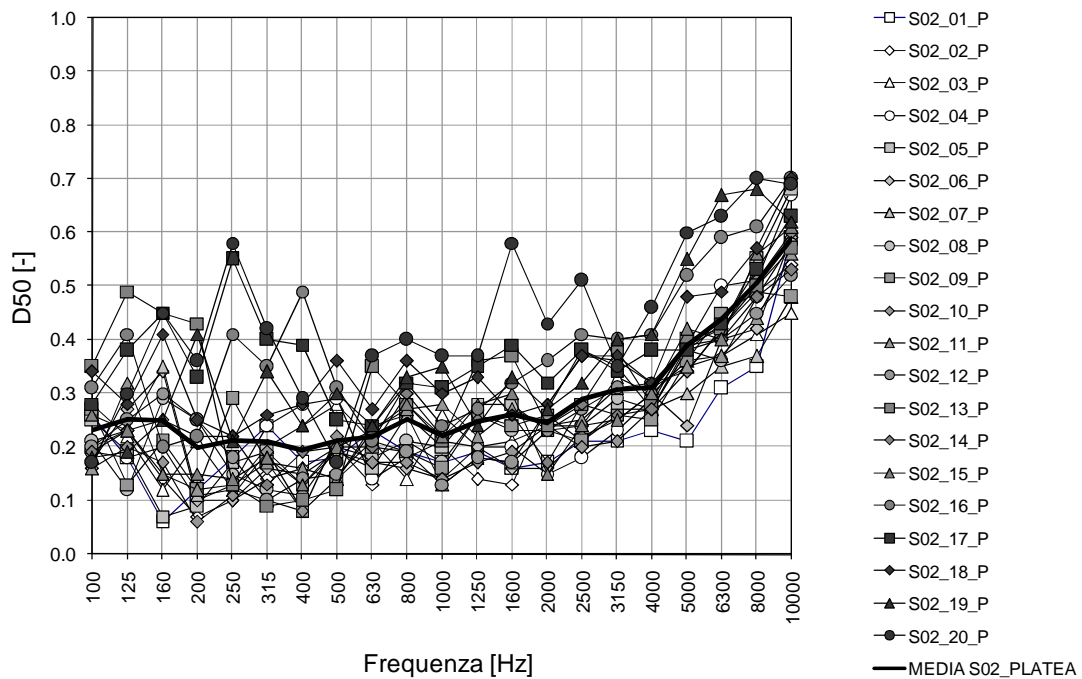


Grafico n° 12. Analisi D_{50} platea S02

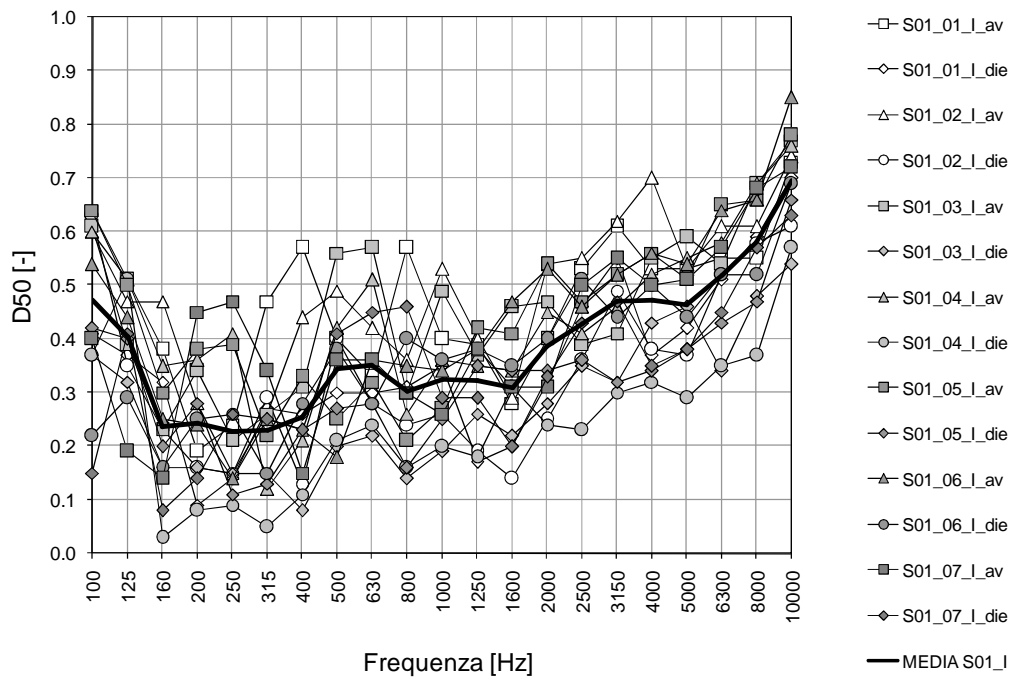


Gráfico n° 13. Análisi D₅₀ I ordine di palchetti S01

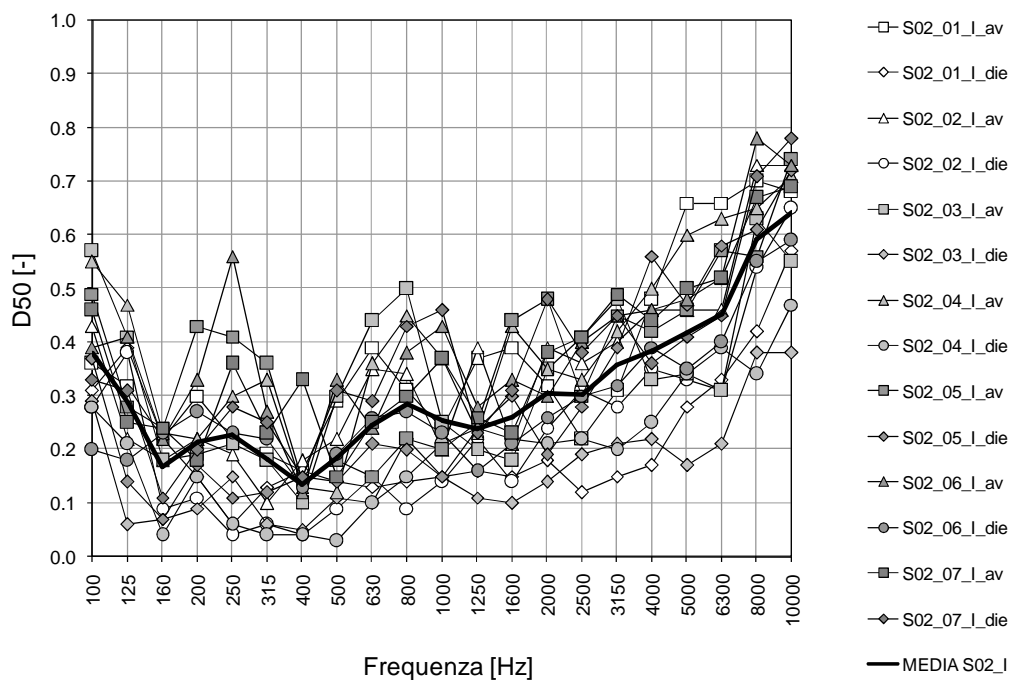


Gráfico n° 14. Análisi D₅₀ I ordine di palchetti S02

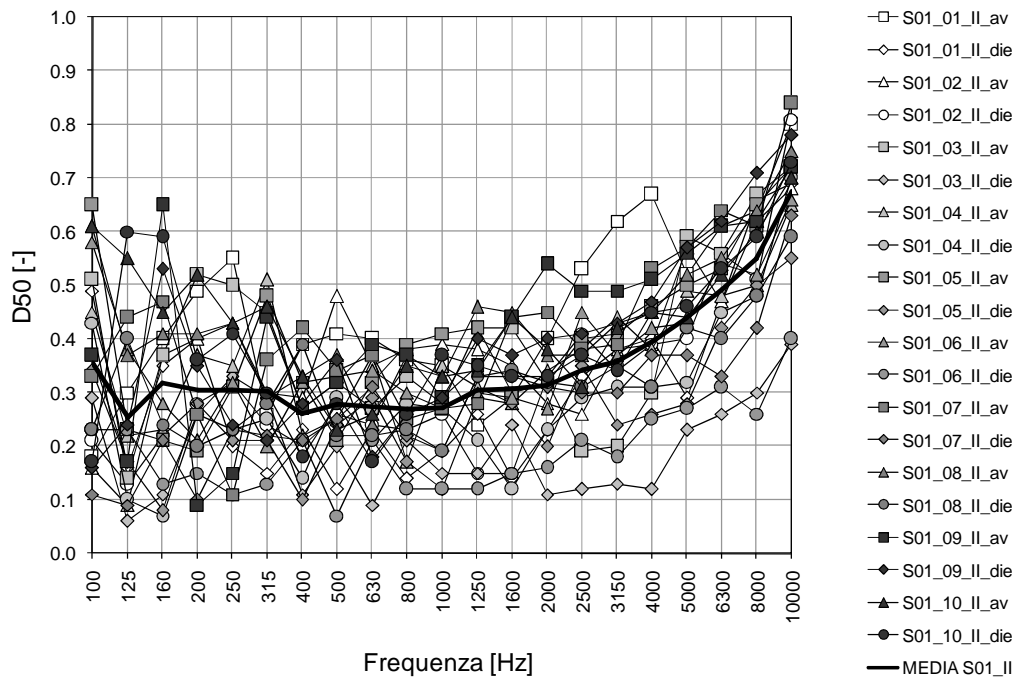


Grafico n° 15. Analisi D_{50} II ordine di palchetti S01

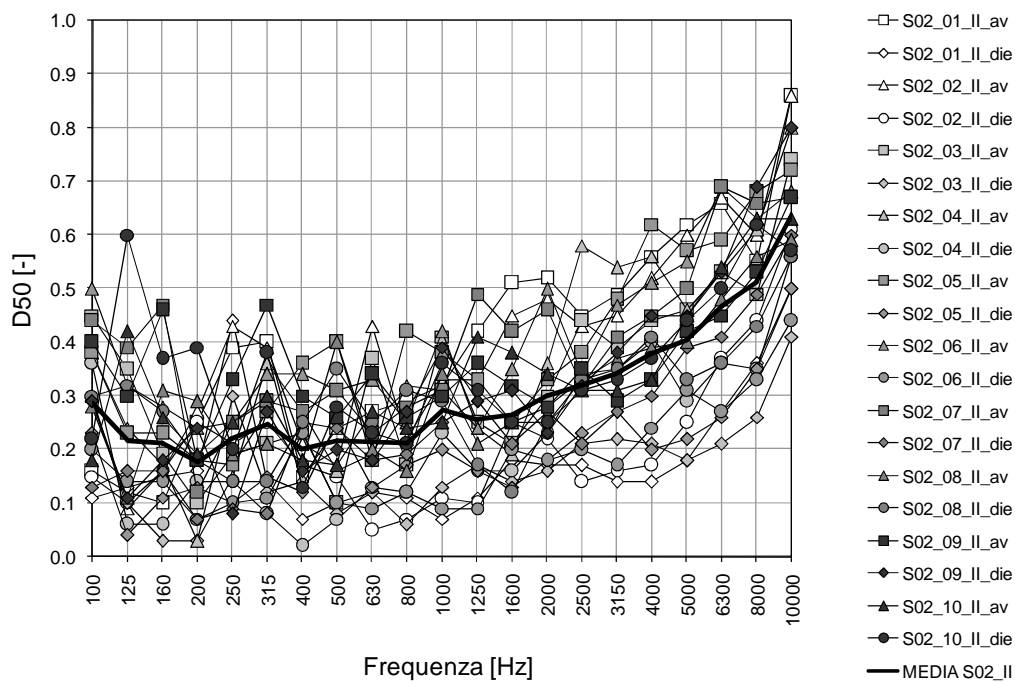


Grafico n° 16. Analisi D_{50} II ordine di palchetti S02

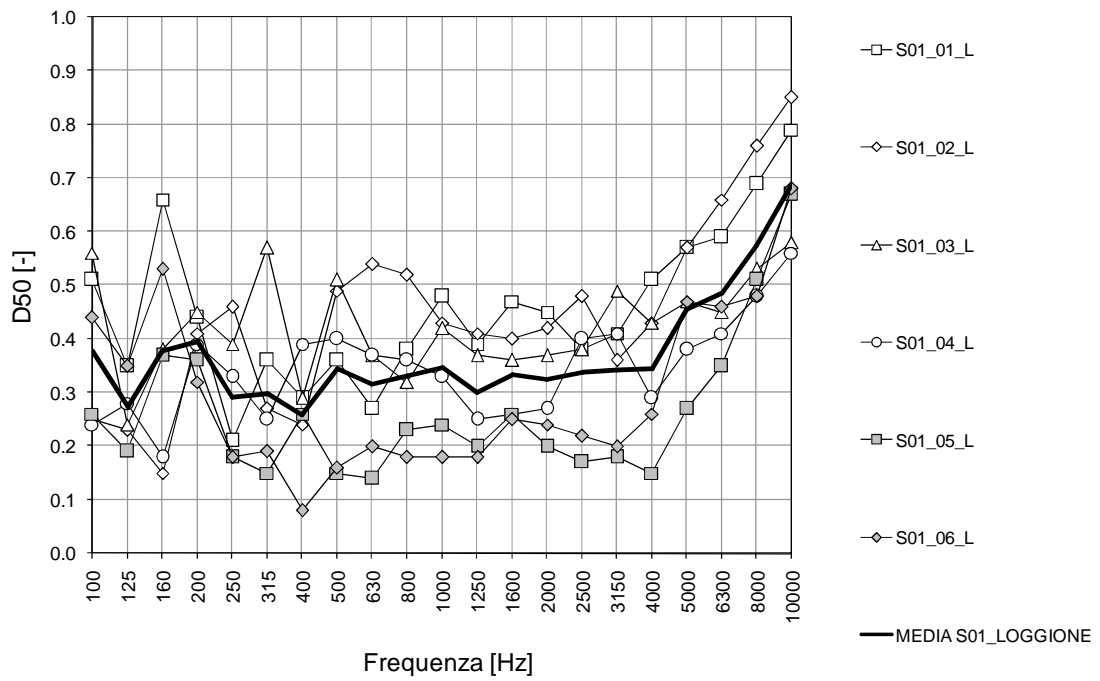


Grafico n° 17. Analisi D₅₀ loggione S01

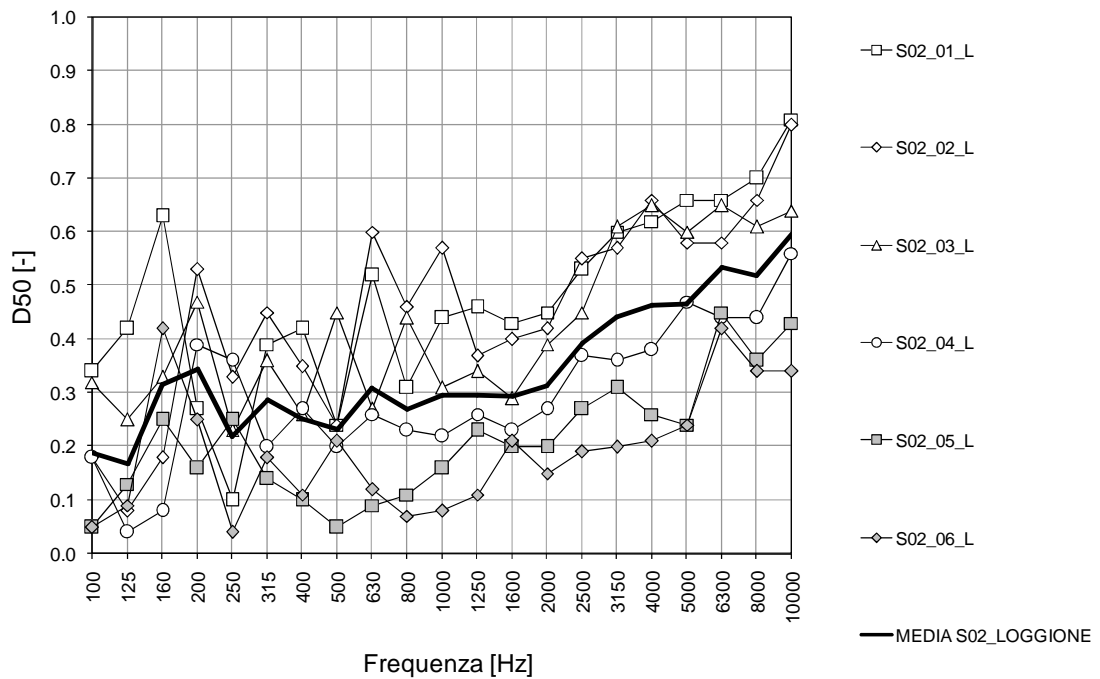


Grafico n° 18. Analisi D₅₀ loggione S02

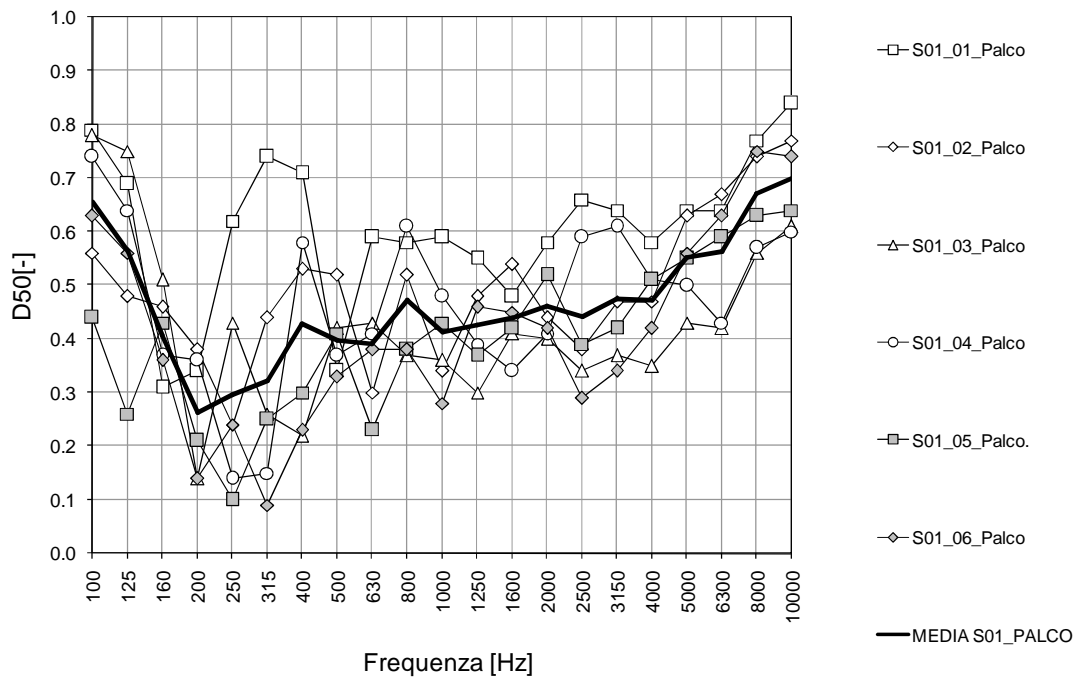


Grafico n° 19. Analisi D₅₀ palcoscenico S01

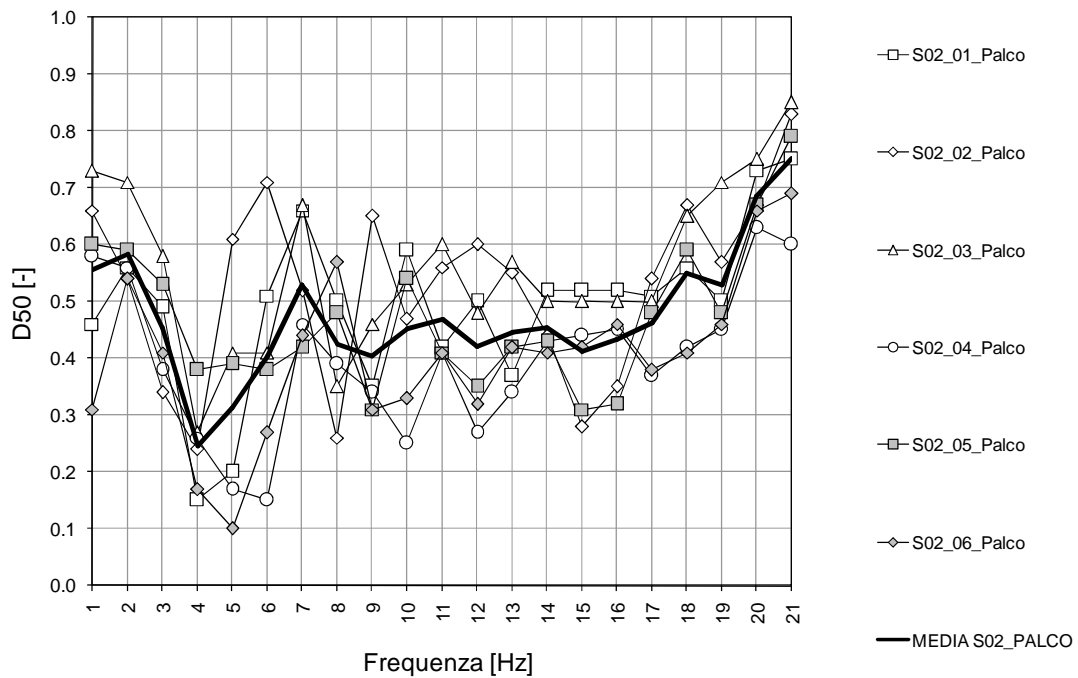


Grafico n° 20. Analisi D₅₀ palcoscenico S02

6.3.3 Tempo di primo decadimento EDT

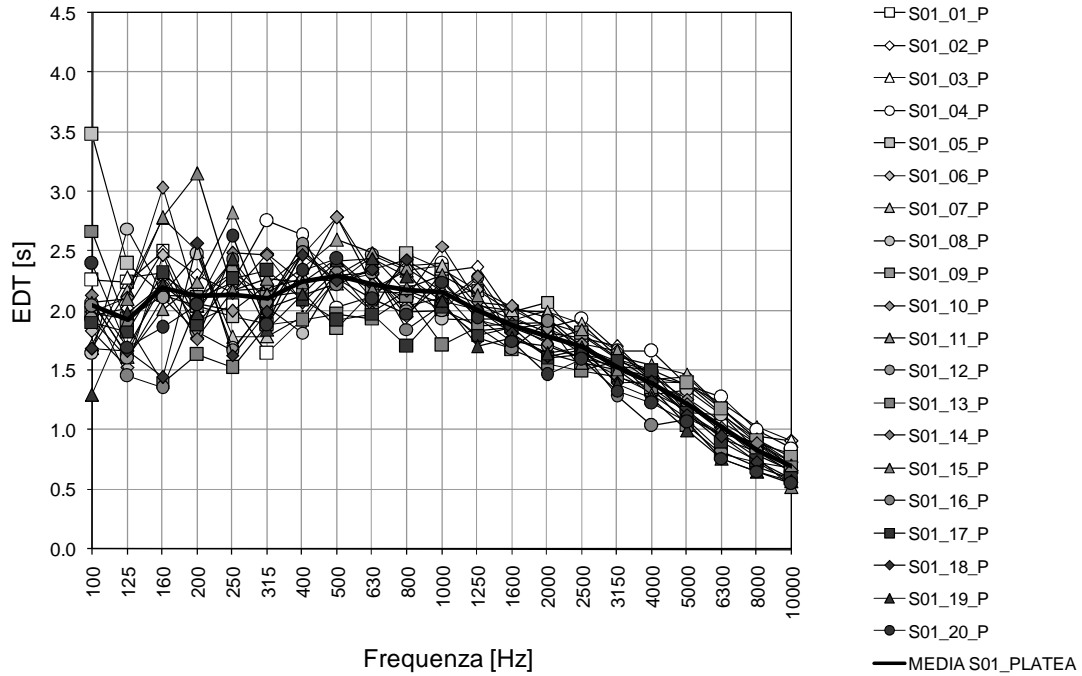


Grafico n° 21. Analisi EDT platea S01

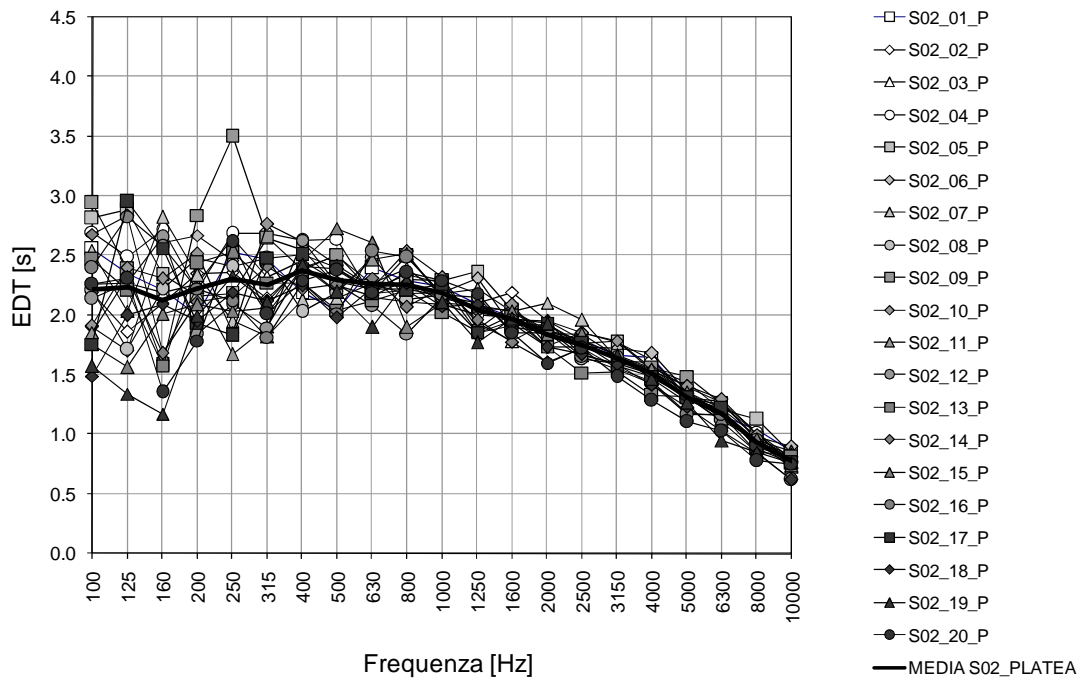


Grafico n° 22. Analisi EDT platea S02

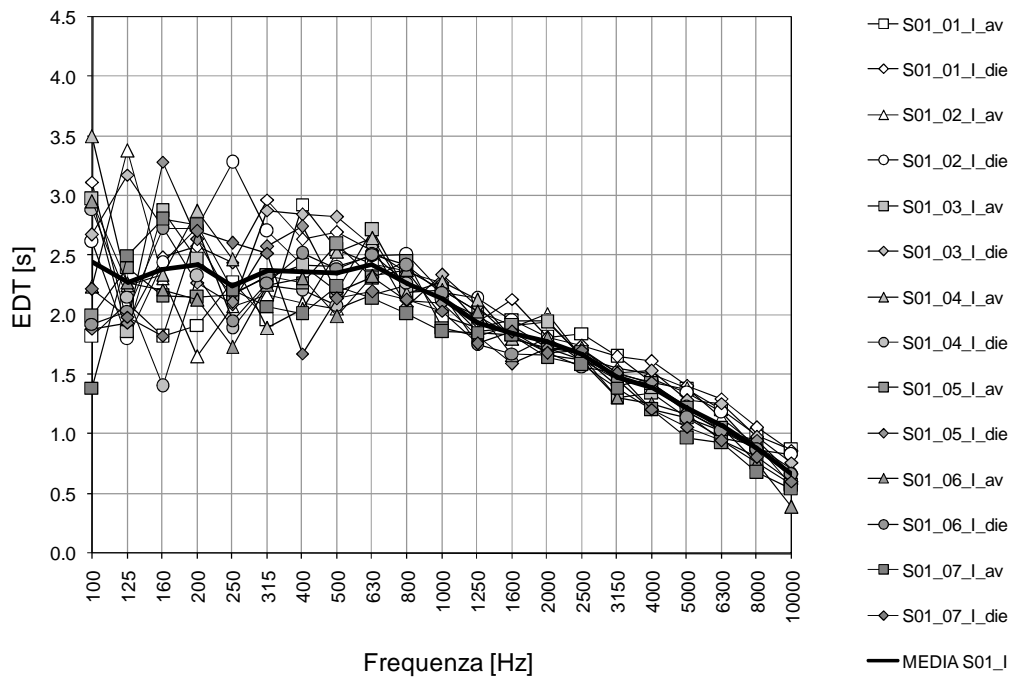


Grafico n° 23. Analisi EDT I ordine di palchetti S01

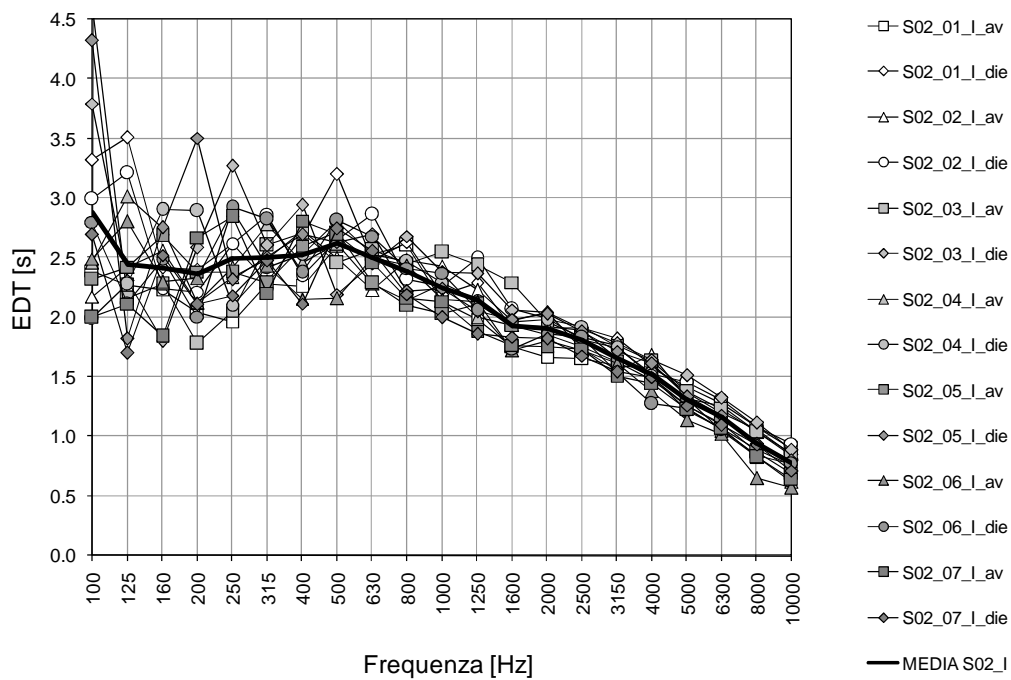


Grafico n° 24. Analisi EDT I ordine di palchetti S02

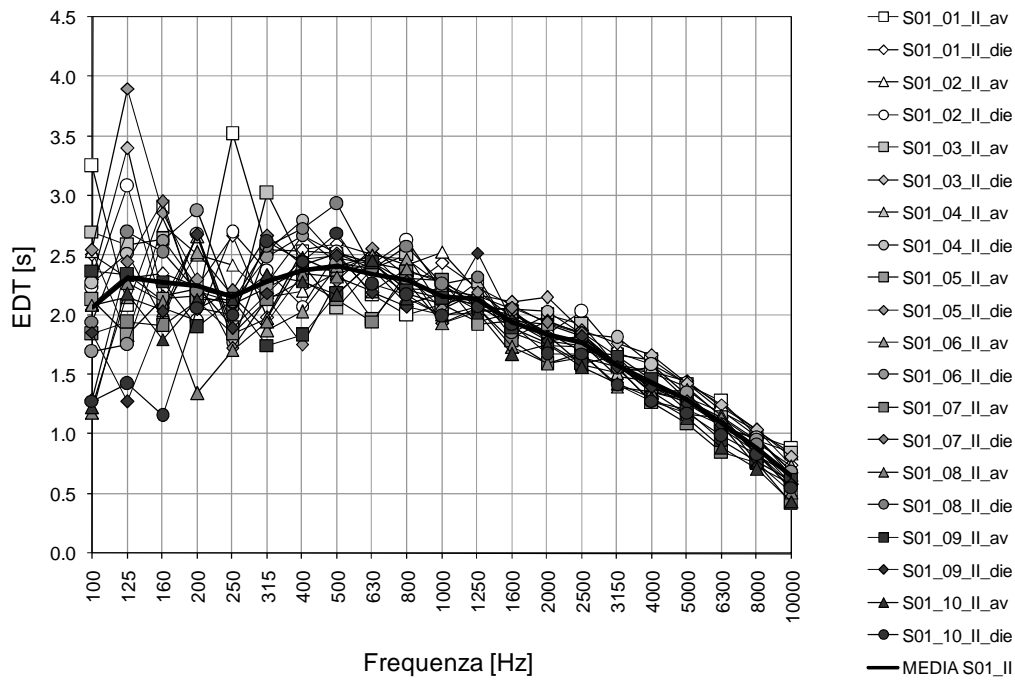


Grafico n° 25. Analisi EDT II ordine di palchetti S01

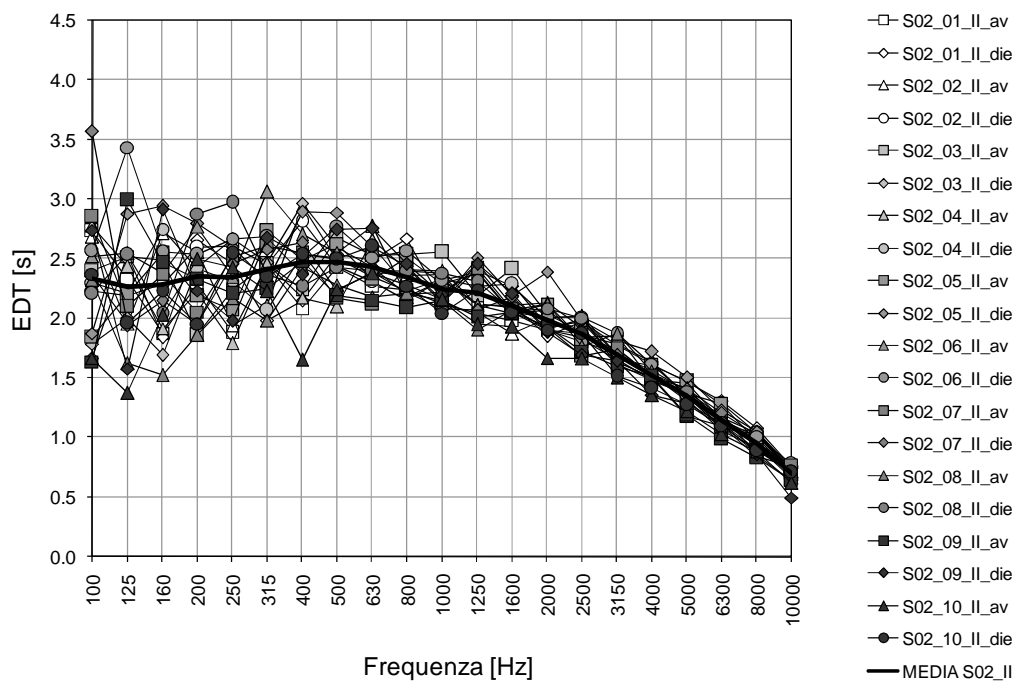


Grafico n° 26. Analisi EDT II ordine di palchetti S02

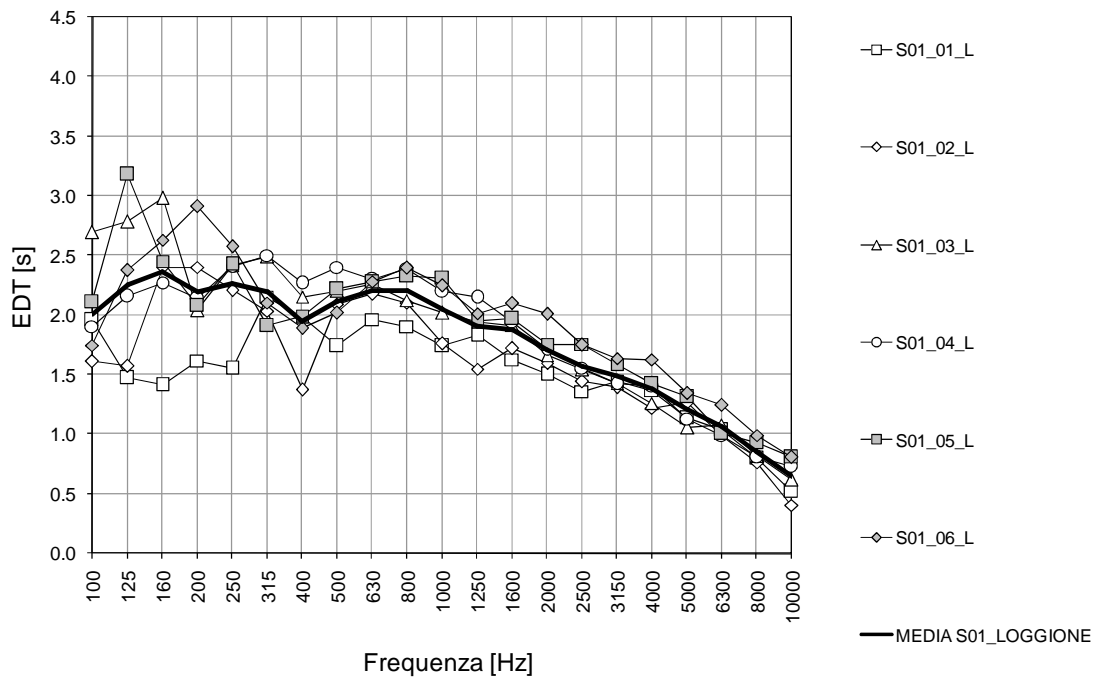


Grafico n° 27. Analisi EDT loggione S01

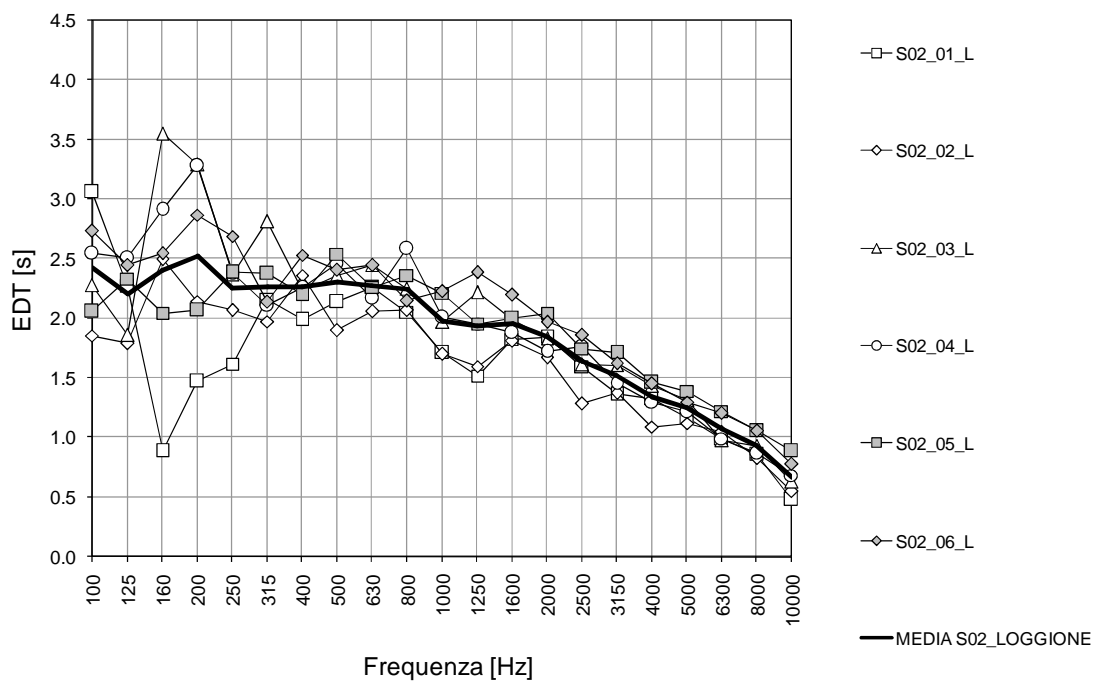


Grafico n° 28. Analisi EDT loggione S02

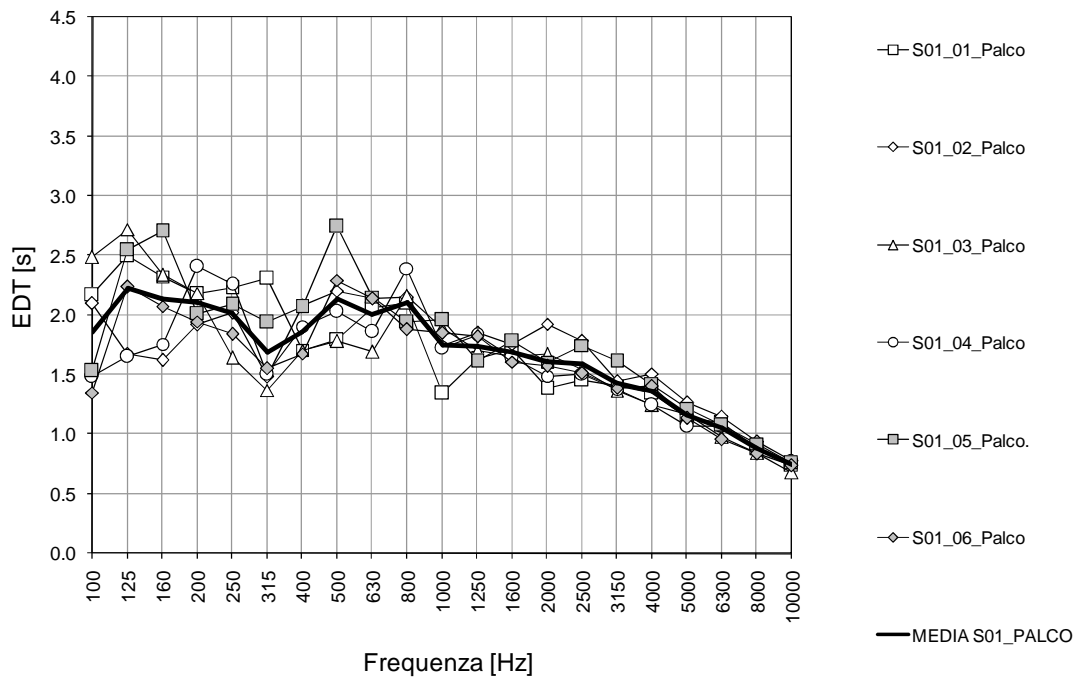


Grafico n° 29. Analisi EDT palcoscenico S01

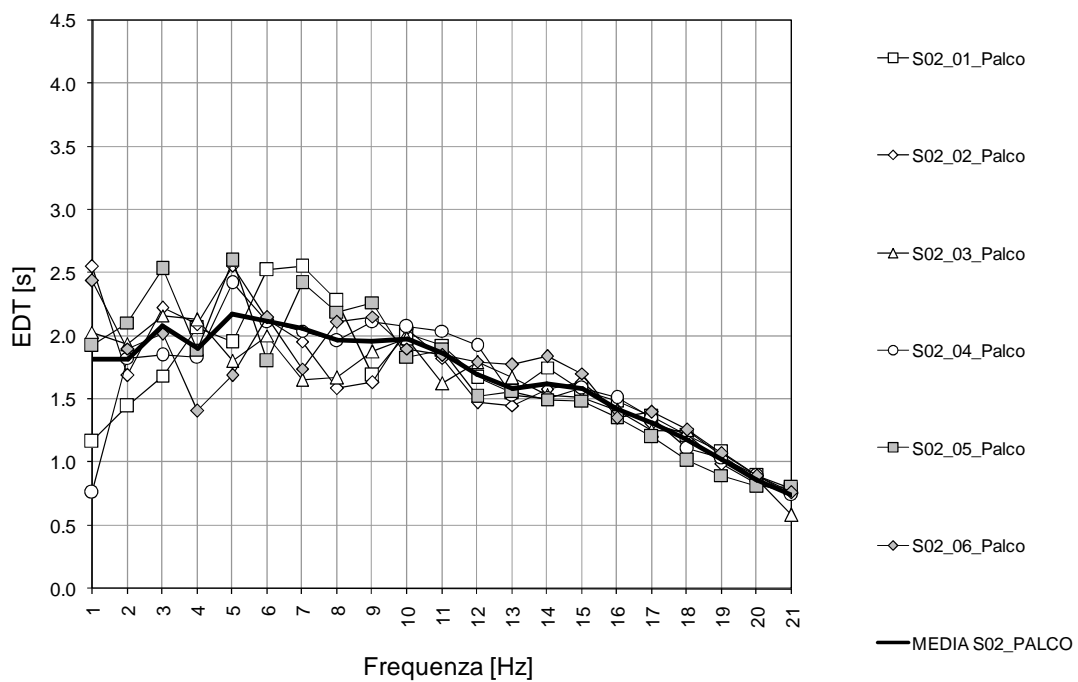


Grafico n° 30. Analisi EDT palcoscenico S02

6.3.4 Tempo di riverberazione T_{10}

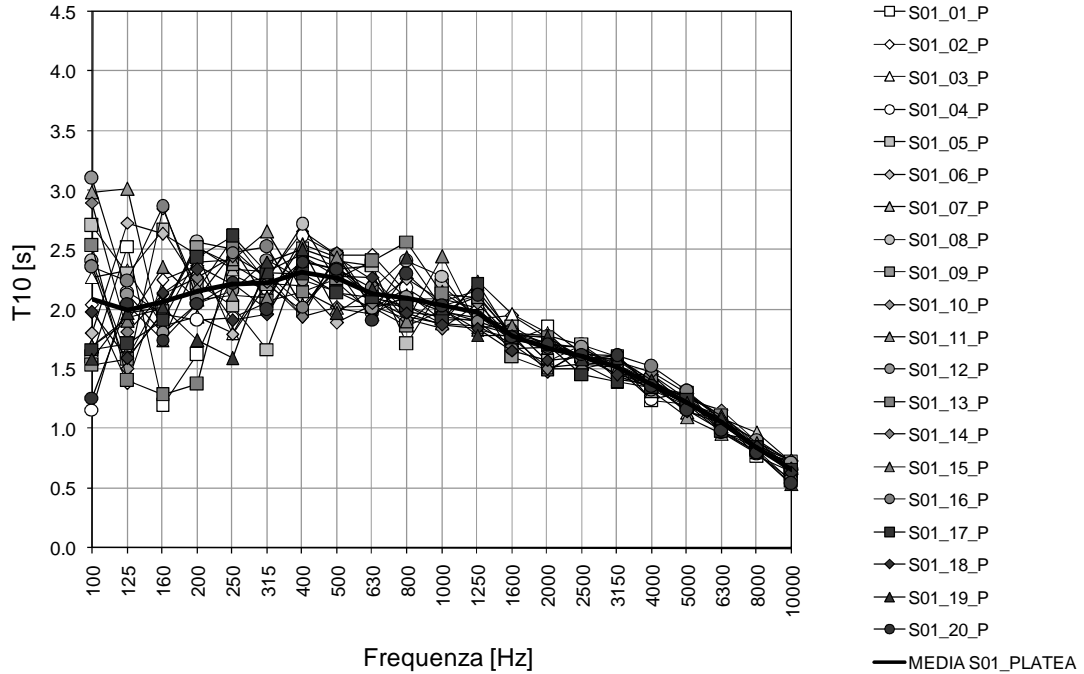


Grafico n° 31. Analisi T_{10} platea S01

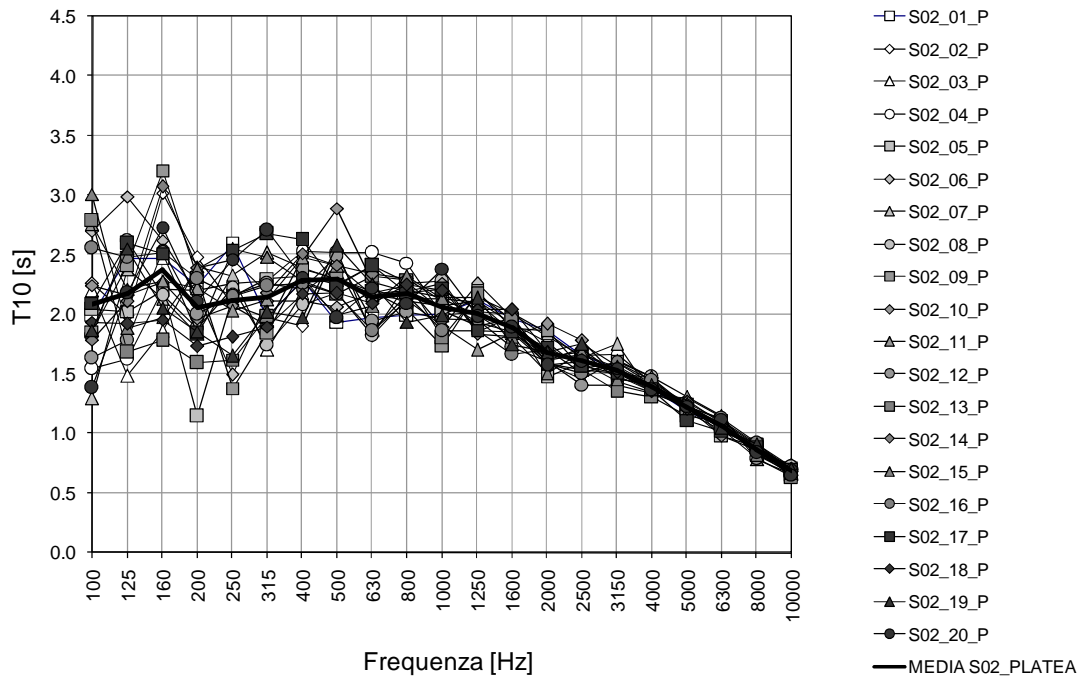


Grafico n° 32. Analisi T_{10} platea S02

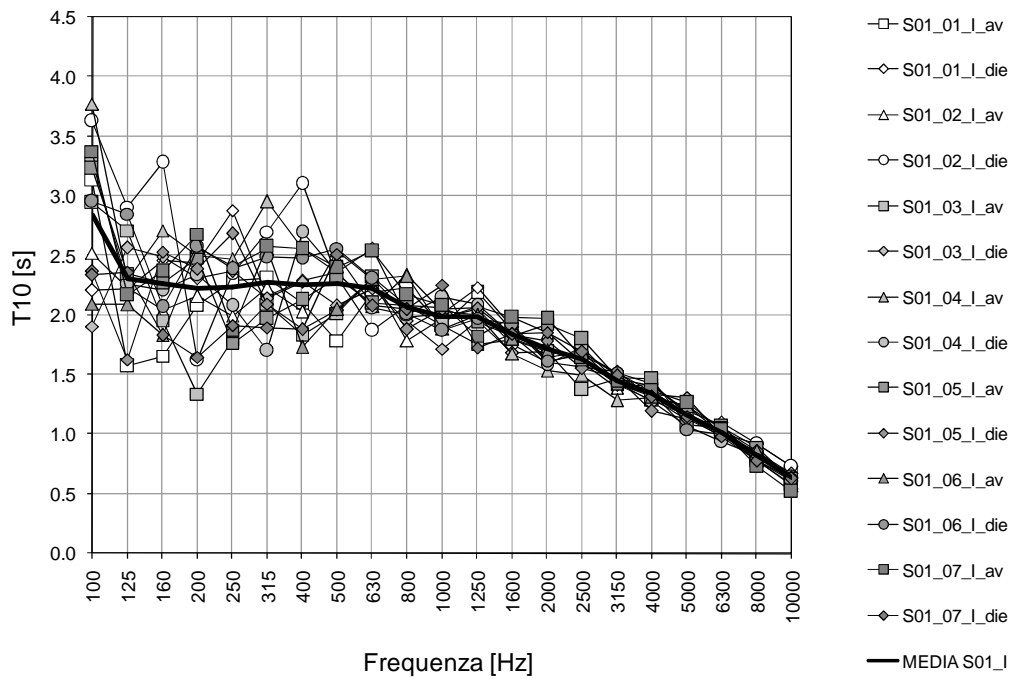


Grafico n° 33. Analisi T_{10} I ordine di palchetti S01

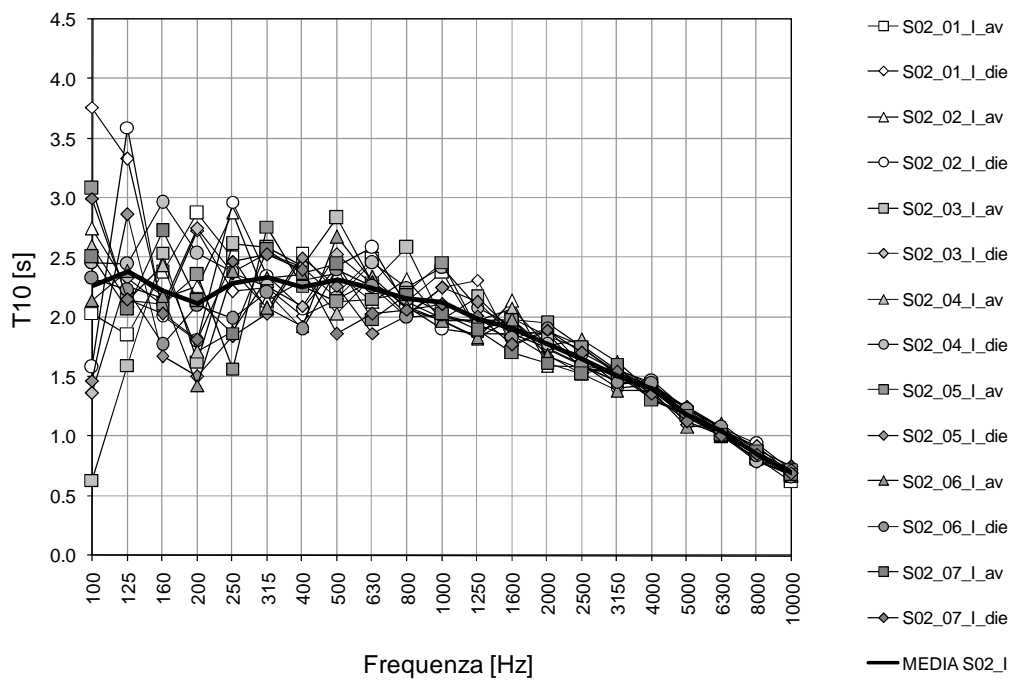


Grafico n° 34. Analisi T_{10} I ordine di palchetti S02

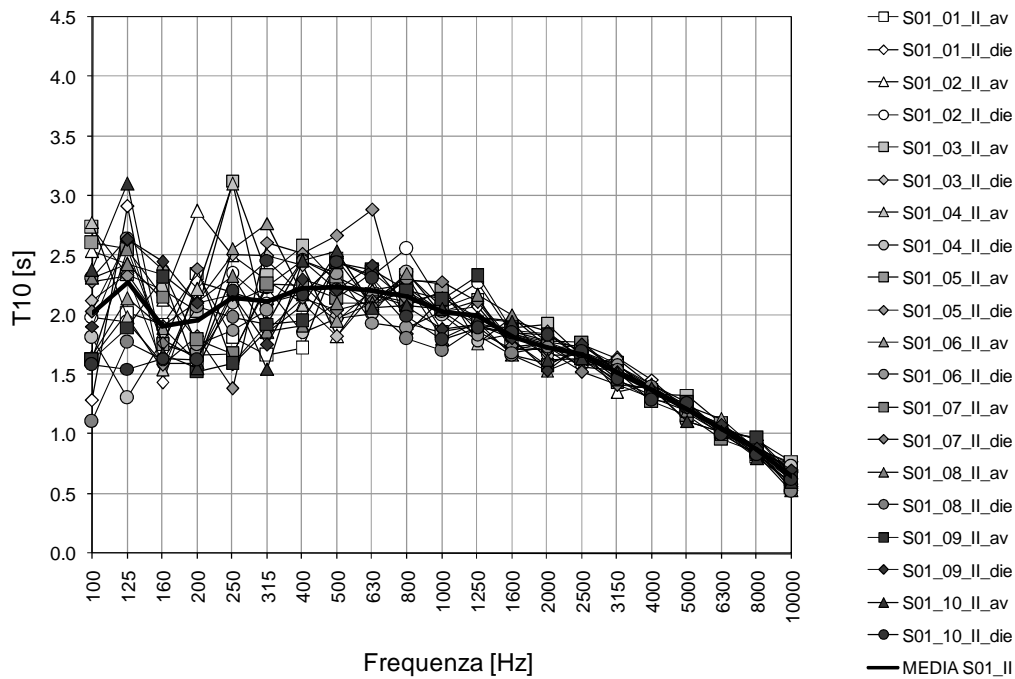


Grafico n° 35. Analisi T_{10} II ordine di palchetti S01

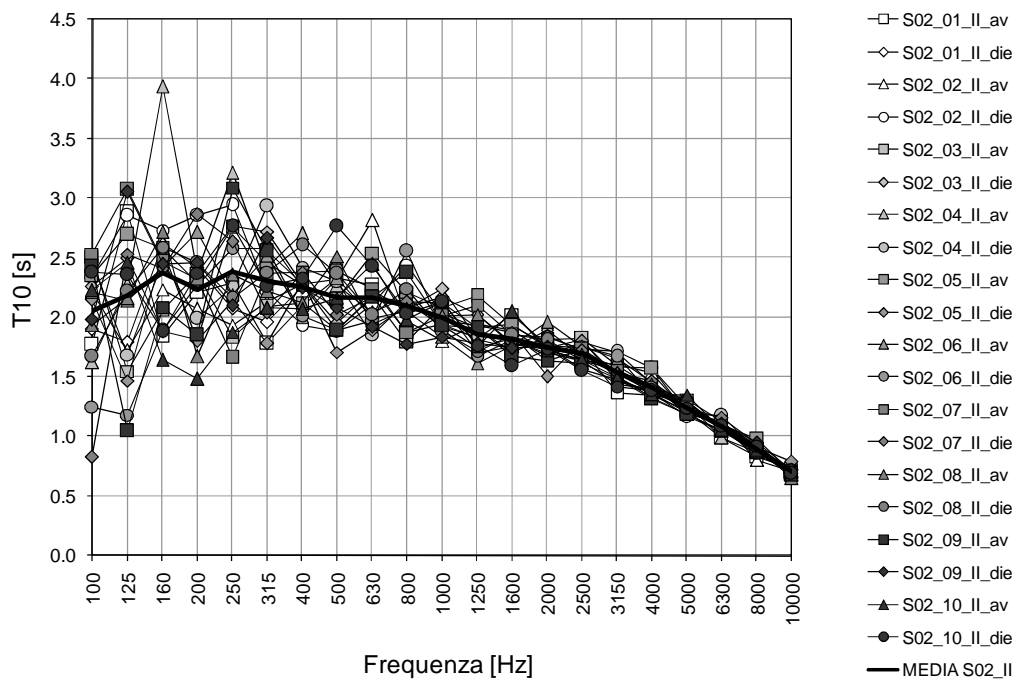


Grafico n° 36. Analisi T_{10} II ordine di palchetti S02

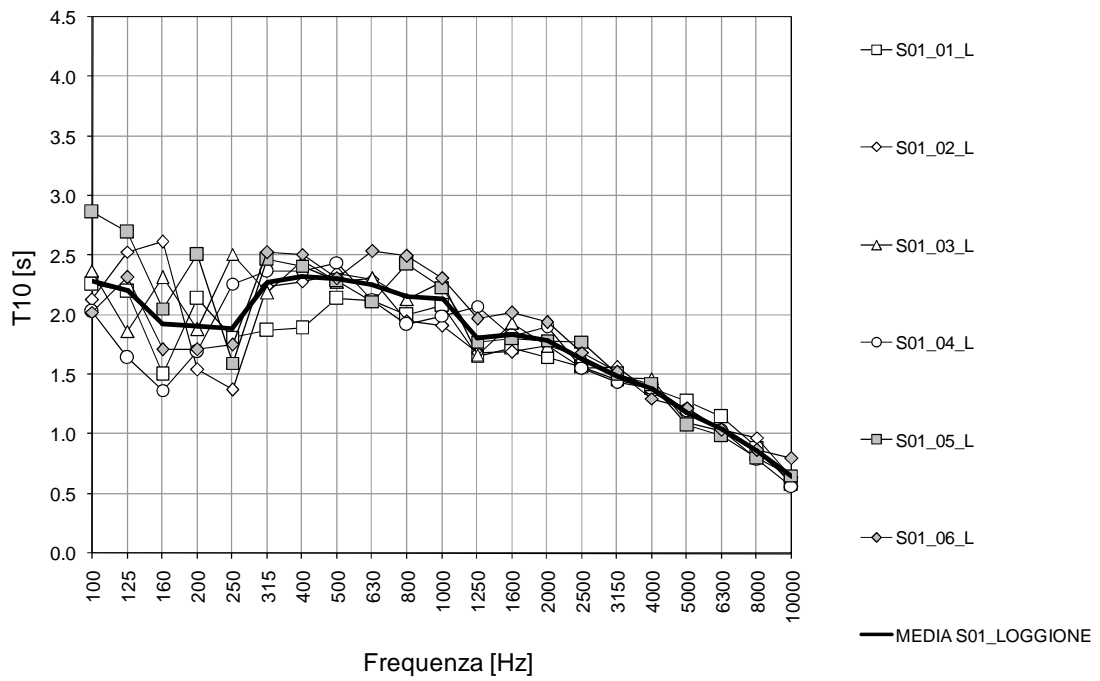


Grafico n° 37. Analisi T_{10} loggione S01

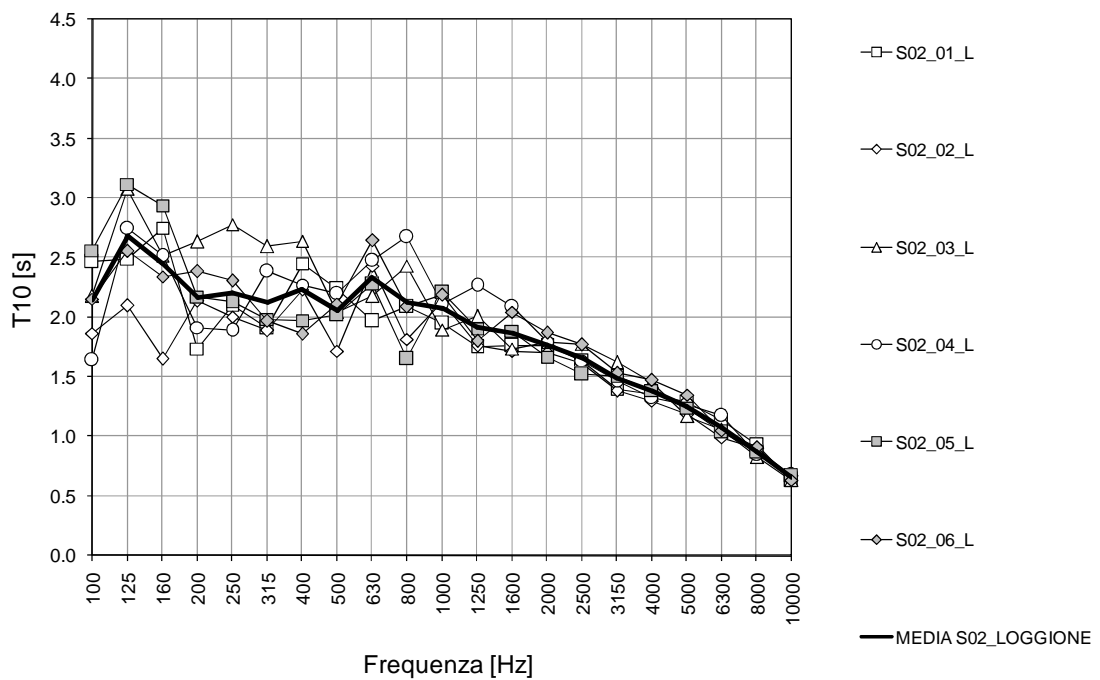


Grafico n° 38. Analisi T_{10} loggione S02

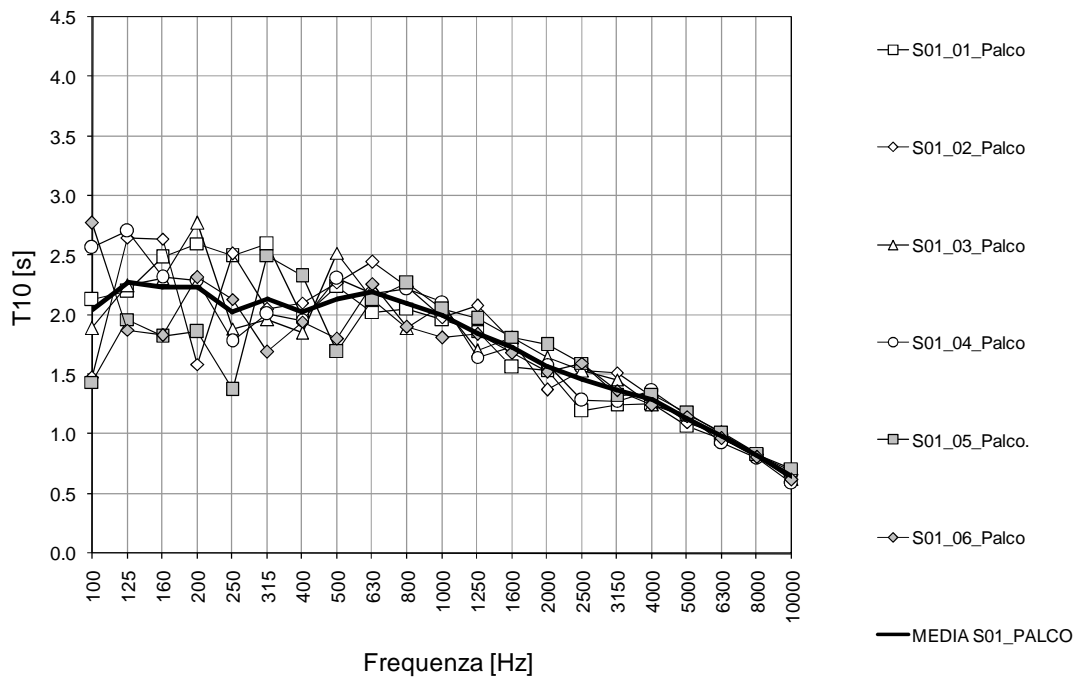


Grafico n° 39. Analisi T₁₀ palcoscenico S01

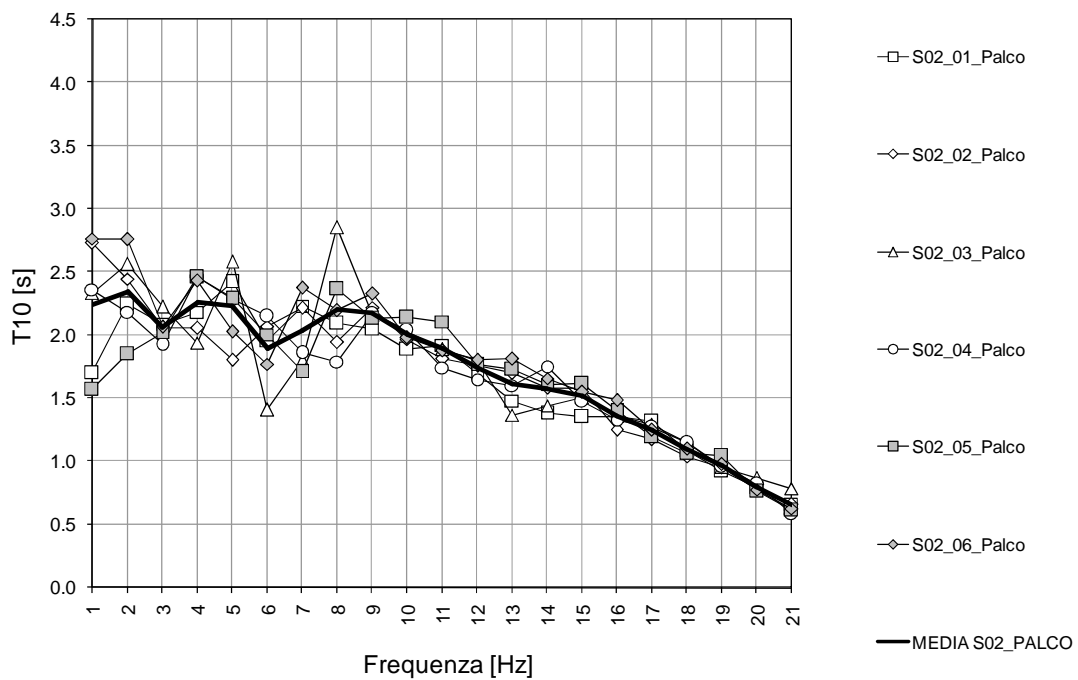


Grafico n° 40. Analisi T₁₀ palcoscenico S02

6.3.5 Tempo di riverberazione T_{20}

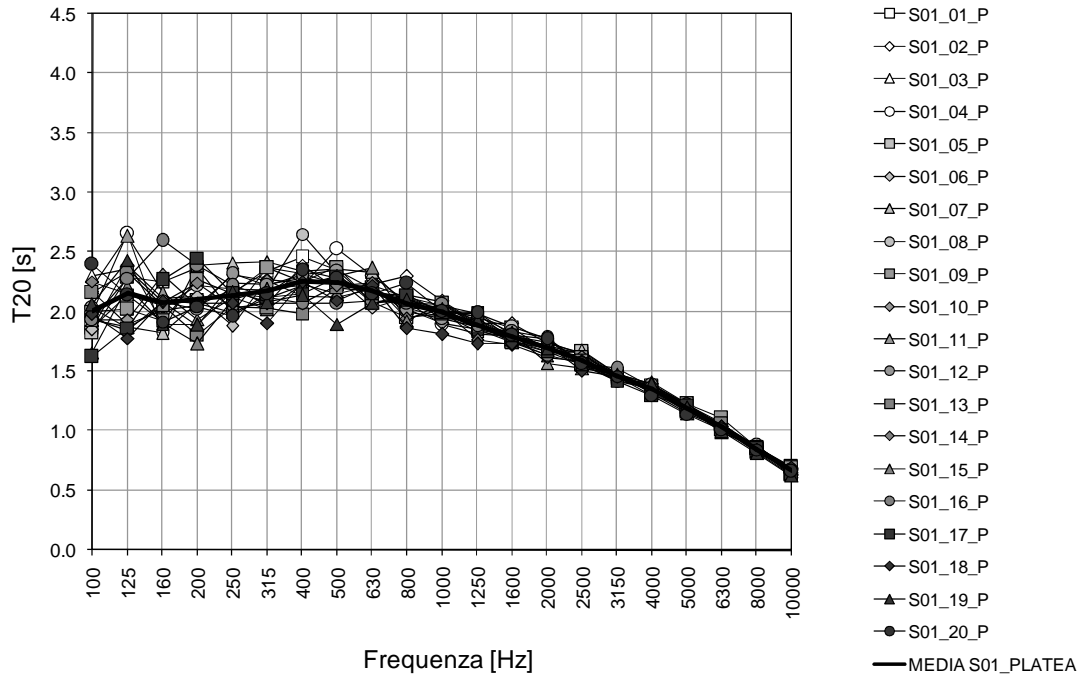


Grafico n° 41. Analisi T_{20} platea S01

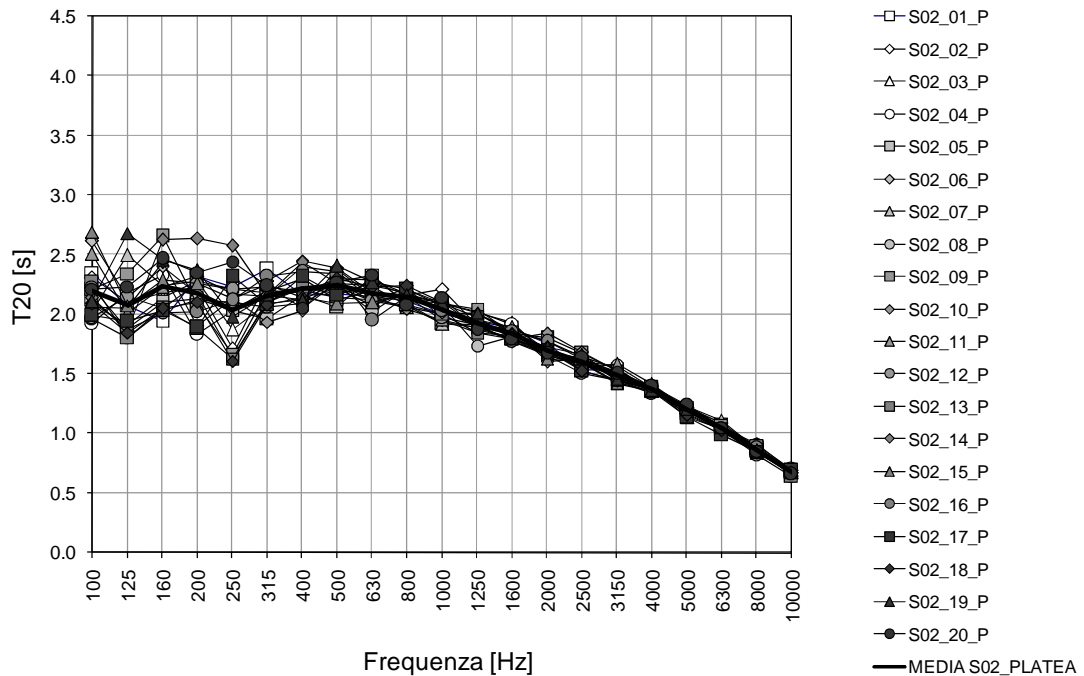


Grafico n° 42. Analisi T_{20} platea S02

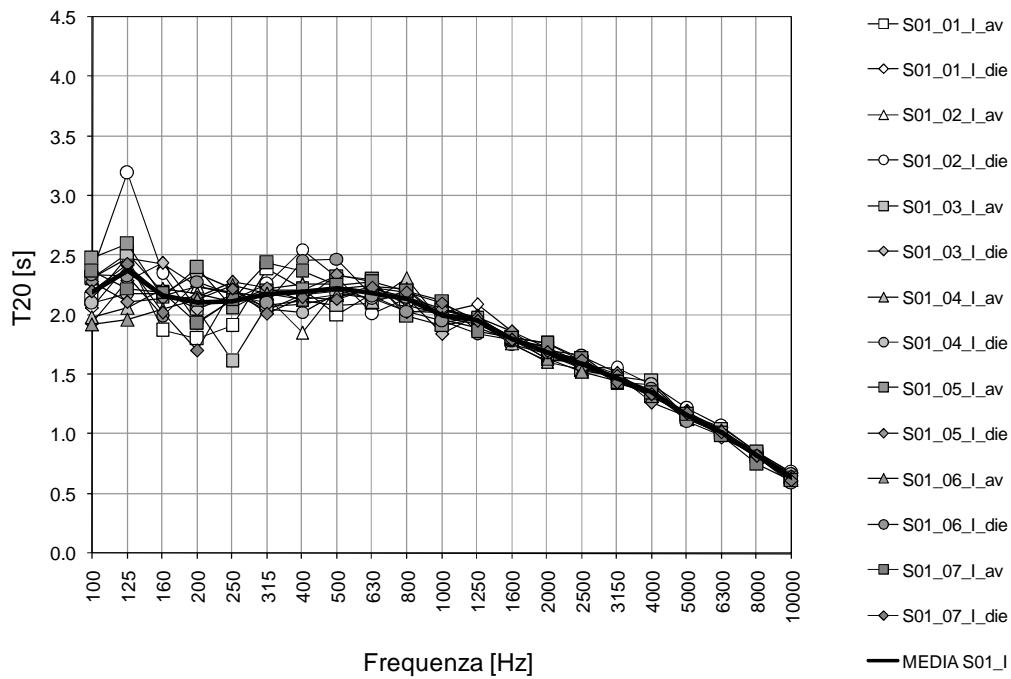


Grafico n° 43. Analisi T_{20} I ordine di palchetti S01

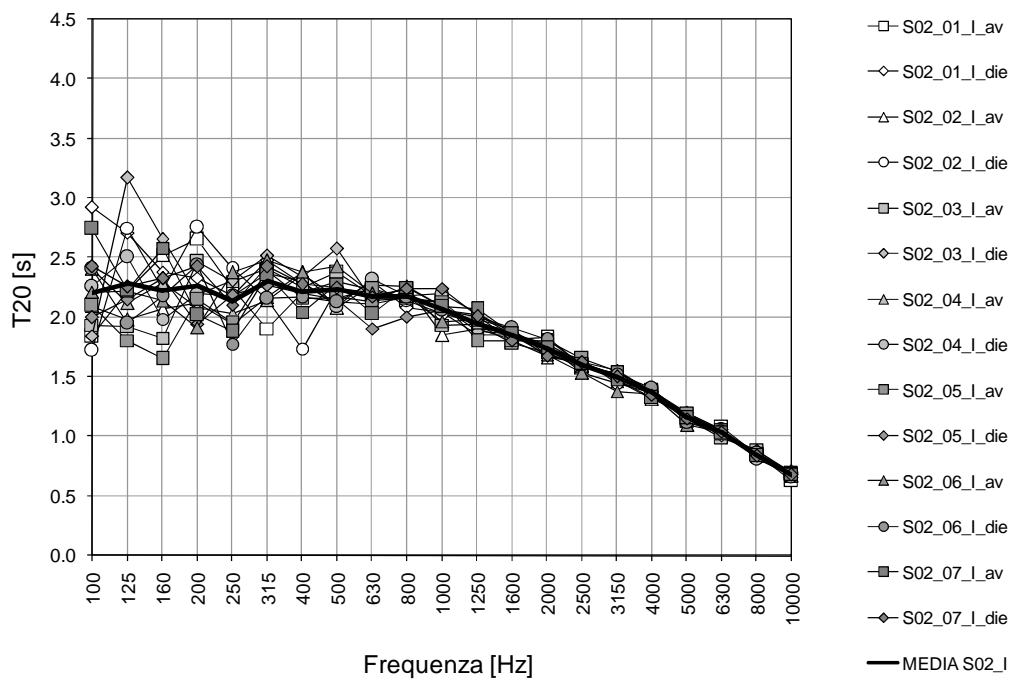


Grafico n° 44. Analisi T_{20} I ordine di palchetti S02

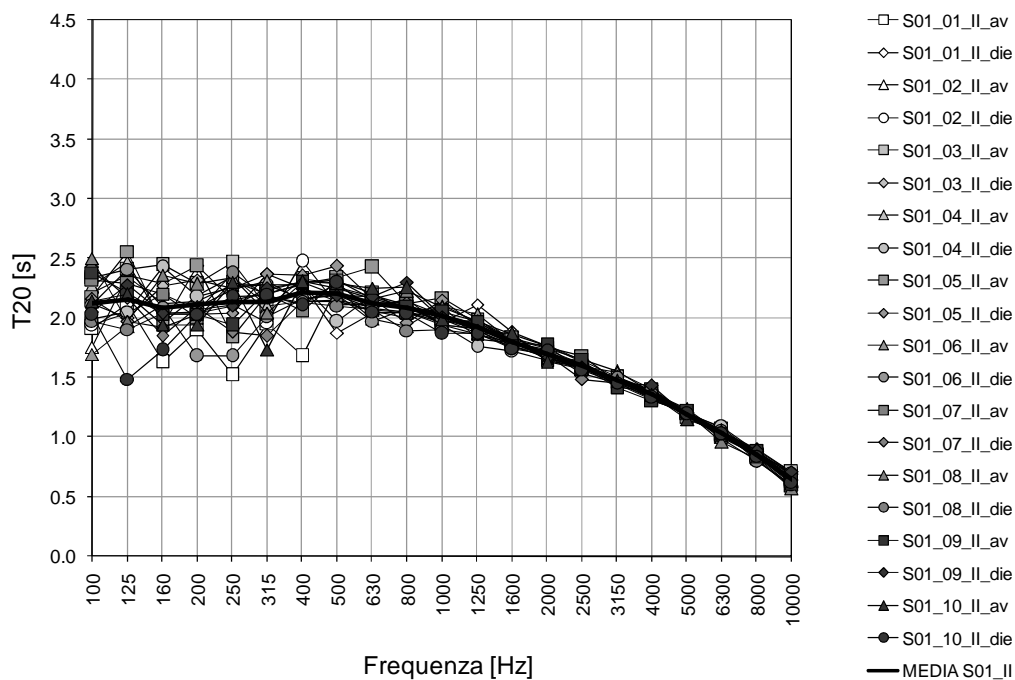


Grafico n° 45. Analisi T_{20} II ordine di palchetti S01

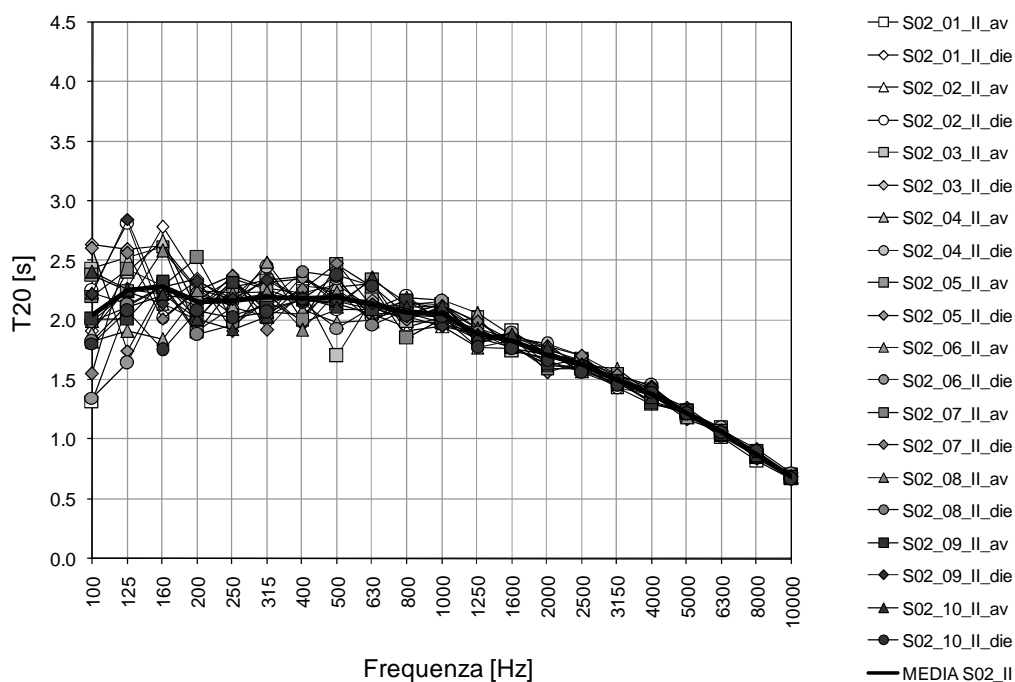


Grafico n° 46. Analisi T_{20} II ordine di palchetti S02

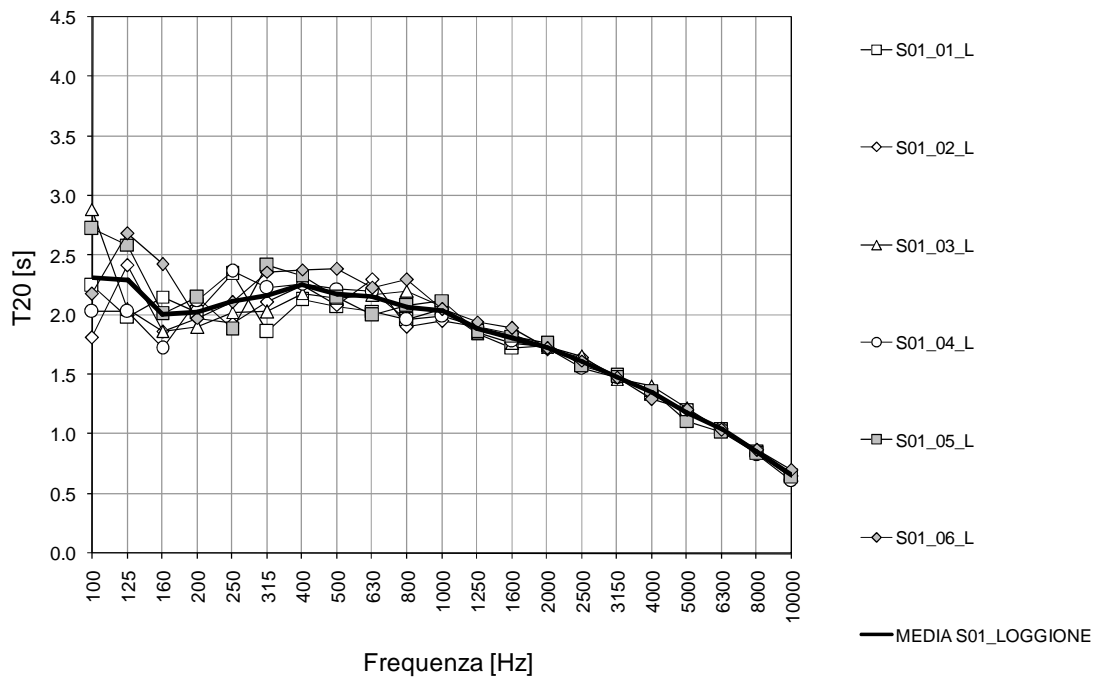


Grafico n° 47. Analisi T₂₀ loggione S01

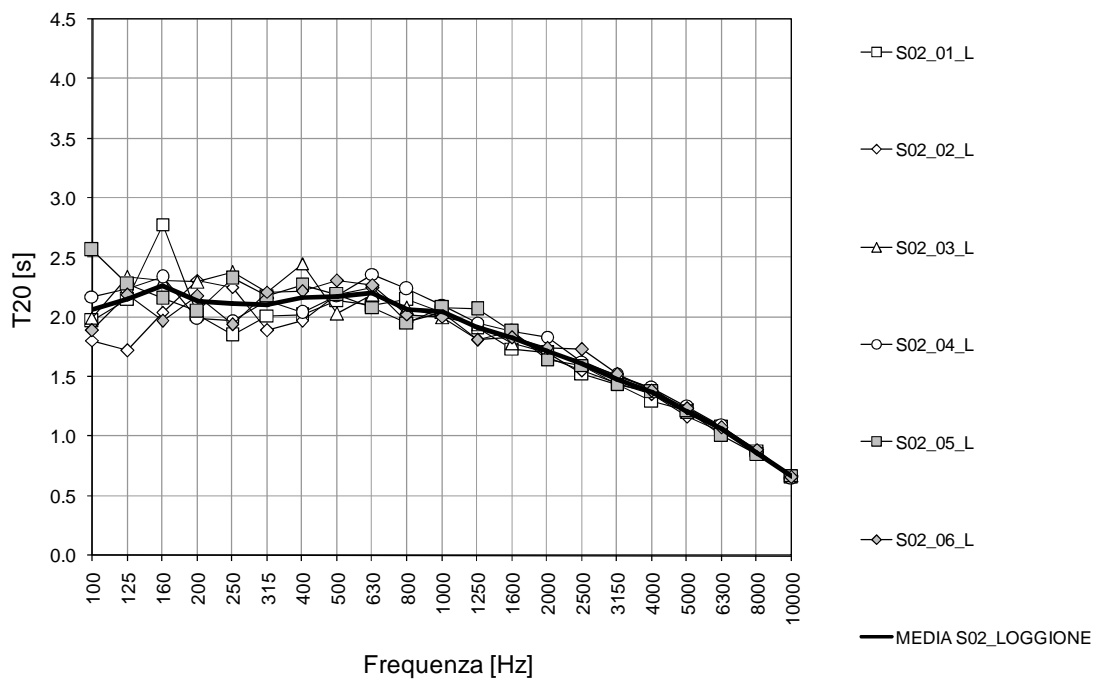


Grafico n° 48. Analisi T₂₀ loggione S02

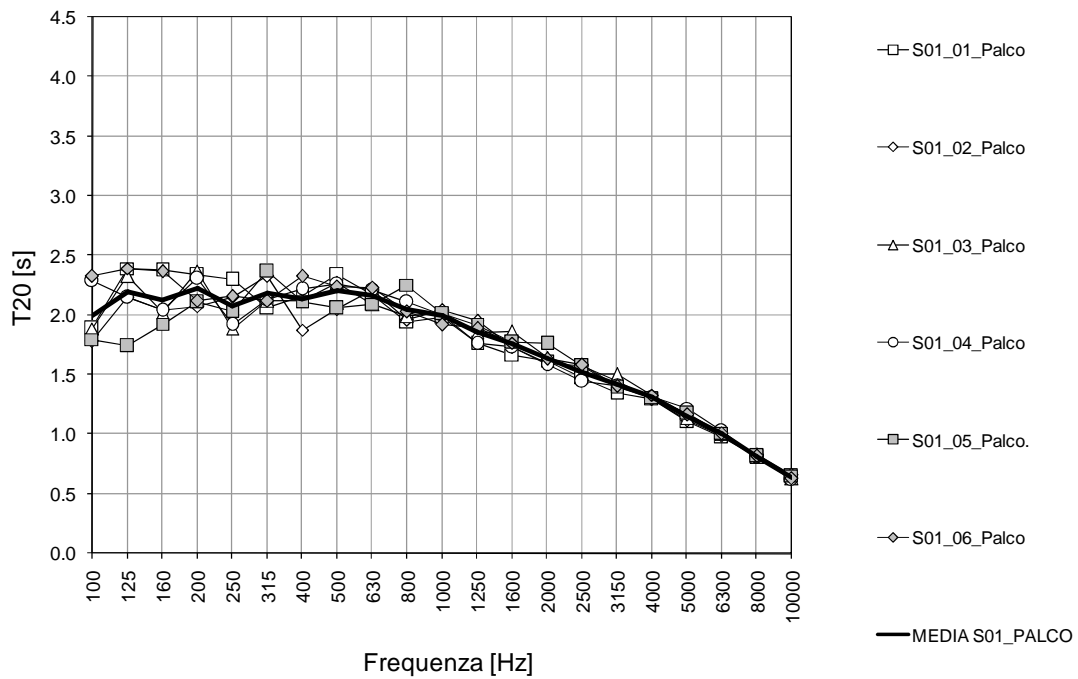


Grafico n° 49. Analisi T₂₀ palcoscenico S01

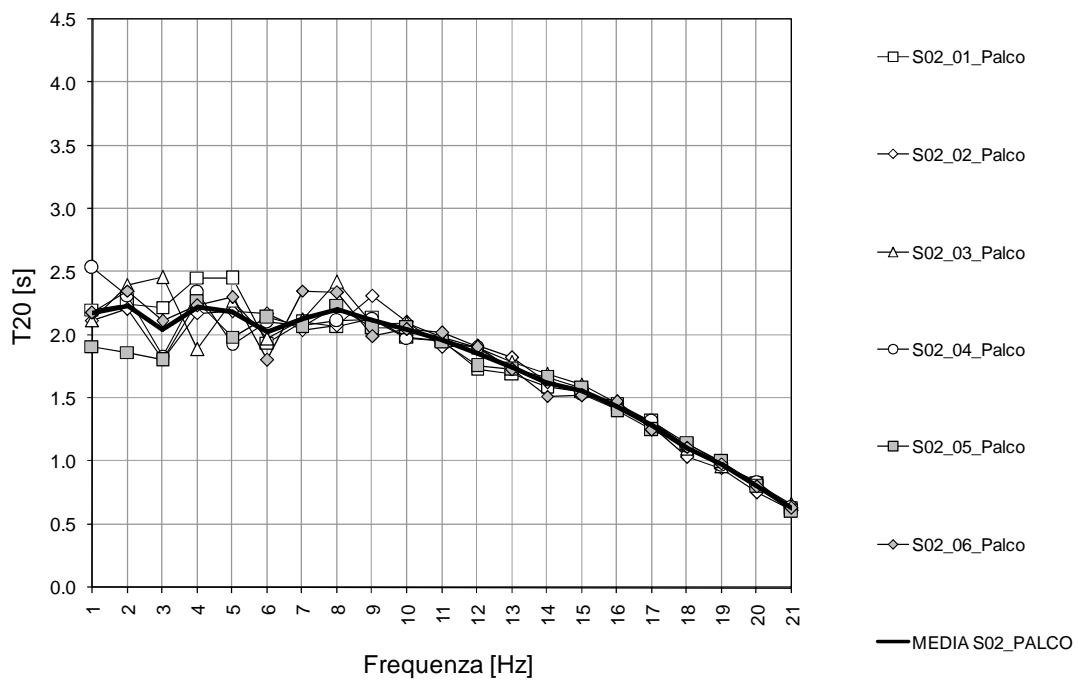


Grafico n° 50. Analisi T₂₀ palcoscenico S02

6.3.6 Tempo di riverberazione T_{30}

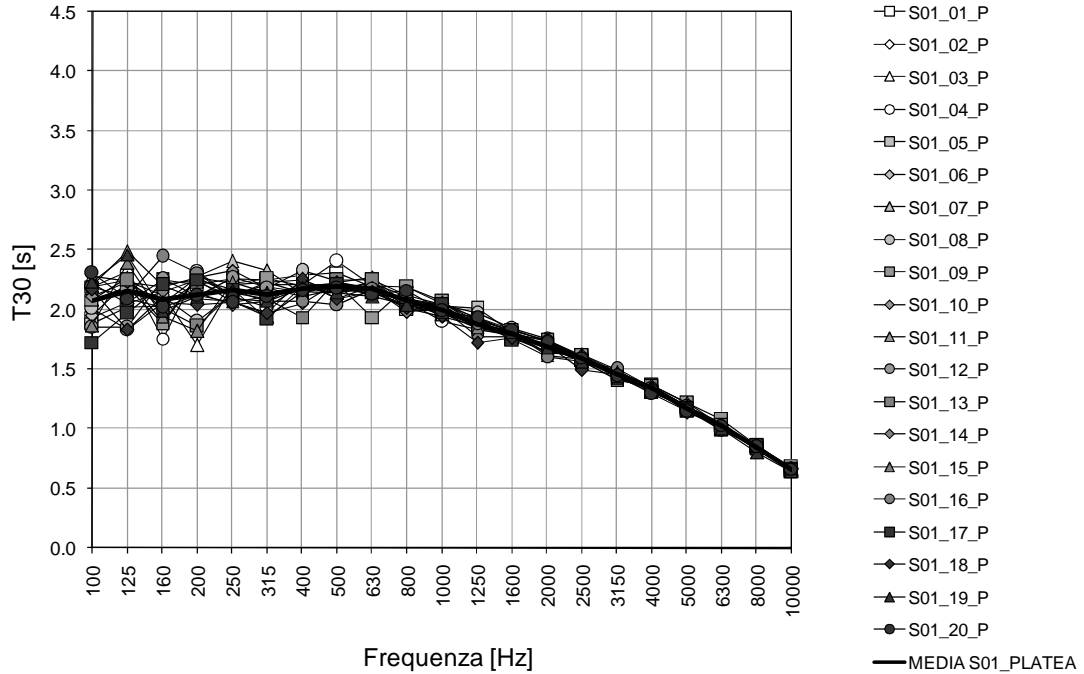


Grafico n° 51. Analisi T_{30} platea S01

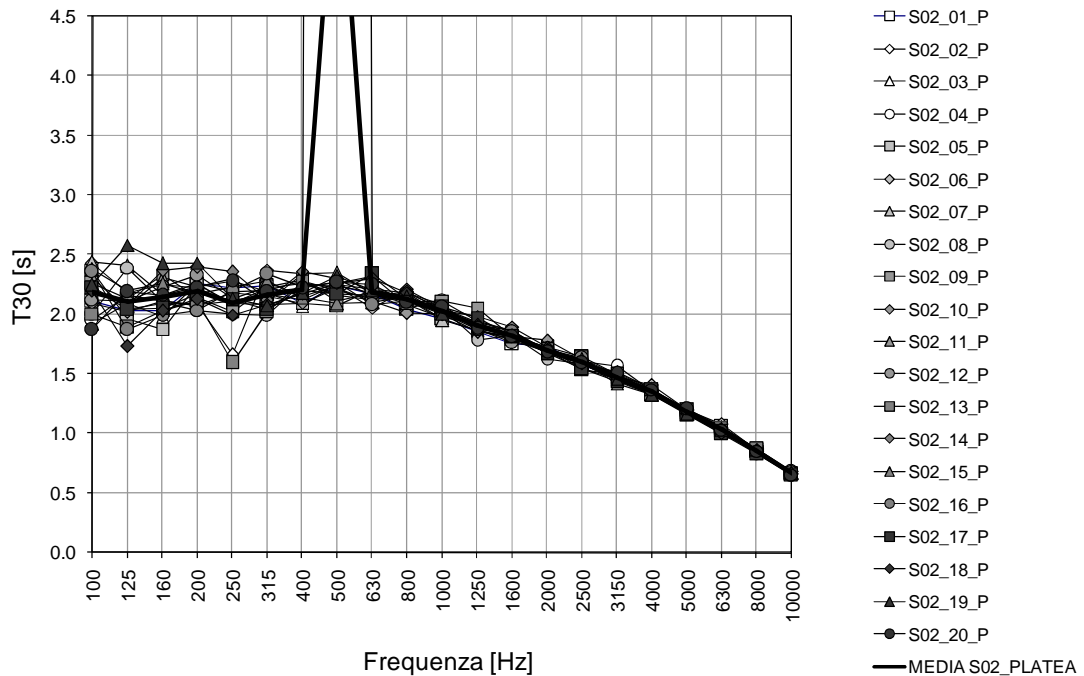


Grafico n° 52. Analisi T_{30} platea S02

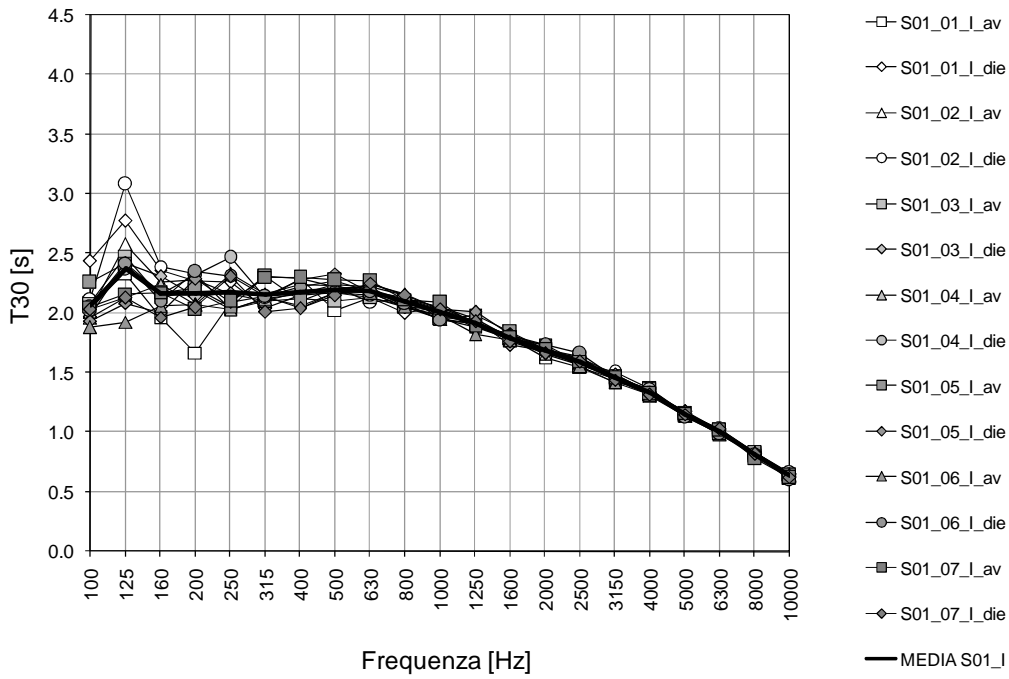


Grafico n° 53. Analisi T_{30} I ordine di palchetti S01

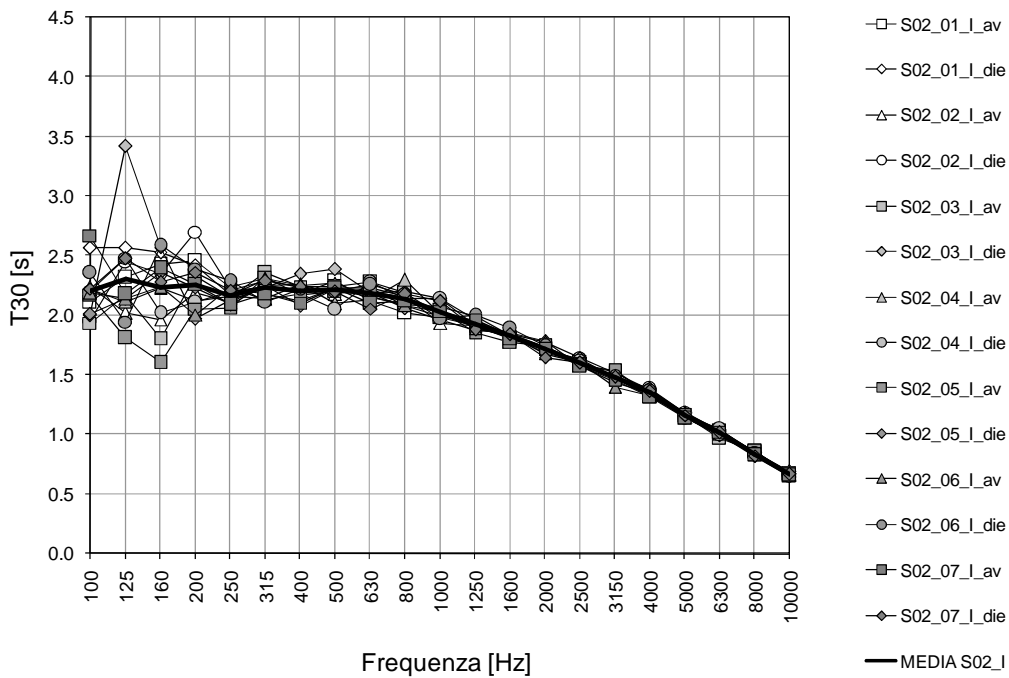


Grafico n° 54. Analisi T_{30} I ordine di palchetti S02

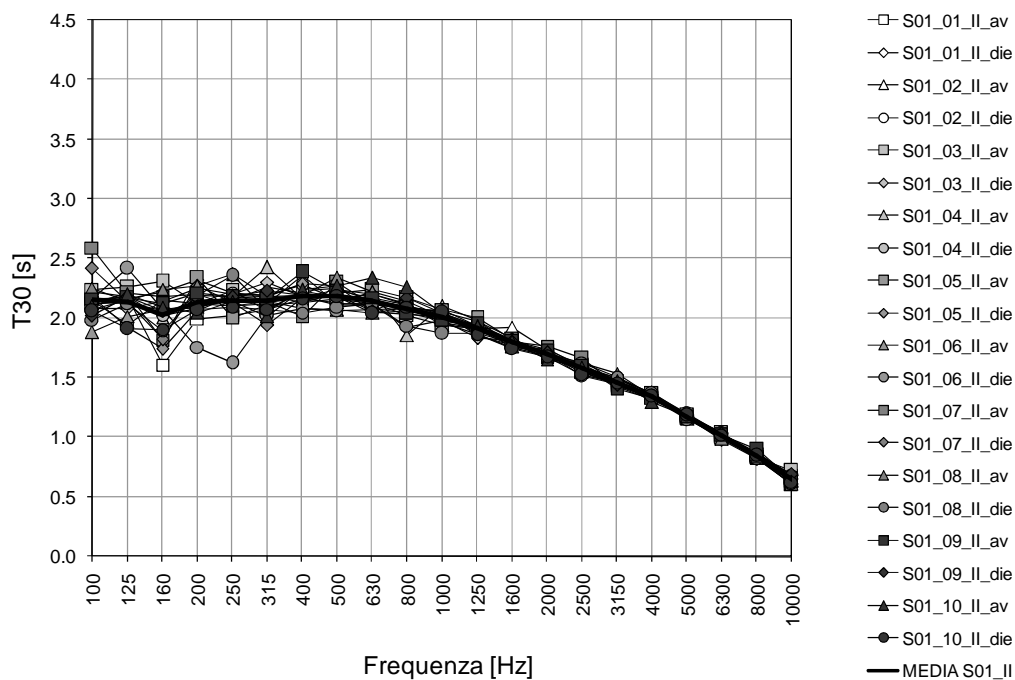


Grafico n° 55. Analisi T_{30} II ordine di palchetti S01

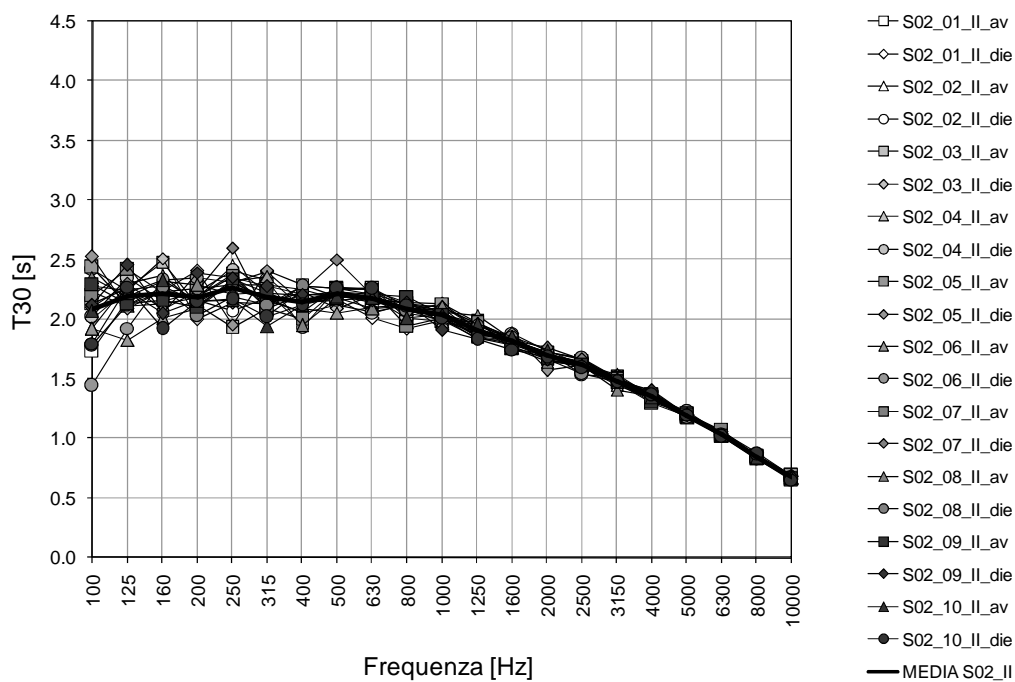


Grafico n° 56. Analisi T_{30} II ordine di palchetti S02

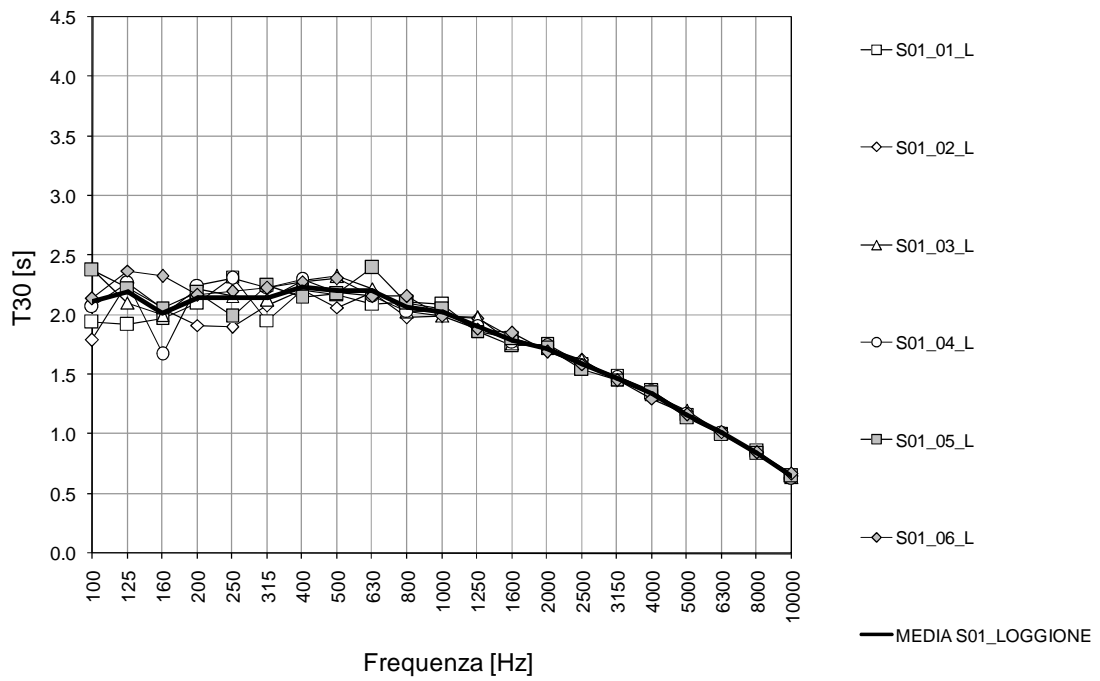


Grafico n° 57. Analisi T_{30} loggione S01

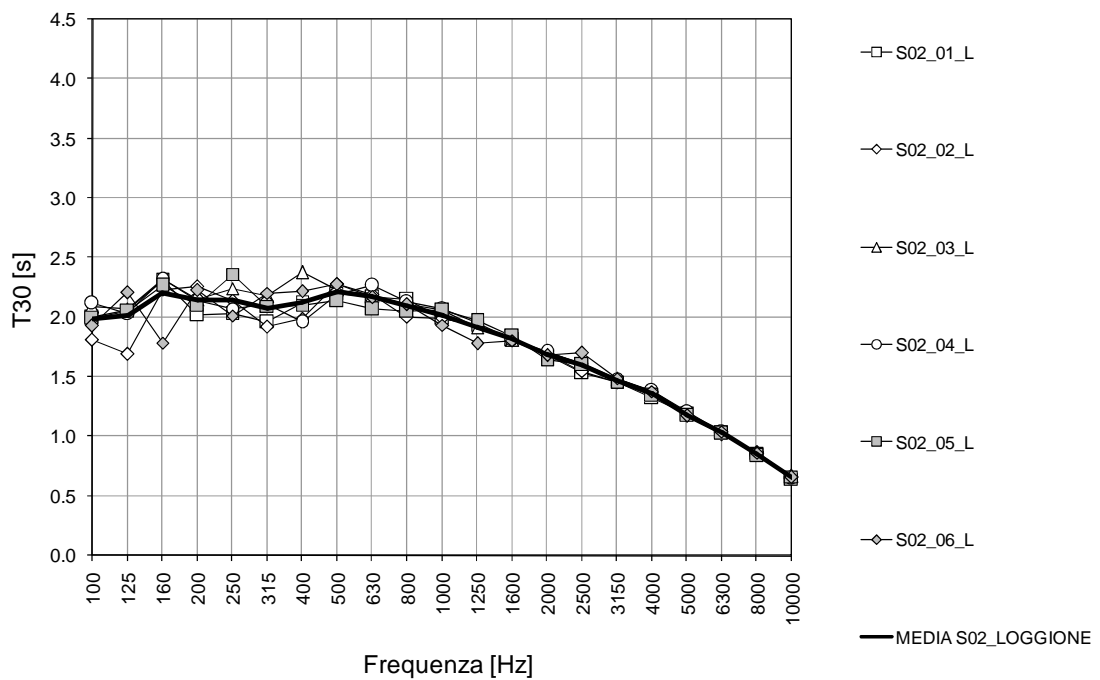


Grafico n° 58. Analisi T_{30} loggione S02

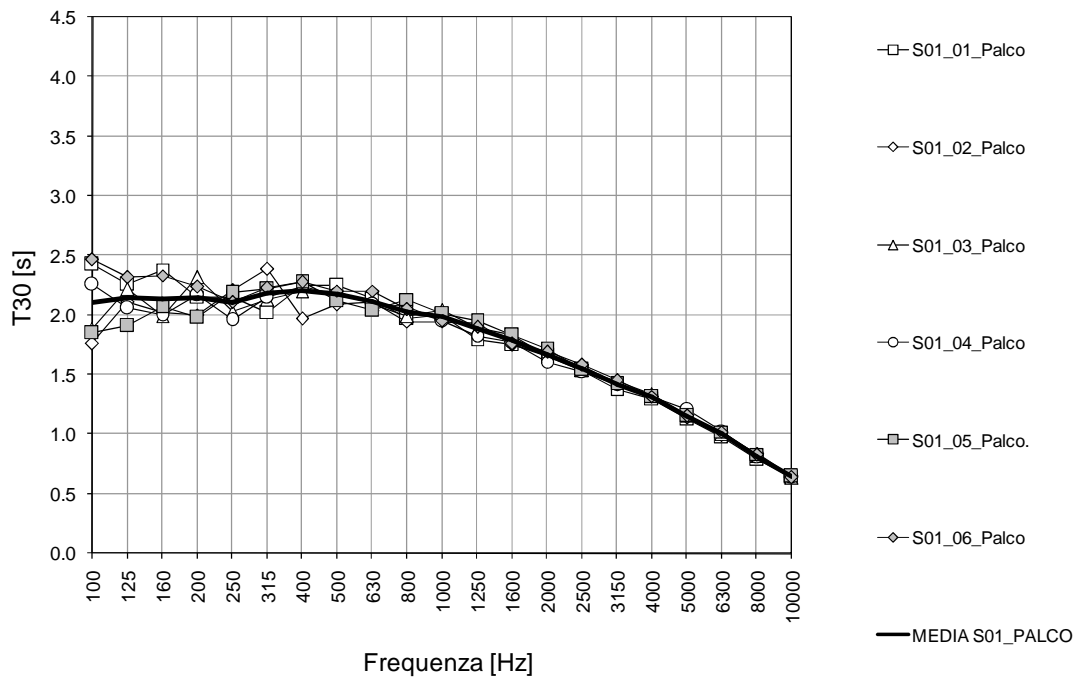


Grafico n° 59. Analisi T₃₀ palcoscenico S01

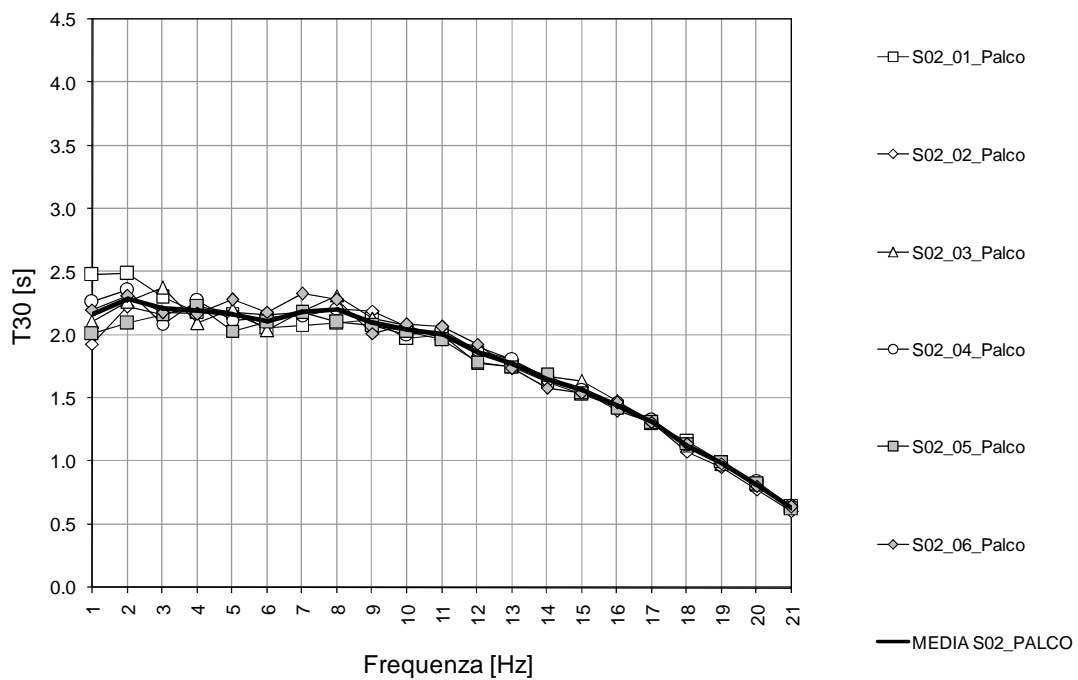


Grafico n° 60. Analisi T₃₀ palcoscenico S02

6.3.7 Coefficiente di correlazione mutua interaurale IACC

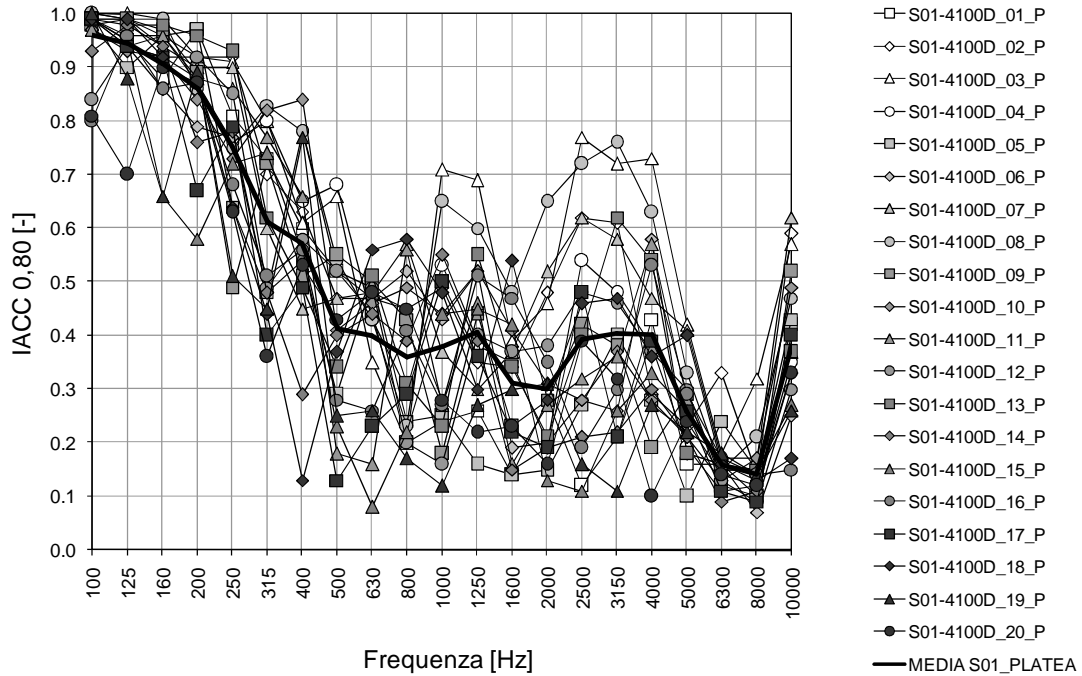


Grafico n° 61. Analisi IACC_{0,80} platea S01

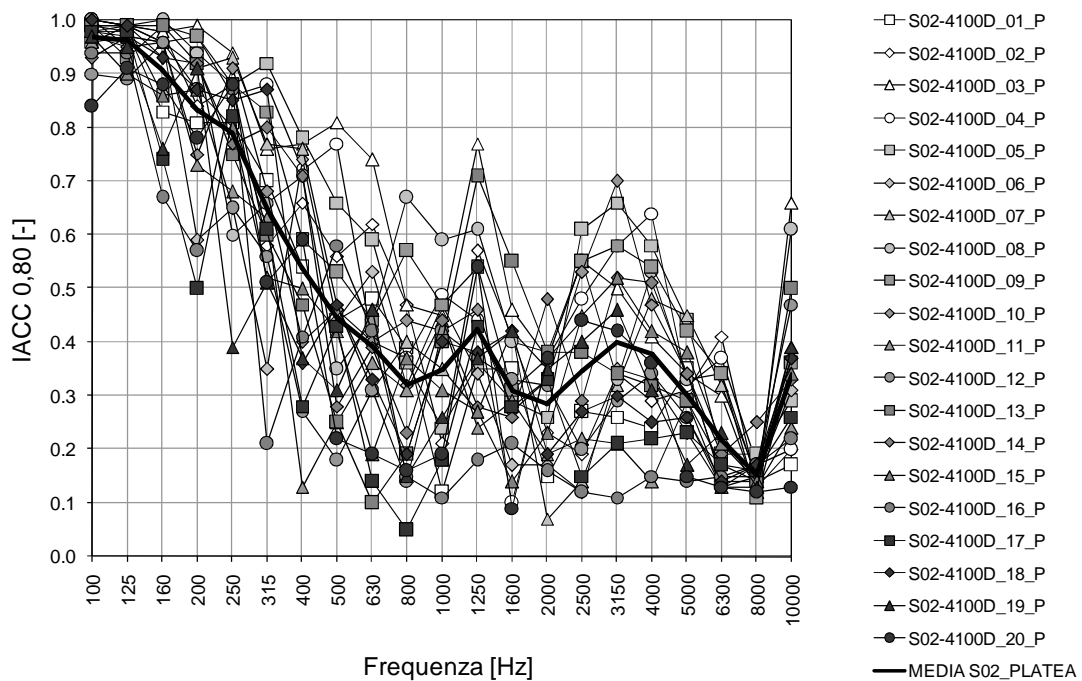


Grafico n° 62. Analisi IACC_{0,80} platea S02

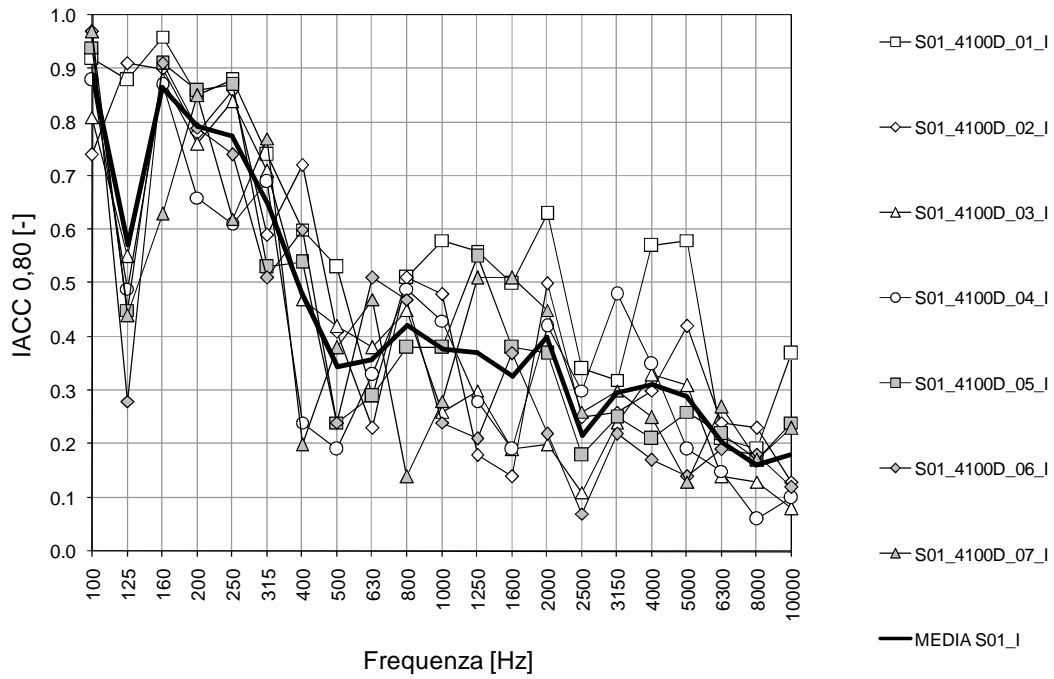


Grafico n° 63. Analisi IACC_{0,80} I ordine di palchetti S01

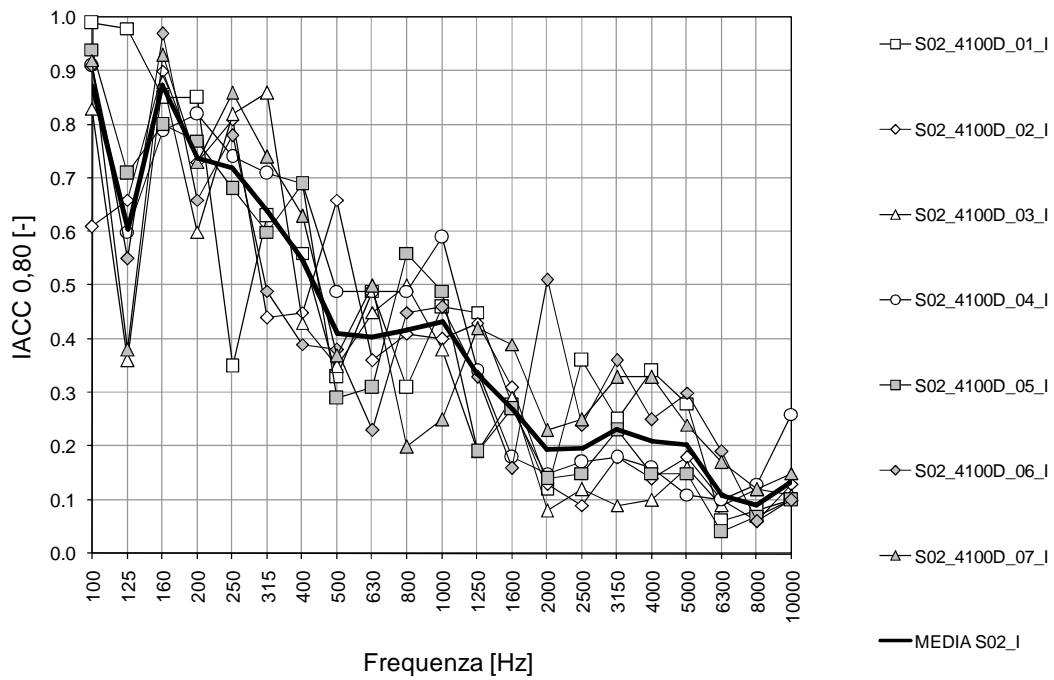


Grafico n° 64. Analisi IACC_{0,80} I ordine di palchetti S02

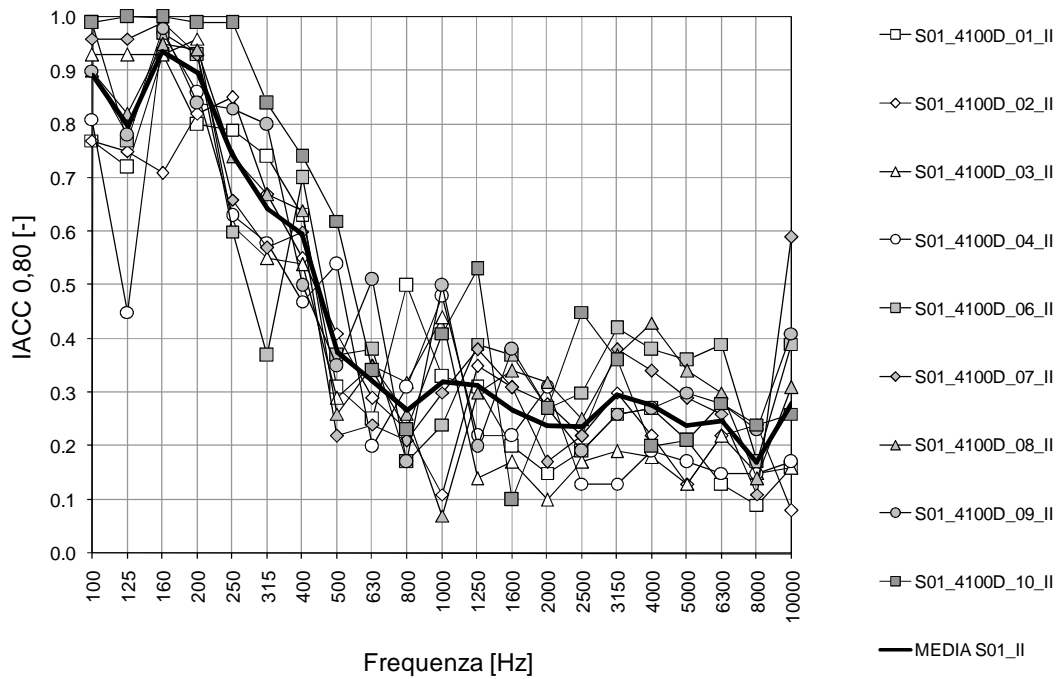


Gráfico n° 65. Analisi IACC_{0,80} II ordine di palchetti S01

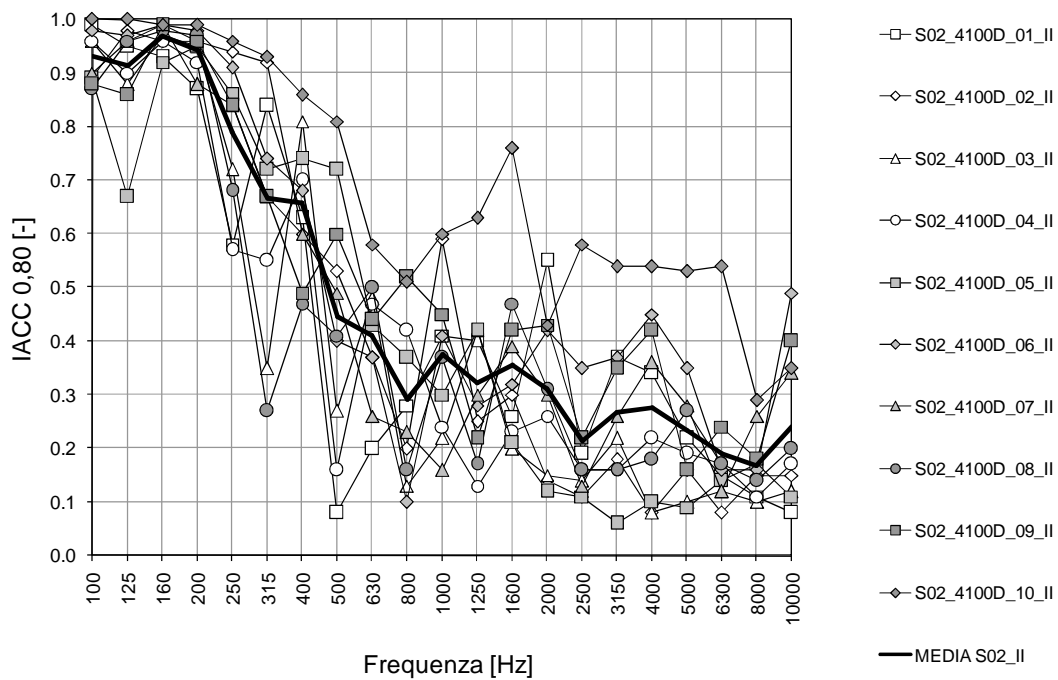


Gráfico n° 66. Analisi IACC_{0,80} II ordine di palchetti S02

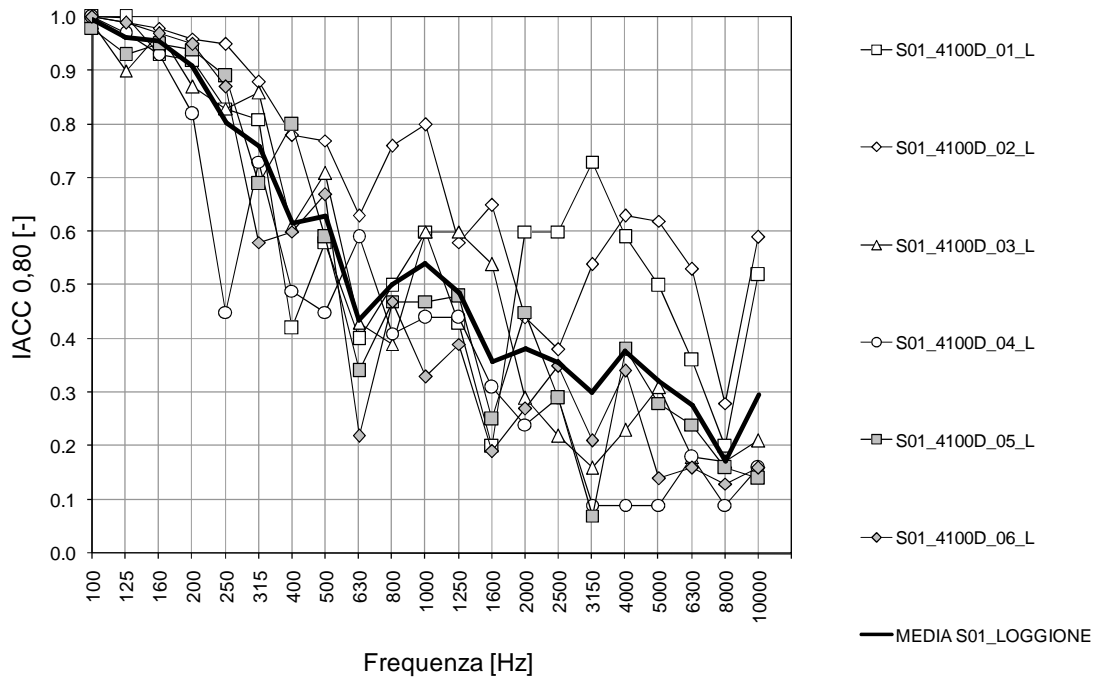


Grafico n° 67. Analisi IACC_{0,80} loggione S01

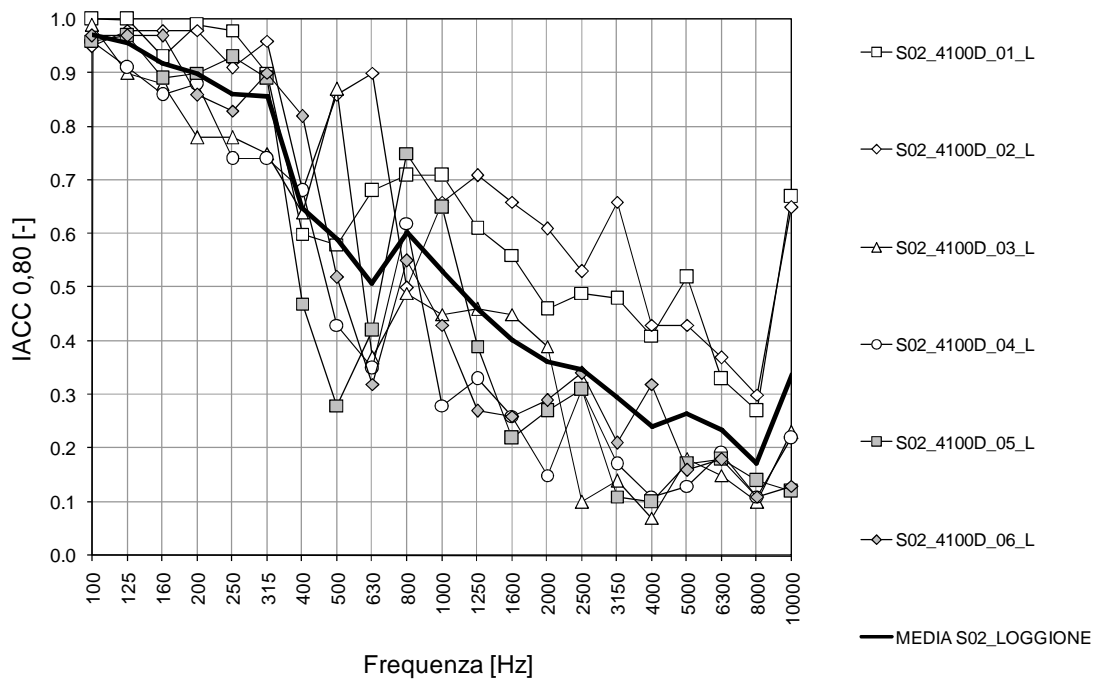


Grafico n° 68. Analisi IACC_{0,80} loggione S02

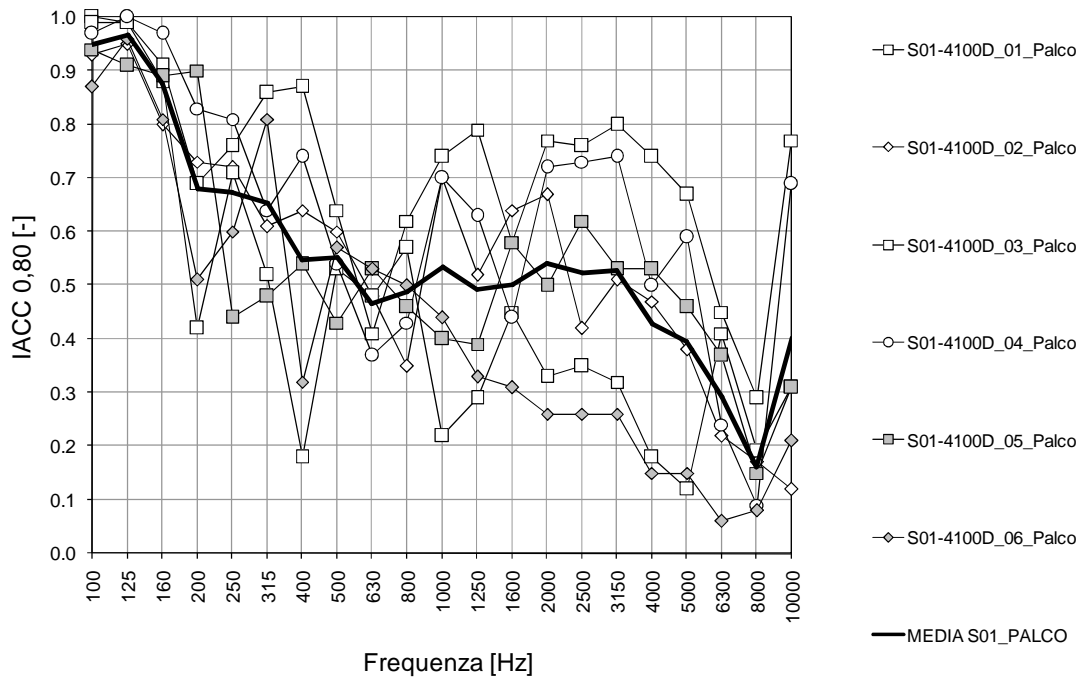


Grafico n° 69. Analisi IACC_{0,80} palcoscenico S01

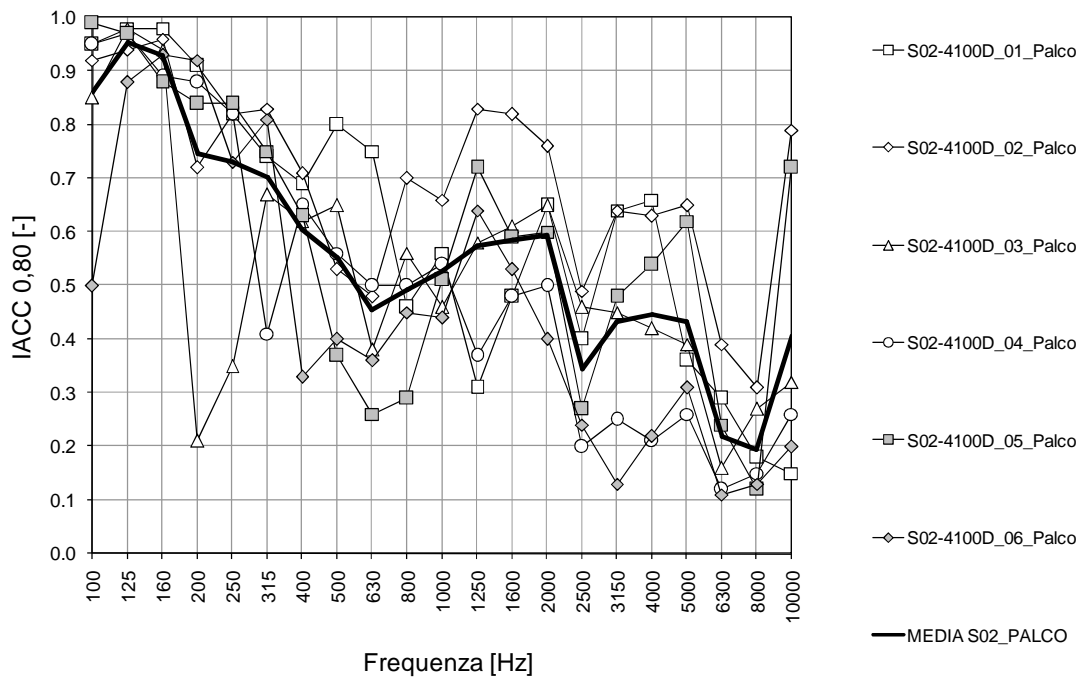


Grafico n° 70. Analisi IACC_{0,80} palcoscenico S02

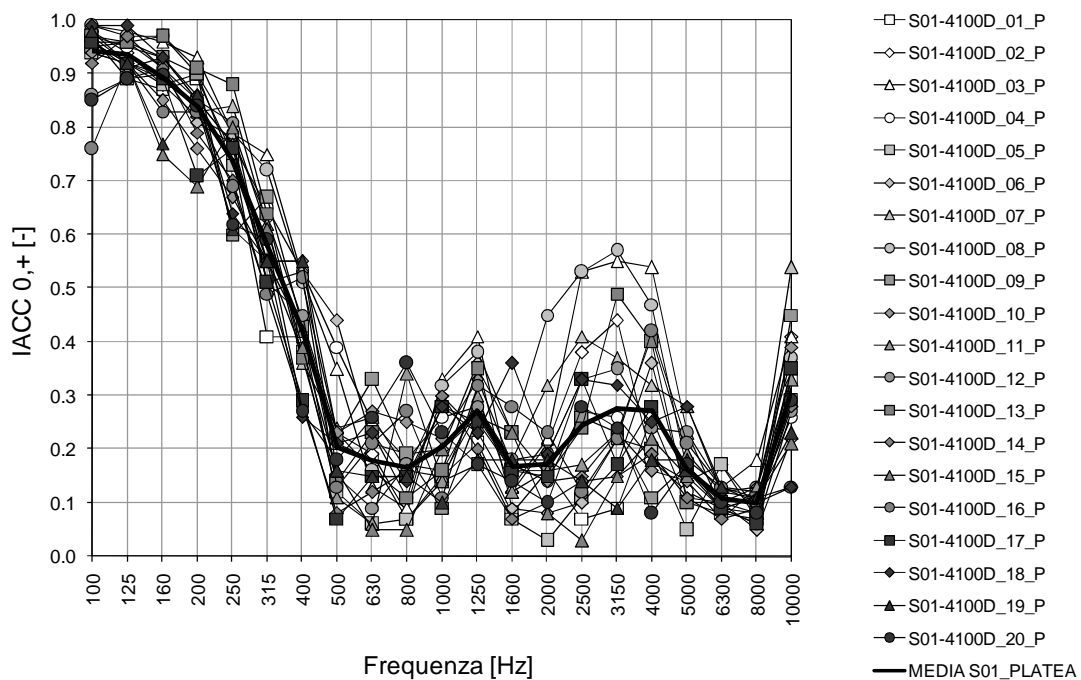


Grafico n° 71. Analisi IACC_{0,+} platea S01

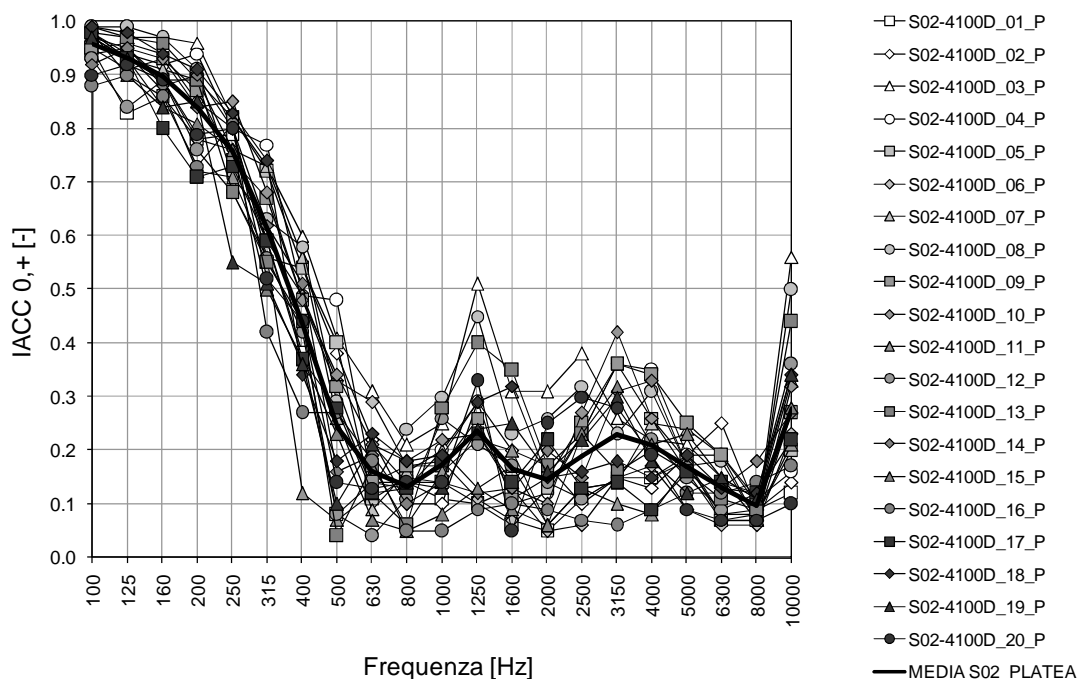


Grafico n° 72. Analisi IACC_{0,+} platea S02

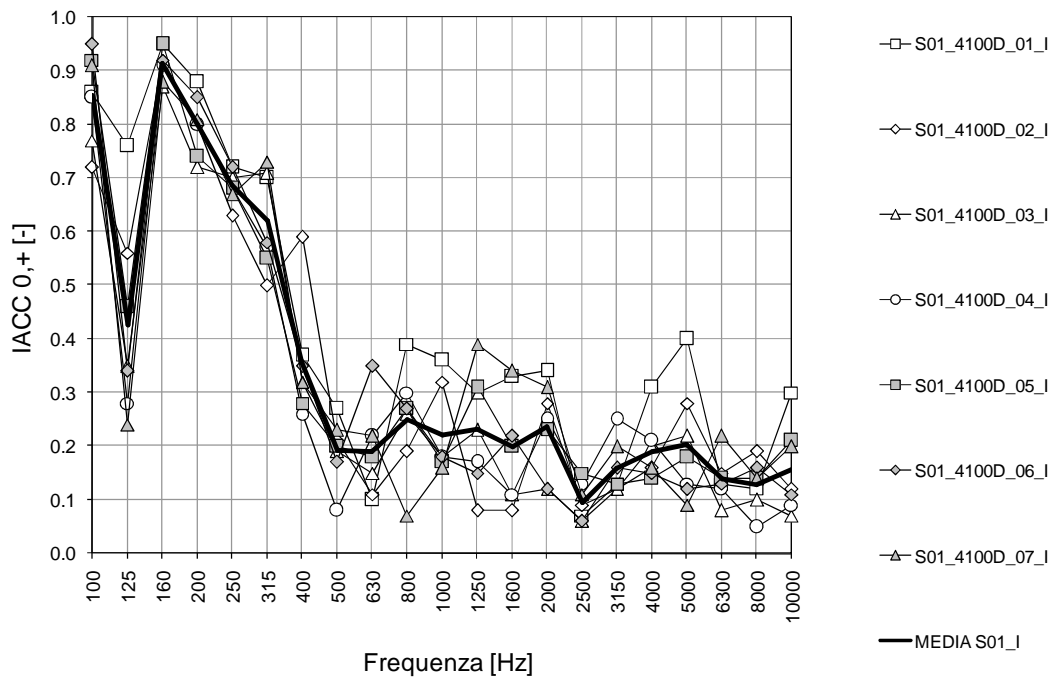


Grafico n° 73. Analisi IACC_{0,+} I ordine di palchetti S01

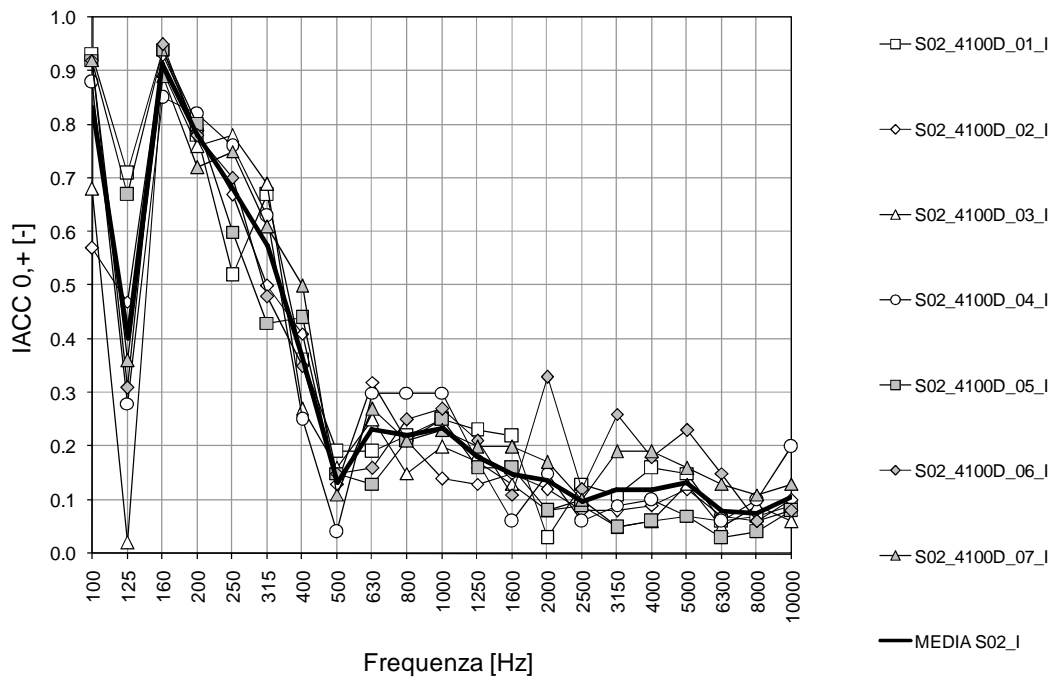


Grafico n° 74. Analisi IACC_{0,+} I ordine di palchetti S02

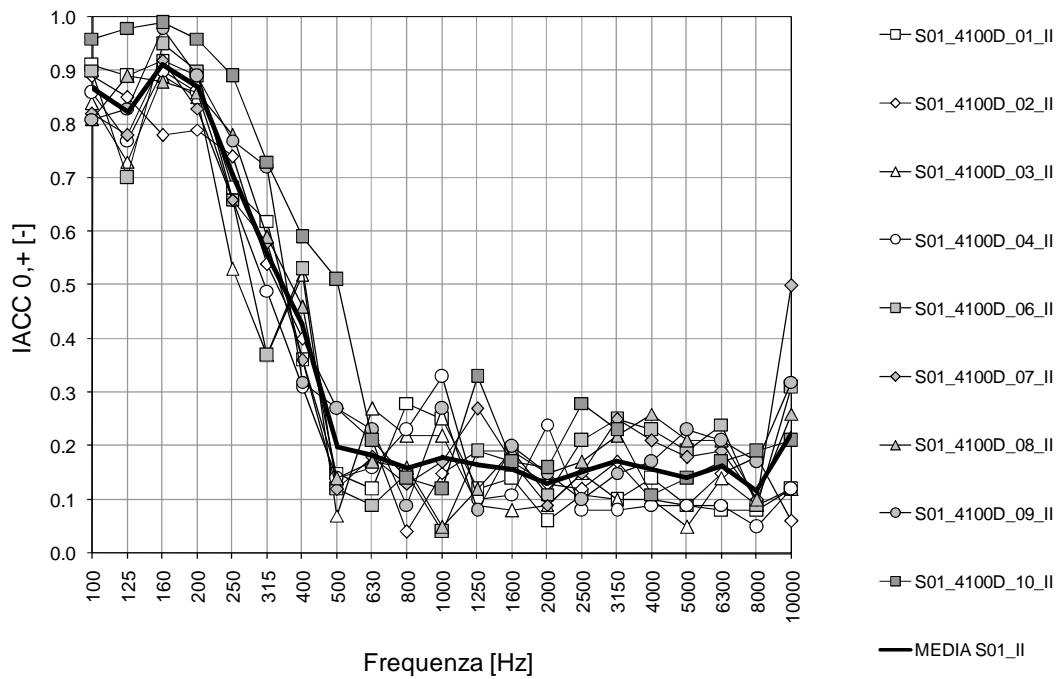


Grafico n° 75. Analisi IACC_{0,+} II ordine di palchetti S01

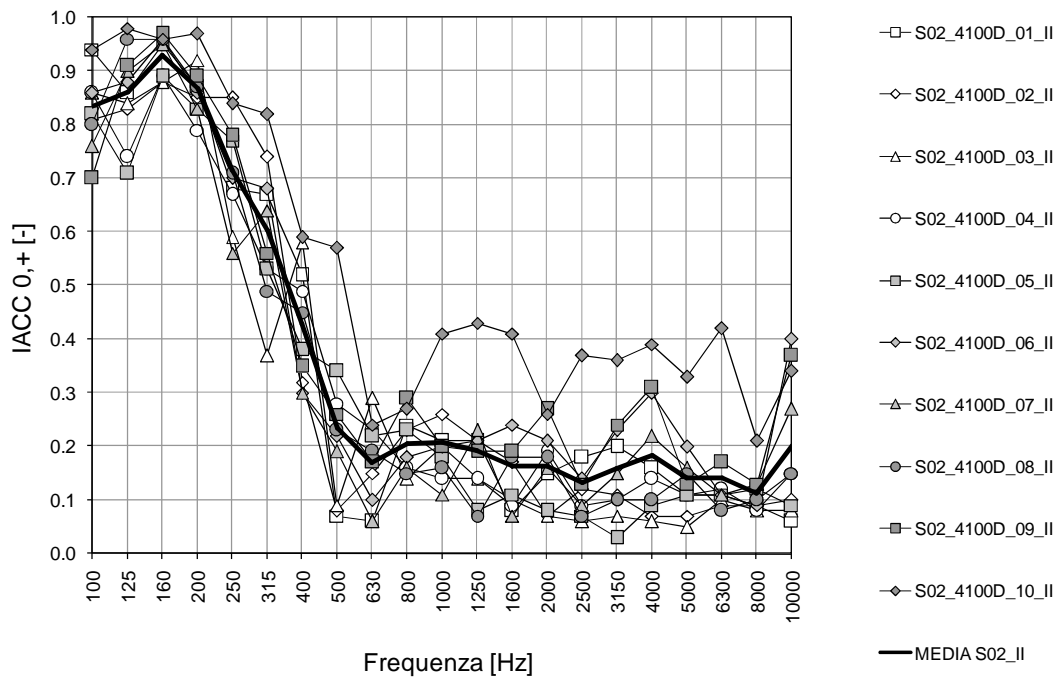


Grafico n° 76. Analisi IACC_{0,+} II ordine di palchetti S02

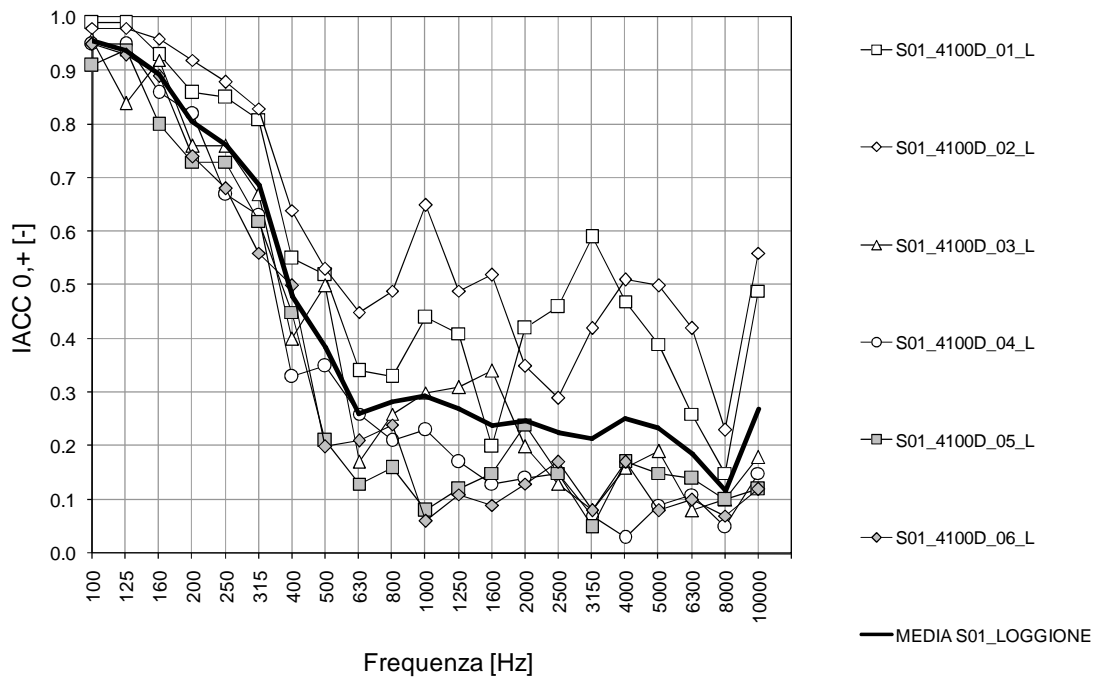


Grafico n° 77. Analisi IACC_{0,+} loggione S01

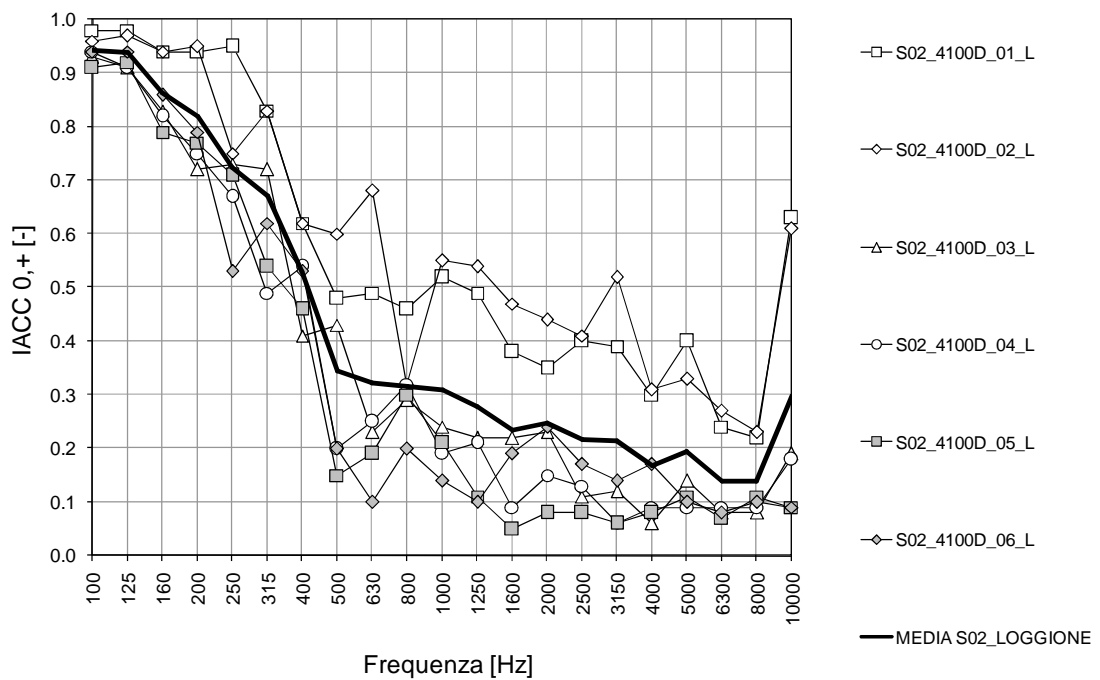


Grafico n° 78. Analisi IACC_{0,+} loggione S02

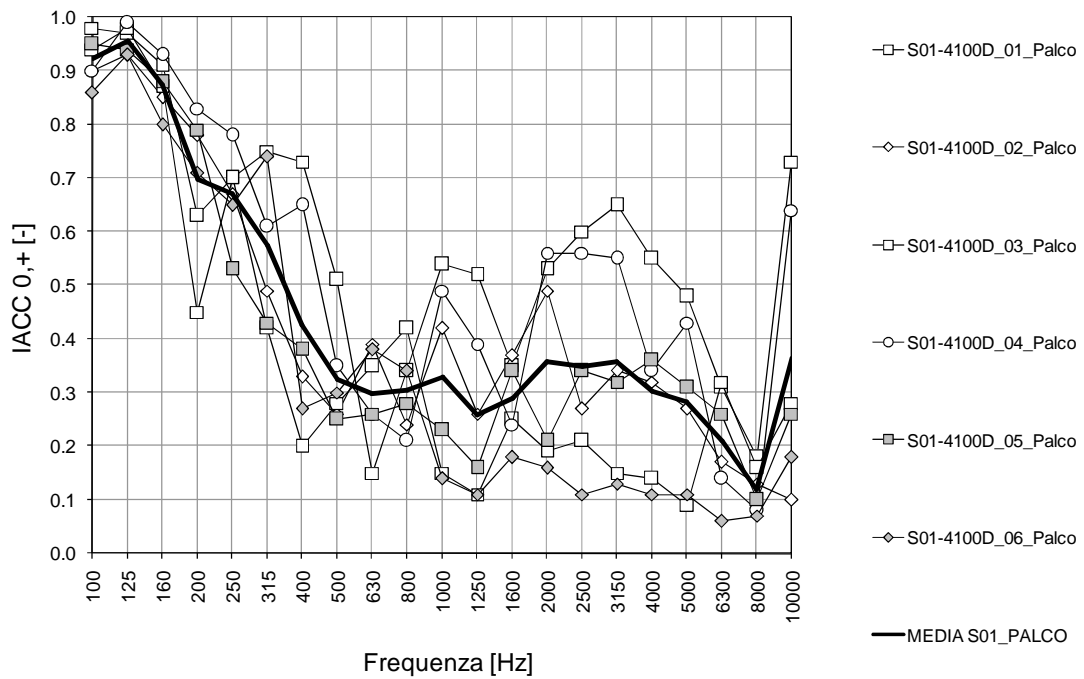


Grafico n° 79. Analisi IACC_{0,+} palcoscenico S01

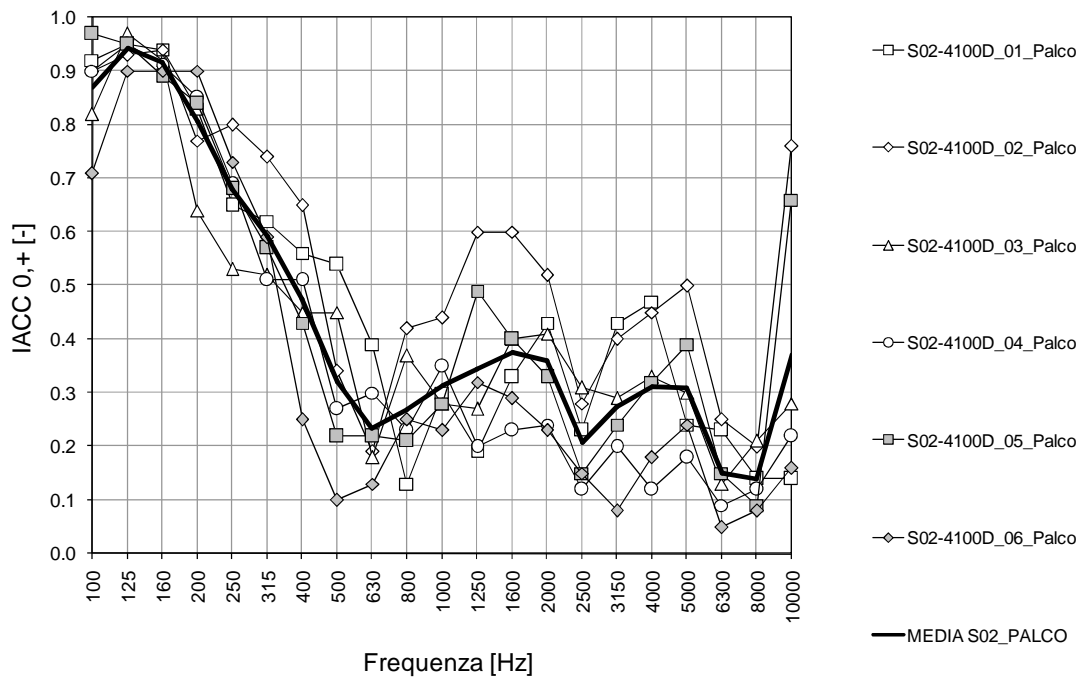


Grafico n° 80. Analisi IACC_{0,+} palcoscenico S02

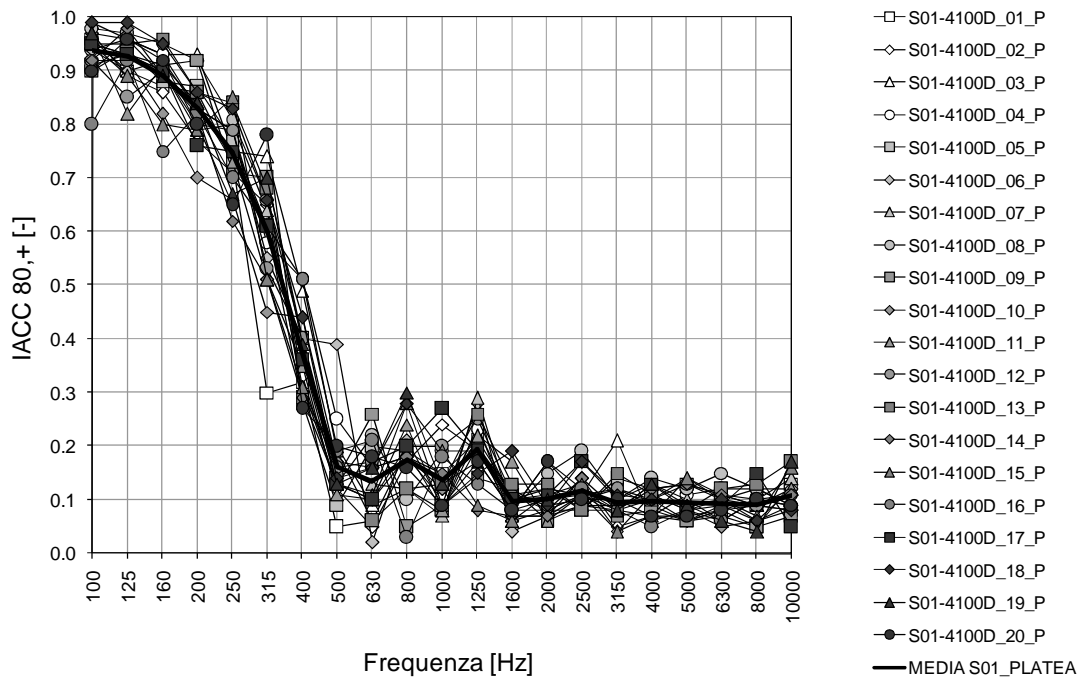


Grafico n° 81. Analisi IACC_{80,+} platea S01

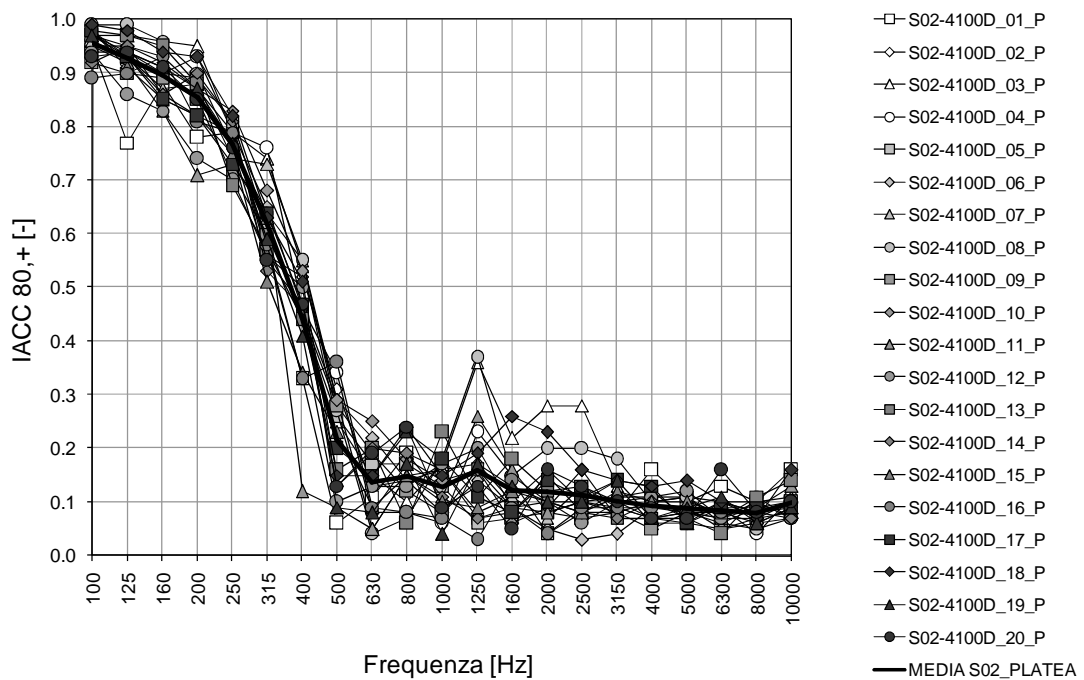


Grafico n° 82. Analisi IACC_{80,+} platea S02

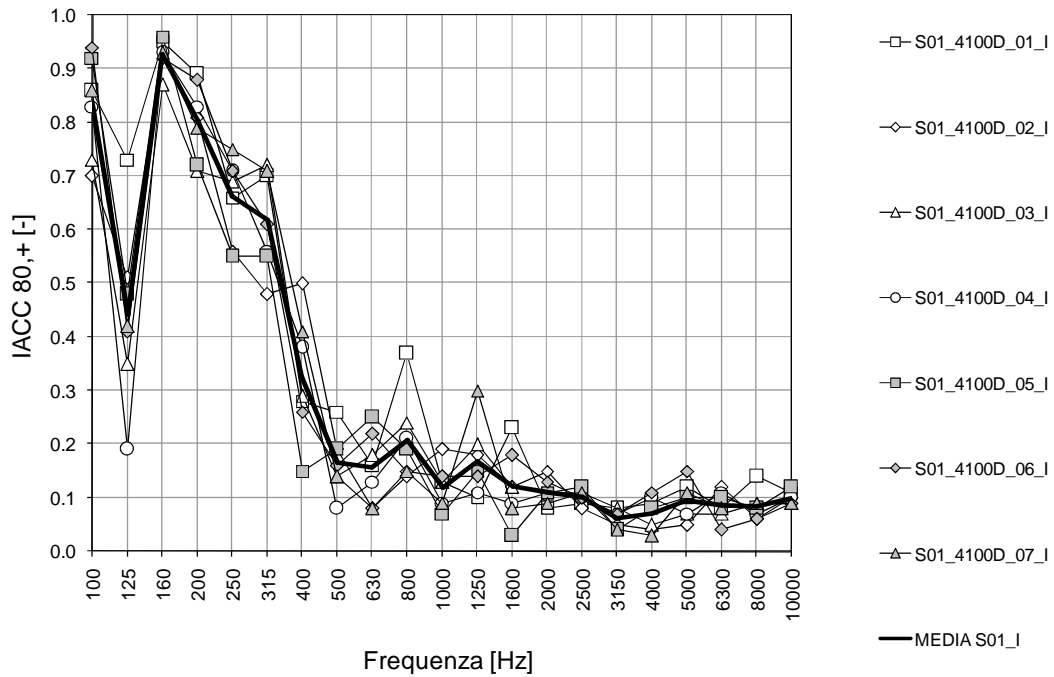


Grafico n° 83. Analisi IACC_{80,+} I ordine di palchetti S01

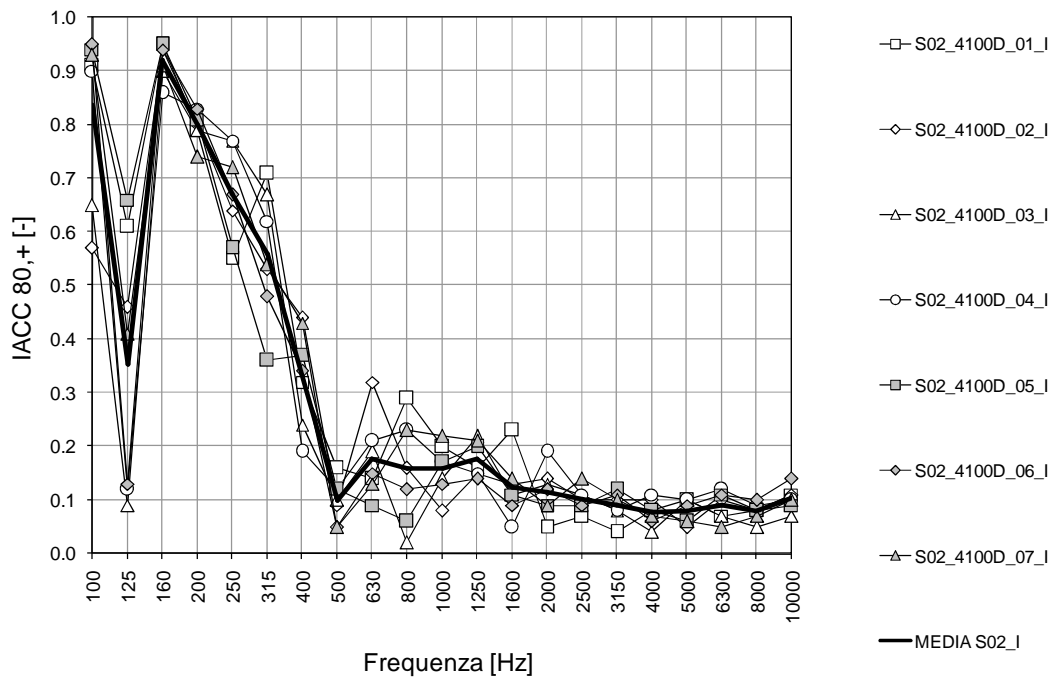


Grafico n° 84. Analisi IACC_{80,+} I ordine di palchetti S02

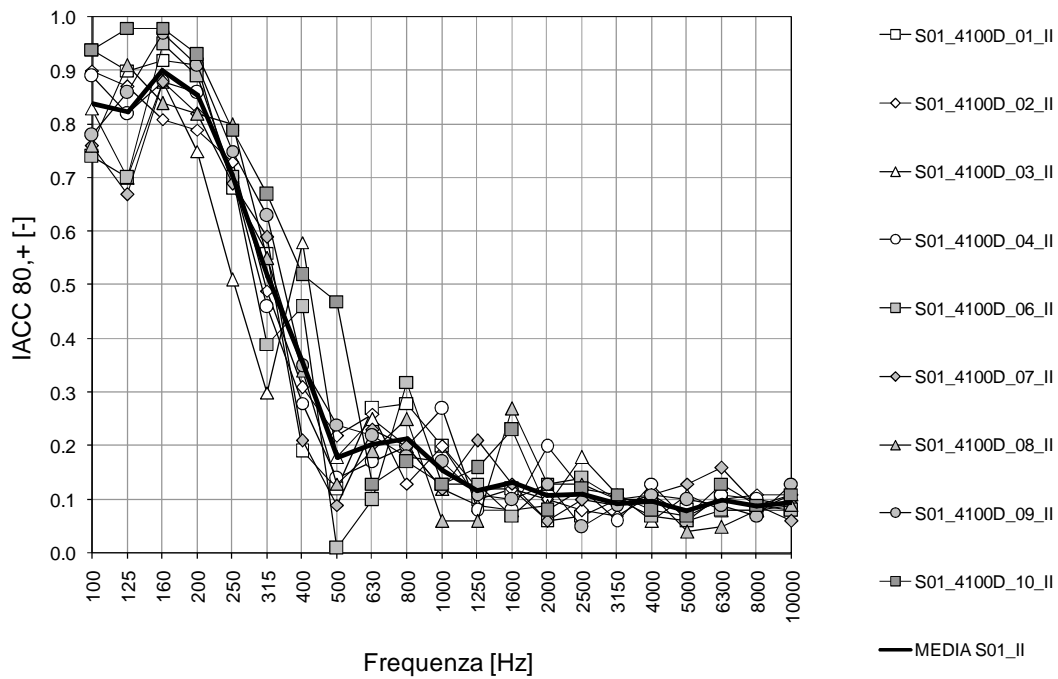


Gráfico n° 85. Analisi IACC_{80,+} II ordine di palchetti S01

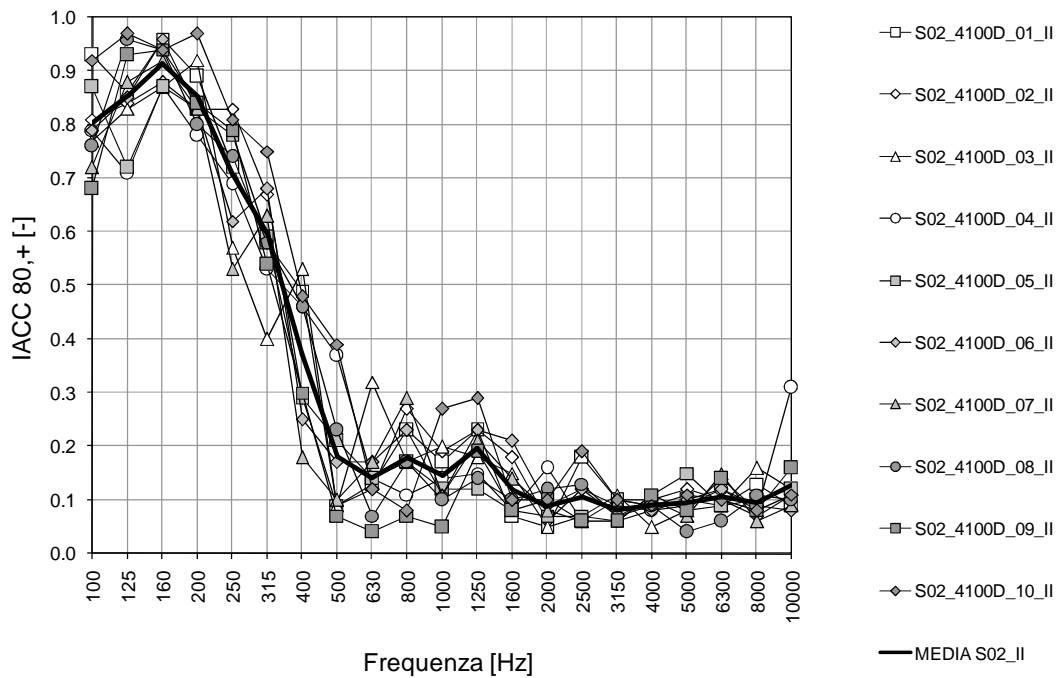


Gráfico n° 86. Analisi IACC_{80,+} II ordine di palchetti S02

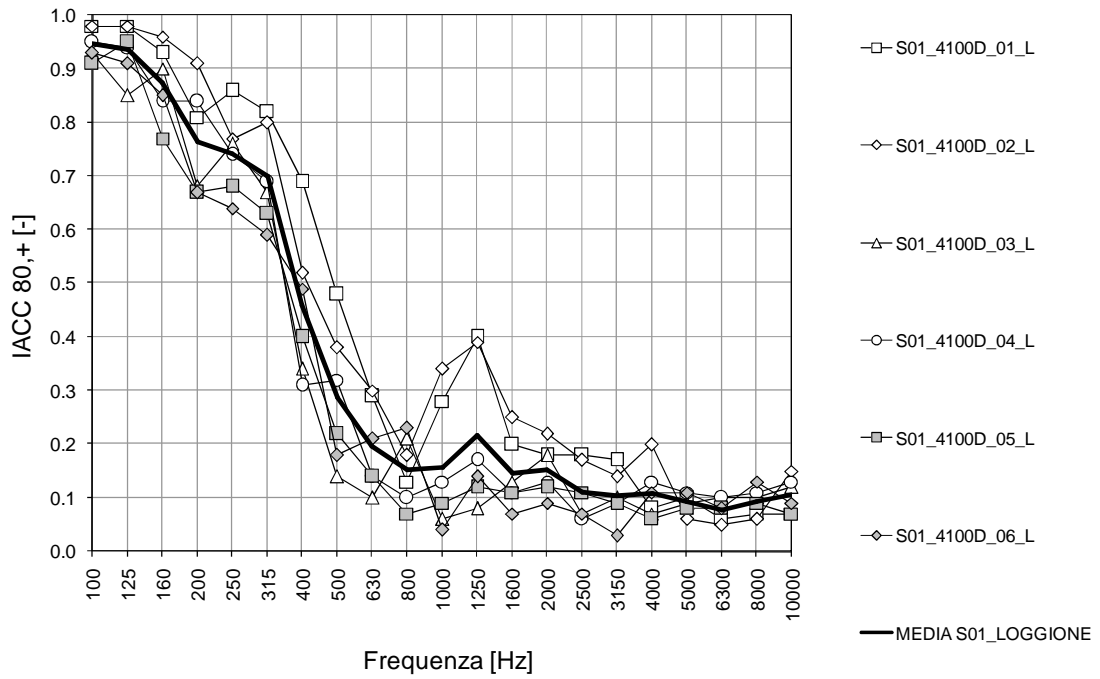


Grafico n° 87. Analisi IACC_{80,+} loggione S01

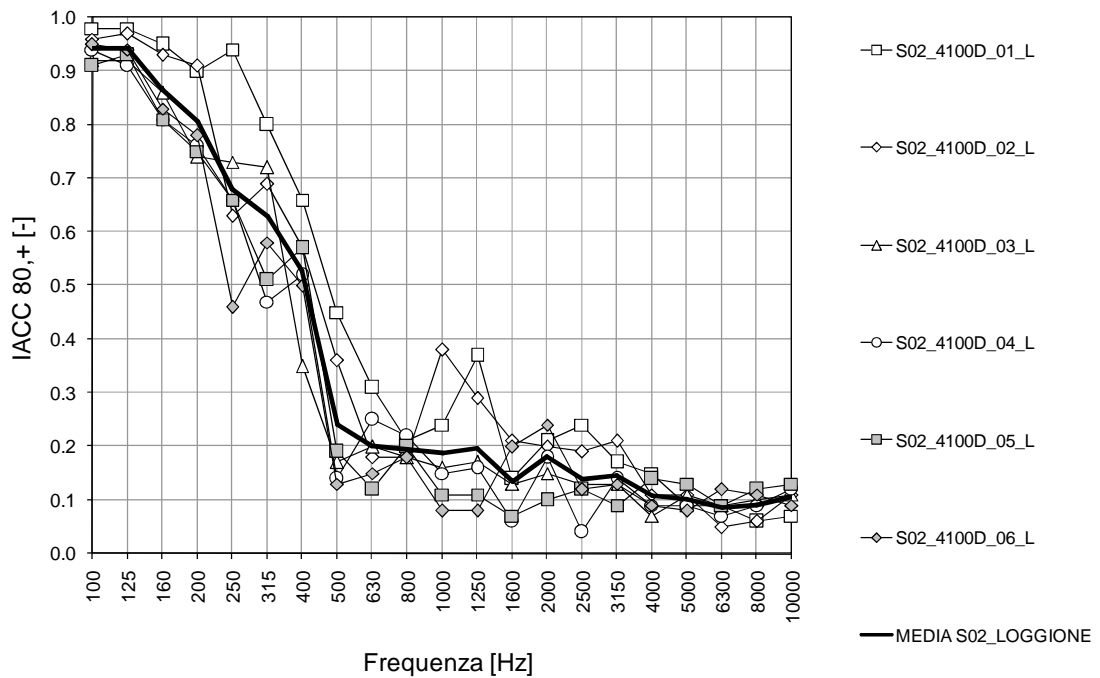


Grafico n° 88. Analisi IACC_{80,+} loggione S02

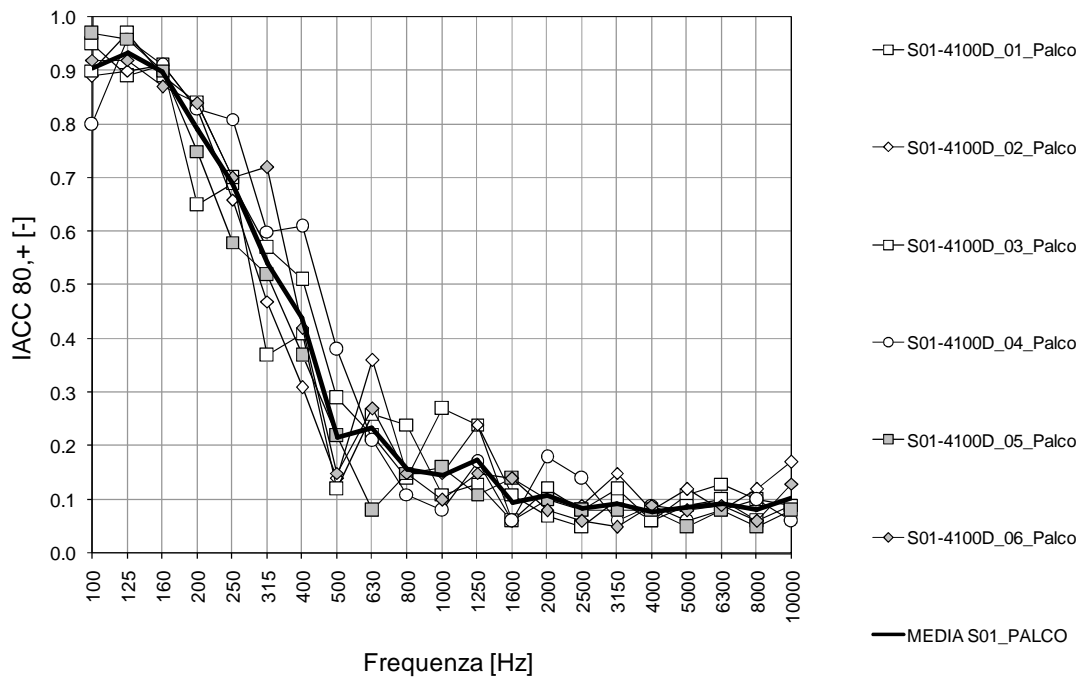


Grafico n° 89. Analisi IACC_{80,+} palcoscenico S01

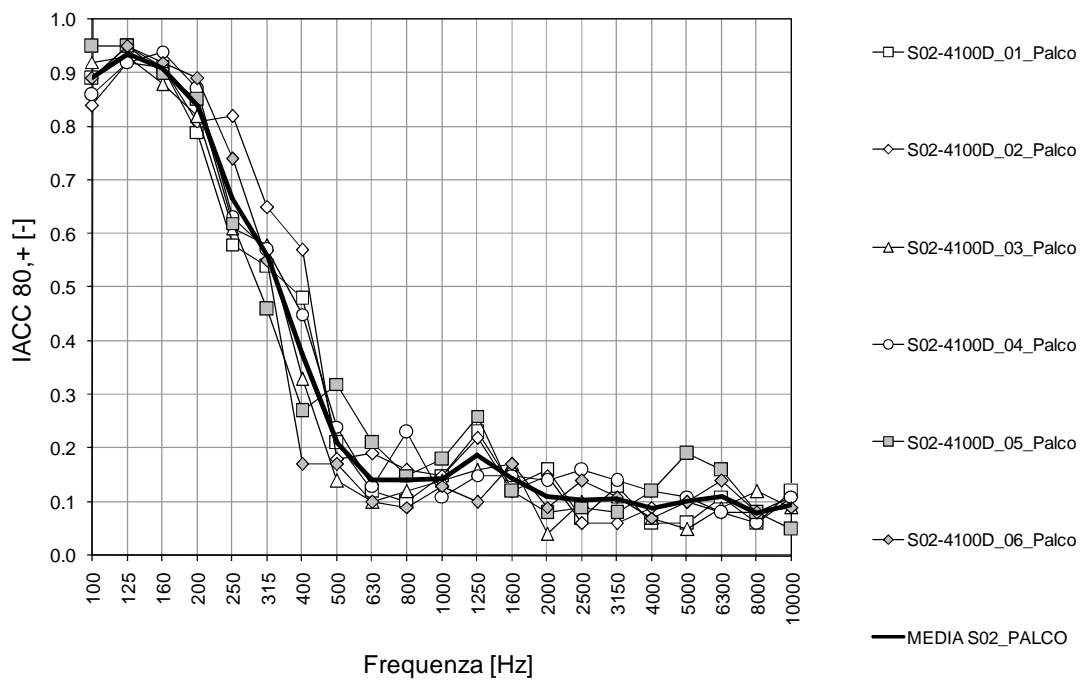


Grafico n° 90. Analisi IACC_{80,+} palcoscenico S02

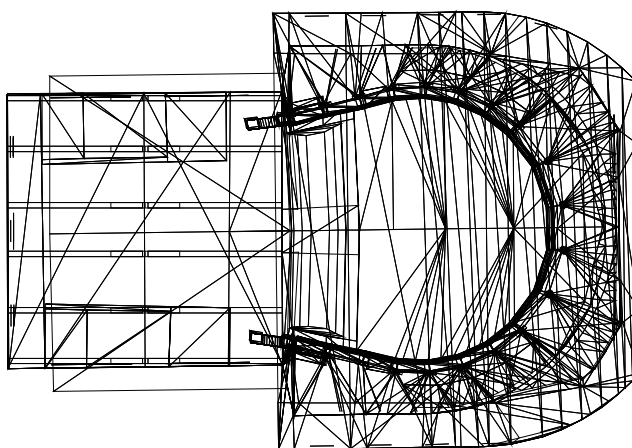
6.4 Modellizzazione numerica: principi generali

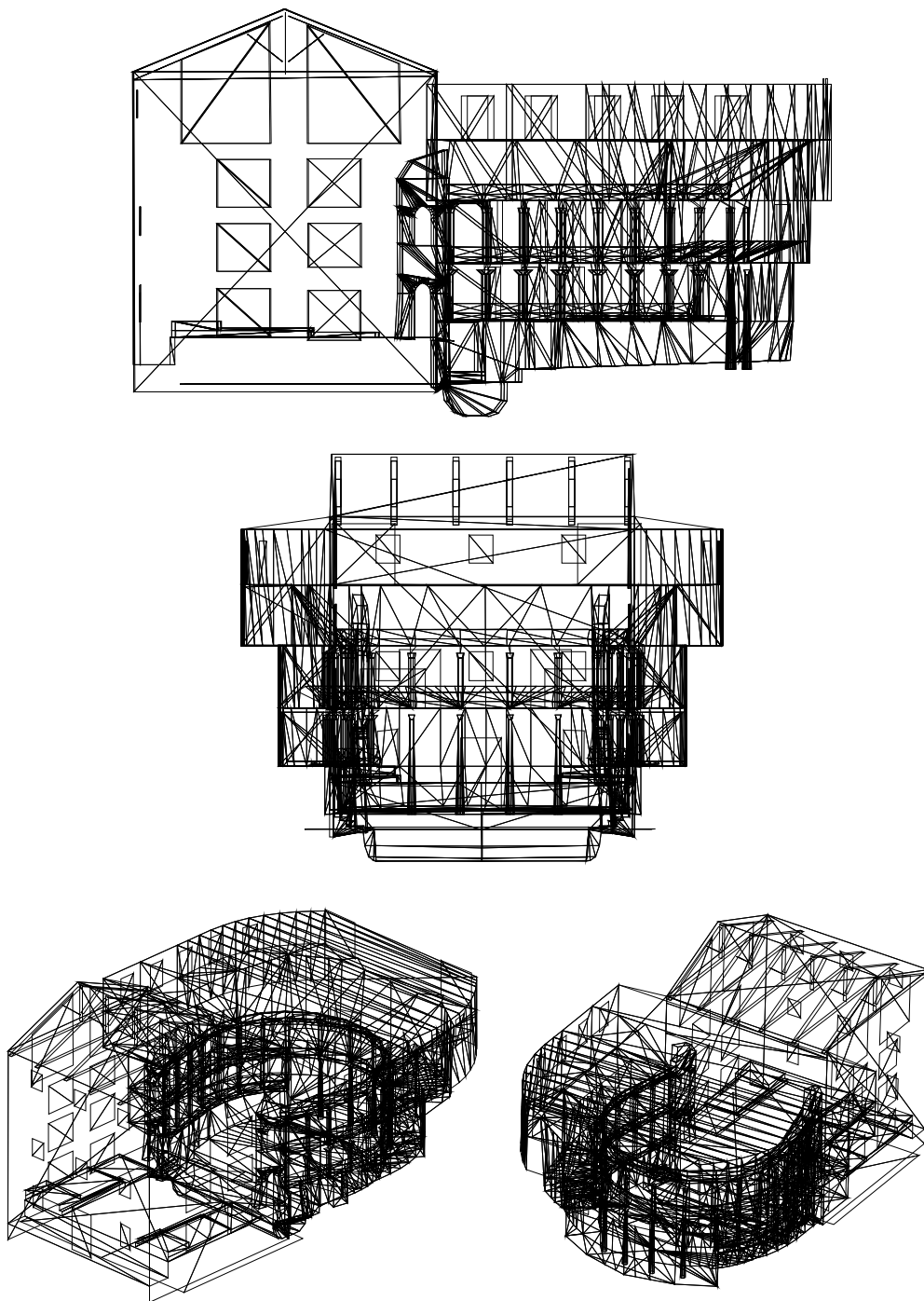
La progettazione, il restauro o il riadattamento di una sala richiedono di prevedere la risposta acustica della stessa; tuttavia la complessità dei fenomeni fisici in gioco, per una forma qualunque della sala, e con i vari allestimenti e materiali presenti, sconsiglia un approccio analitico diretto. Un metodo alternativo è offerto dai modelli di simulazione numerica, che si avvantaggiano del continuo aumento di prestazioni dei computer. Un modello deve riprodurre correttamente i fenomeni fisici oggetto di indagine, pur risultando più semplificato ed economico in relazione ad un analogo studio del caso reale. E' possibile utilizzare il medesimo modello di base per valutare rapidamente alternative diverse, in riferimento sia alla geometria, sia alle caratteristiche di assorbimento acustico e diffusione delle superfici, sia per quanto concerne numero, potenza sonora, direttività e posizione delle sorgenti, sia infine per numero e collocazioni dei ricevitori. Lo studio su modello è poi insostituibile per valutare la qualità acustica di un progetto *ante operam*. I modelli numerici sono anche usati per ricostruire l'acustica di antichi teatri alterati o distrutti nel tempo o per verificare studi teorici.

6.5 Costruzione del modello geometrico del Teatro Civico di Schio

La costruzione del modello geometrico è la fase più lunga dell'intero processo. Il modello deve contenere solo entità tridimensionali realizzate mediante modellazione bidimensionale (tutti gli elementi devono essere costituiti da superfici, no solidi). Il modello deve essere quanto più semplificato possibile, evitando dettagli non acusticamente rilevanti che appesantiscono l'elaborazione.

Il modello autocad in formato .dxf utilizzato nel modello è il seguente, di cui si riportano alcune viste.





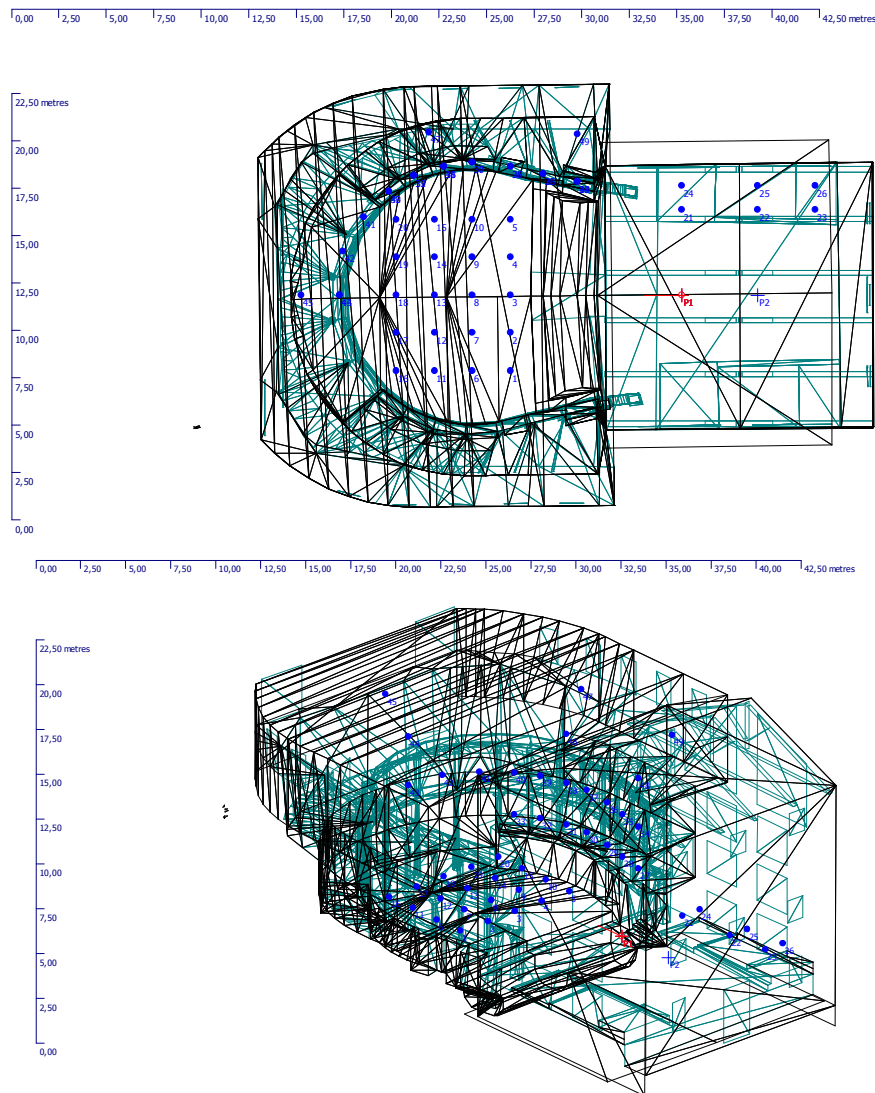
Per la realizzazione del modello si sono impiegate esclusivamente superfici triangolari.

6.6 Modellazione fisica

Costruito il modello, bisogna necessariamente definire le caratteristiche di emissione delle sorgenti sonore e le caratteristiche acustiche delle superfici del modello. Inoltre è molto importante cercare il giusto set-up del programma impostando correttamente i parametri chiave.

Nel caso specifico, per una corretta taratura del modello, si posizioneranno due sorgenti omnidirezionali nelle medesime posizioni dei rilievi in opera, dei ricevitori e si assegneranno alle superfici dei materiali opportunamente scelti in modo che la taratura del modello restituisca valori dei principali parametri simili ai valori rilevati in fase di collaudo.

Nelle immagini seguenti lo schema adottato nelle previsioni.



Odeon©1985-2006

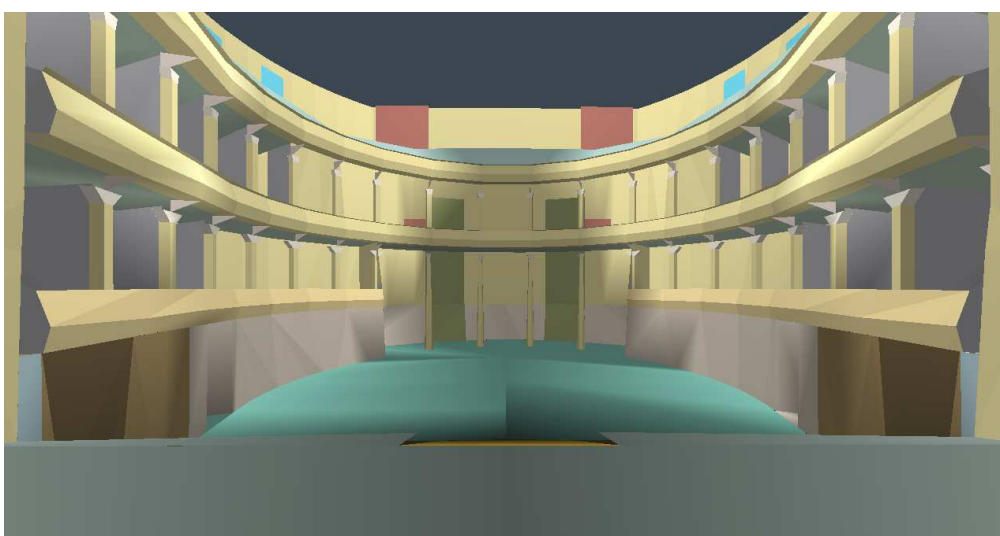
Il numero totale di superfici utilizzate nel modello è di circa 2500 unità.

Il volume della torre scenica è di circa 3050 m³, della sala circa 4150 m³.

Le sorgenti omnidirezionali utilizzate per il calcolo hanno una potenza emissiva globale di 109 dB con il seguente spettro in frequenza.

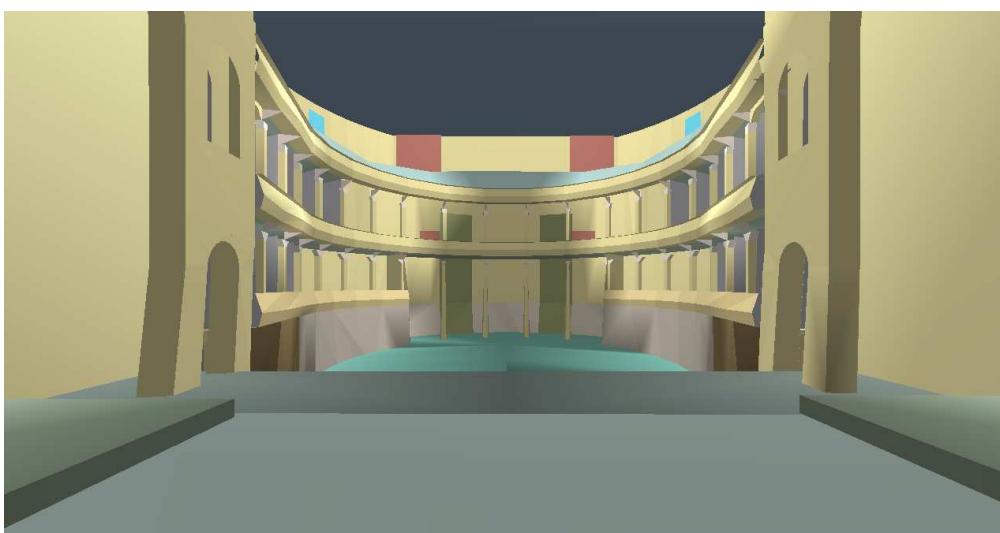
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
100	100	100	100	100	100	100	100

Nelle immagini seguenti viene riportata una vista interna del modello dalle posizioni della sorgente S01 ed S02.



Odeon©1985-2006

Fig. 7. Vista dell'interno del teatro dalla posizione di sorgente S01.



Odeon©1985-2006

Fig. 8. Vista dell'interno del teatro dalla posizione di sorgente S02.

E alcune immagini dalle posizioni dei ricevitori:



Posizioni in platea



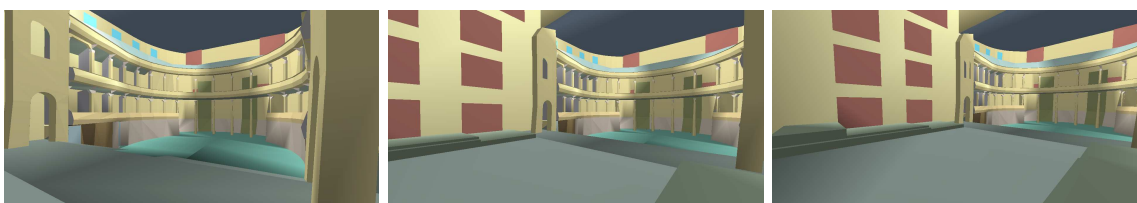
Posizioni nel primo ordine di palchetti



Posizioni nel secondo ordine di palchetti



Posizioni nel loggione



Posizioni sul palcoscenico

Nelle pagine seguenti vengono riportati in tabella i coefficienti di assorbimento dei materiali assegnati alle superfici degli elementi che compongono il modello.

Frequenza							
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Copertura palco Schio - Tavolato fissato su controsoffitto (IAN SHARLAND)							
0.26	0.27	0.27	0.31	0.28	0.28	0.27	0.26
Fossa Schio - Pavimento in legno su listelli (ACHILLE ALZIATI)							
0.17	0.18	0.19	0.21	0.22	0.3	0.31	0.3
Tetto platea Schio							
0.27	0.25	0.2	0.225	0.215	0.15	0.15	0.2
Palco Schio							
0.24	0.24	0.22	0.21	0.2	0.2	0.22	0.23
Gradoni palco Schio							
0.18	0.18	0.09	0.09	0.15	0.15	0.17	0.18
Fori porte palco Schio							
0.1	0.1	0.25	0.25	0.26	0.3	0.28	0.27
Platea Schio							
0.27	0.25	0.23	0.12	0.11	0.11	0.17	0.18
Divisorio palchi Schio I							
0.12	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11
Divisorio palchi Schio II							
0.12	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11
Muri palco Schio							
0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.14	0.2	0.2
Capitelli Schio I ordine							
0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.08	0.08
Capitelli Schio II ordine							
0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.08	0.08
Balastra Schio I ordine							
0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.14	0.2	0.2
Balastra Schio II ordine							
0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.14	0.2	0.2
Balastra Schio III ordine							
0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.14	0.2	0.2
Decorazioni							
0.06	0.06	0.08	0.08	0.1	0.1	0.11	0.11
Pavimento Schio I ordine							
0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Pavimento Schio II ordine							
0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Pavimento Schio III ordine							
0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Arco Schio II ordine							
0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.14	0.2	0.2
Colonne Schio I ordine							
0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.14	0.2	0.2
Colonne Schio II ordine							
0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.14	0.2	0.2
Colonne Schio alte							
0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.14	0.2	0.2
Arco scenico Schio							
0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.14	0.2	0.2

63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Chiusura palchi PT Schio							
0.09	0.09	0.09	0.11	0.11	0.12	0.14	0.15
Muro Schio I ordine							
0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.14	0.2	0.2
Muro Schio II ordine							
0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.14	0.2	0.2
Muro Schio III ordine							
0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.14	0.2	0.2
Gradonata Schio I ordine							
0.15	0.14	0.13	0.06	0.07	0.09	0.09	0.09
Gradonata Schio II ordine							
0.15	0.14	0.13	0.06	0.07	0.09	0.09	0.09
Gradoni loggione Schio							
0.15	0.14	0.13	0.06	0.08	0.09	0.09	0.09
Gradini Fossa Schio							
0.06	0.07	0.07	0.08	0.09	0.1	0.1	0.11
Porte Schio							
0.15	0.15	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Finestre Schio							
0.32	0.32	0.1	0.08	0.06	0.04	0.02	0.02
Porta assorbente Schio							
0.2	0.2	0.21	0.18	0.17	0.26	0.28	0.3
Capriata Schio							
0.15	0.15	0.11	0.1	0.07	0.06	0.07	0.07
Ponte platea-palco Schio							
0.03	0.03	0.04	0.05	0.15	0.3	0.4	0.4

Per ogni elemento presente all'interno del teatro è stato assegnato un coefficiente di scatter secondo la tabella sotto riportata.

elemento	scatter	elemento	scatter	elemento	scatter
Capitelli I ord	0.2	Pavimento III ord	0.3	Porte	0.1
Capitelli II ord	0.2	Muro I ord	0.1	Palcoscenico	0.15
arco II ordine	0.2	Muro II ord	0.1	Sottopalco	0.4
Colonne I ord	0.2	Muro III ord	0.1	Finestre	0.1
Colonne II ord	0.2	Fossa	0.5	Fori porte palco	0.6
Colonne alte	0.2	Gradonata I ord	0.5	Tetto platea	0.3
Arco scenico	0.2	Gradonata II ord	0.45	Porta assorbente	0.3
Balaustra I ord	0.1	Gradonata loggione	0.7	Muri palco	0.2
Balaustra II ord	0.1	Gradoni palco	0.1	Pavimento I ord	0.3
Balaustra III ord	0.1	Gradini fossa	0.2	Pavimento II ord	0.3
Decorazioni I ord	0.2	Muro platea	0.1	Ponte platea-palco	0.2
Decorazioni II ord	0.2	Copertura palco	0.5	Divisorio palchi II ord	0.2
Divisorio palchi I ord	0.2	Pavimento platea	0.15	Capriata	0.2

Il programma permette di effettuare simulazioni con diversi gradi di precisione, in funzione della complessità del modello e della precisione dei risultati cercata:

- “survey” – o modalità di controllo
- “engineering” – o modalità di prima progettazione
- “precision” – o modalità di analisi avanzata
-

Ovviamente una maggiore precisione, comporta tempi esponenzialmente molto più lunghi per il calcolo, passando dai 4 minuti per la restituzione dei parametri base al singolo ricevitore in modalità “survey” nel caso in esame, alle circa 3 ore in modalità “precision”. I tempi aumentano notevolmente nel momento in cui si voglia indagare la distribuzione spaziale dei parametri mediante griglia colorata passando da circa 2 ore in modalità “survey”, a oltre 72 ore in modalità “precision”. I tempi di calcolo sono anche funzione delle impostazioni che l’utente sceglie per la restituzione dei parametri (ad es. il numero di raggi, la densità della griglia etc.).

Per la simulazione in esame, vengono riportate sotto le impostazioni utilizzate per il calcolo in modalità “precision”.

Calculation parameters | Air conditions / Bk. noise /model check

Suggest point response parameters

Survey Engineering Precision

General parameters

General settings

Scattering method

None Lambert Full scatter

Oblique Lambert

Reflection based scatter Enabled

Key diffraction frequency 707 Hz

Interior margin 0.10 m

Scatter coefficients > 0.50 to be handled uniformly

Decimate late rays

Number of rays (Recom. 35864) 179320

Max. reflection order 2000

Impulse Response Length 4000 ms

Impulse response resolution 10.0 ms

Angular absorption Soft materials only

Despiking decays

Early reflections

Transition Order 2

Number of early scatter rays 1000

Smooth early late ratios

Point and Multipoint responses

Desired late reflection density 999999 / ms

A titolo informativo, sono state eseguite altre due tipologie di simulazione, in modalità “survey” e “engineering” per effettuare un confronto incrociato tra la restituzione dei parametri dal calcolo che vengono riportate nei paragrafi seguenti.

6.7 Calcolo di taratura

La fase di taratura è cruciale per garantire l’attendibilità dei risultati. Essa parte dalle misurazioni all’interno dell’ambiente oggetto di analisi nello stato di fatto e parte innanzitutto da una oculata impostazione dei parametri di inizializzazione del programma di simulazione. La taratura andrebbe effettuata sui valori dei descrittori acustici più significativi per il caso in esame e affetti da minor incertezza di calcolo, definendo comunque un intervallo di accettabilità in funzione dello scarto tipo tra i valori rilevati e simulati. Per molti descrittori acustici sono stati stimati dei valori della minima differenza percepibile soggettivamente (*Just Noticeable Difference, JND*): al di sotto di questi la differenza tra valori misurati e simulati non è rilevata dall’ascoltatore medio e sarebbe privo di senso cercare risultati “più precisi”.

Le differenze residue tra i valori misurati e simulati nella modalità “precision” al termine della taratura del modello, per ogni posizione di ricevitore, sono contenute mediamente entro il 10 % per il T30, entro il 10 % per il D50 ed entro i 2 dB per il C80.

6.8 Risultati puntuali delle simulazioni e confronti con i rilievi in opera

Nelle pagine seguenti vengono riportate le tabelle dei risultati delle simulazioni, le tabelle dei rilievi e le differenze tra i parametri rilevati e simulati, per ogni posizione di sorgente e ricevitore.

Legenda:

- S0y_xx_P = indica il generico ricevitore in platea
- S0y_xx_I_av = indica il generico ricevitore nel primo ordine di palchi
- S0y_xx_II_av = indica il generico ricevitore nel secondo ordine di palchi
- S0y_xx_L = indica il generico ricevitore nel loggione
- S0y_xx_Palco = indica il generico ricevitore sul palcoscenico

La lettera “y” indica lo posizione di sorgente, la “xx” la posizione del ricevitore.

Per i calcolo di taratura del modello non sono state considerate le posizioni arretrate all’interno dei palchetti.

6.8.1 Risultati della simulazione e confronti: C₈₀ - S01

RILIEVI: SORGENTE IN POSIZIONE S01

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	1,97	-1,34	0,62	-2,64	-1,74	-1,13	0,45	4,84
S01_02_P	-0,69	0,76	-2,30	-2,24	-2,56	-1,84	-0,77	3,63
S01_03_P	-0,26	1,94	-1,12	-1,07	-2,09	-1,13	1,80	3,29
S01_04_P	0,87	-0,19	-3,12	-1,61	-3,11	-1,57	0,36	3,58
S01_05_P	2,89	-0,85	1,24	-1,90	-1,94	-1,86	1,36	5,39
S01_06_P	-1,96	-0,83	-1,66	-2,94	-1,74	-1,37	0,61	4,97
S01_07_P	-3,89	-0,03	-0,48	-2,50	-2,10	-1,57	1,01	5,35
S01_08_P	1,02	0,94	-3,40	-2,22	-2,11	0,37	3,43	4,73
S01_09_P	-1,76	0,98	-1,43	-1,54	-2,85	-1,30	1,91	4,94
S01_10_P	-2,68	-1,43	-1,57	-1,59	-1,80	-0,85	0,38	5,38
S01_11_P	-2,15	1,39	-1,33	-1,25	0,53	-0,61	1,69	5,52
S01_12_P	-0,89	1,35	-1,78	-1,80	-1,59	0,07	2,51	5,12
S01_13_P	2,87	0,92	0,91	1,04	-0,70	0,05	2,77	5,28
S01_14_P	-0,90	2,46	-2,28	-1,06	-0,79	-0,01	2,04	4,46
S01_15_P	3,41	0,82	0,01	-0,13	-0,10	0,98	2,11	5,91
S01_16_P	1,49	1,34	-0,07	-1,53	1,38	1,65	5,95	7,65
S01_17_P	0,46	1,74	0,58	-0,53	0,15	0,82	2,01	5,79
S01_18_P	1,75	0,96	2,07	-0,57	-0,48	1,39	2,79	6,19
S01_19_P	-2,13	0,83	-0,89	-1,34	0,65	1,15	3,05	5,68
S01_20_P	-0,15	-1,61	-0,43	-0,64	2,02	1,21	3,29	7,39
S01_01_I_av	1,48	0,76	-2,43	-0,15	0,98	-0,32	2,61	4,77
S01_02_I_av	-2,18	0,96	-3,47	1,22	-0,32	1,10	3,80	5,80
S01_03_I_av	-0,86	-0,65	-3,58	0,89	-0,44	0,95	3,00	7,21
S01_04_I_av	-3,30	1,63	-1,74	-0,32	-1,61	0,97	2,47	6,47
S01_05_I_av	-0,13	0,87	-1,42	-0,73	-0,43	2,36	2,77	7,15
S01_06_I_av	-1,38	-0,28	-1,87	-1,98	0,31	1,94	3,70	7,54
S01_07_I_av	2,45	-4,53	1,75	-1,74	-0,96	0,99	3,42	6,70
S01_01_II_av	3,23	-1,96	-0,16	-0,20	-2,11	0,00	3,14	5,72
S01_02_II_av	1,94	-4,81	-1,06	-0,37	-0,78	-1,95	1,00	4,38
S01_03_II_av	-0,09	-1,94	1,66	-2,51	-1,17	-1,22	0,19	5,14
S01_04_II_av	-0,60	-1,77	0,32	-0,57	-1,65	-0,55	1,39	4,16
S01_05_II_av	1,85	-1,52	-1,93	-1,36	0,17	-0,59	1,44	6,12
S01_06_II_av	-3,29	1,33	-1,95	-0,77	-1,34	-0,36	1,00	4,90
S01_07_II_av	1,82	0,22	-2,69	-0,96	-1,61	1,14	2,49	7,55
S01_08_II_av	3,56	0,96	0,00	-1,85	0,20	0,94	2,23	6,36
S01_09_II_av	-0,79	1,26	-3,30	-0,97	-0,84	1,61	2,61	6,37
S01_10_II_av	1,80	2,13	0,17	-2,31	-0,55	0,24	1,94	6,72
S01_01_L	-0,17	3,10	1,84	0,15	1,29	1,21	2,78	7,05
S01_02_L	-2,66	-3,55	0,41	0,02	1,69	1,58	2,82	8,08
S01_03_L	-2,66	-0,38	0,24	-0,54	0,87	0,85	2,43	5,16
S01_04_L	-3,01	-2,63	-1,08	1,24	-0,64	-1,04	0,84	3,20
S01_05_L	-4,30	-0,56	-1,64	-3,59	-2,18	-2,05	-2,72	2,81
S01_06_L	-6,79	-1,55	-3,08	-5,65	-4,59	-2,48	-0,99	3,12
S01_01_Palco	5,23	2,86	2,75	2,29	3,07	2,76	4,10	8,05
S01_02_Palco	3,09	2,84	0,74	0,89	0,84	1,11	2,72	6,87
S01_03_Palco	-2,14	4,77	0,60	0,27	-0,33	0,45	1,19	4,99
S01_04_Palco	0,92	4,34	-2,24	0,66	1,76	1,35	3,32	4,54
S01_05_Palco	2,26	-0,30	-1,16	-2,02	0,09	1,23	2,47	5,49
S01_06_Palco	-1,73	2,40	-0,38	0,01	0,35	0,40	2,22	7,16

SIMULAZIONE: SORGENTE IN POSIZIONE S01

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	-3,50	-3,60	-3,80	-3,70	-3,00	-1,80	0,40	4,70
S01_02_P	-1,70	-1,80	-2,00	-2,00	-1,30	-0,10	2,00	6,30
S01_03_P	-3,50	-3,70	-4,00	-4,10	-3,30	-2,10	0,30	4,70
S01_04_P	-0,40	-0,60	-0,80	-0,90	-0,20	0,80	2,90	7,10
S01_05_P	-3,10	-3,20	-3,40	-3,30	-2,60	-1,50	0,70	5,00
S01_06_P	-2,40	-2,60	-2,80	-2,90	-2,30	-1,10	0,90	5,00
S01_07_P	-3,70	-3,90	-4,10	-4,10	-3,50	-2,30	-0,20	4,00
S01_08_P	-1,80	-1,90	-2,20	-2,40	-1,80	-0,70	1,40	5,60
S01_09_P	-3,10	-3,20	-3,50	-3,50	-2,90	-1,90	0,20	4,30
S01_10_P	-2,30	-2,50	-2,70	-2,80	-2,20	-1,10	1,00	5,00
S01_11_P	-1,00	-1,20	-1,30	-1,50	-1,10	0,00	2,00	5,90
S01_12_P	-1,20	-1,40	-1,60	-1,80	-1,20	-0,10	2,00	6,00
S01_13_P	-0,60	-0,80	-1,00	-1,20	-0,60	0,40	2,50	6,50
S01_14_P	-1,50	-1,60	-1,80	-1,90	-1,20	-0,10	2,00	6,10
S01_15_P	0,60	0,40	0,20	0,00	0,40	1,40	3,40	7,30
S01_16_P	2,10	2,00	1,80	1,70	2,30	3,50	5,60	9,80
S01_17_P	1,50	1,30	1,10	1,00	1,70	2,80	4,90	8,90
S01_18_P	0,30	0,10	0,00	0,00	0,60	1,70	3,80	7,80
S01_19_P	0,50	0,40	0,20	0,30	1,00	2,20	4,30	8,40
S01_20_P	1,30	1,10	0,90	0,90	1,50	2,70	4,80	9,10
S01_01_I_av	-0,90	-1,00	-1,00	-0,90	-0,10	1,20	3,30	7,60
S01_02_I_av	-1,50	-1,50	-1,60	-1,50	-0,70	0,70	2,70	6,80
S01_03_I_av	-1,50	-1,60	-1,70	-1,80	-1,20	0,20	2,20	6,30
S01_04_I_av	-2,40	-2,50	-2,70	-2,80	-2,20	-0,70	1,40	5,40
S01_05_I_av	-2,50	-2,60	-2,70	-2,80	-2,30	-1,00	1,00	4,70
S01_06_I_av	-2,20	-2,30	-2,40	-2,40	-1,80	-0,40	1,50	5,30
S01_07_I_av	-1,30	-1,40	-1,50	-1,60	-1,00	0,30	2,30	6,20
S01_01_II_av	-1,80	-1,90	-2,00	-2,00	-1,40	-0,10	2,00	6,50
S01_02_II_av	-2,50	-2,60	-2,70	-2,70	-2,10	-1,00	0,90	4,90
S01_03_II_av	-2,70	-2,90	-3,10	-3,20	-2,60	-1,40	0,60	4,70
S01_04_II_av	-1,90	-2,10	-2,20	-2,30	-1,50	-0,20	1,90	6,00
S01_05_II_av	0,40	0,20	0,00	-0,20	0,30	1,50	3,50	7,40
S01_06_II_av	-0,20	-0,40	-0,50	-1,00	-0,40	0,90	3,00	6,80
S01_07_II_av	-0,90	-1,10	-1,20	-1,80	-1,10	0,40	2,50	6,30
S01_08_II_av	-1,60	-1,80	-1,90	-2,40	-1,70	-0,20	1,80	5,60
S01_09_II_av	-1,00	-1,20	-1,30	-1,80	-1,20	0,20	2,30	6,00
S01_10_II_av	-1,20	-1,30	-1,40	-1,80	-1,10	0,30	2,40	6,10
S01_01_L	-0,90	-1,10	-1,40	-1,60	-1,10	-0,30	1,60	5,20
S01_02_L	0,80	0,60	0,30	0,00	0,40	1,20	3,10	6,80
S01_03_L	0,00	-0,20	-0,60	-0,90	-0,40	0,30	2,20	6,20
S01_04_L	-1,00	-1,30	-1,60	-1,90	-1,50	-0,80	0,90	4,70
S01_05_L	-3,40	-3,60	-3,80	-3,90	-3,40	-2,40	-0,40	3,80
S01_06_L	0,12	0,11	0,10	0,11	0,11	0,15	0,28	0,00
S01_01_Palco	3,00	2,90	2,80	3,00	3,50	4,60	6,80	10,60
S01_02_Palco	1,10	1,10	1,40	1,50	2,00	3,20	5,00	8,50
S01_03_Palco	0,80	1,00	1,10	1,20	1,60	2,80	4,50	8,00
S01_04_Palco	2,30	2,10	2,10	2,40	2,80	3,90	5,90	9,60
S01_05_Palco	0,70	0,70	1,00	1,10	1,50	2,70	4,40	7,90
S01_06_Palco	1,00	1,10	1,30	1,30	1,70	2,80	4,70	8,10

DIFFERENZE TRA VALORI RILEVATI E SIMULATI

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	5,47	2,26	4,42	1,06	1,26	0,67	0,05	0,14
S01_02_P	1,01	2,56	-0,30	-0,24	-1,26	-1,74	-2,77	-2,67
S01_03_P	3,24	5,64	2,88	3,03	1,21	0,97	1,50	-1,41
S01_04_P	1,27	0,41	-2,32	-0,71	-2,91	-2,37	-2,54	-3,52
S01_05_P	5,99	2,35	4,64	1,40	0,66	-0,36	0,66	0,39
S01_06_P	0,44	1,77	1,14	-0,04	0,56	-0,27	-0,29	-0,03
S01_07_P	-0,19	3,87	3,62	1,60	1,40	0,73	1,21	1,35
S01_08_P	2,82	2,84	-1,20	0,18	-0,31	1,07	2,03	-0,87
S01_09_P	1,34	4,18	2,07	1,96	0,05	0,60	1,71	0,64
S01_10_P	-0,38	1,07	1,13	1,21	0,40	0,25	-0,62	0,38
S01_11_P	-1,15	2,59	-0,03	0,25	1,63	-0,61	-0,31	-0,38
S01_12_P	0,31	2,75	-0,18	0,00	-0,39	0,17	0,51	-0,88
S01_13_P	3,47	1,72	1,91	2,24	-0,10	-0,35	0,27	-1,22
S01_14_P	0,60	4,06	-0,48	0,84	0,41	0,09	0,04	-1,64
S01_15_P	2,81	0,42	-0,19	-0,13	-0,50	-0,42	-1,29	-1,39
S01_16_P	-0,61	-0,66	-1,87	-3,23	-0,92	-1,85	0,35	-2,15
S01_17_P	-1,04	0,44	-0,52	-1,53	-1,55	-1,98	-2,89	-3,11
S01_18_P	1,45	0,86	2,07	-0,57	-1,08	-0,31	-1,01	-1,61
S01_19_P	-2,63	0,43	-1,09	-1,64	-0,35	-1,05	-1,25	-2,72
S01_20_P	-1,45	-2,71	-1,33	-1,54	0,52	-1,49	-1,51	-1,71
S01_01_I_av	2,38	1,76	-1,43	0,75	1,08	-1,52	-0,69	-2,83
S01_02_I_av	-0,68	2,46	-1,87	2,72	0,38	0,40	1,10	-1,00
S01_03_I_av	0,64	0,95	-1,88	2,69	0,76	0,75	0,80	0,91
S01_04_I_av	-0,90	4,13	0,96	2,48	0,59	1,67	1,07	1,07
S01_05_I_av	2,37	3,47	1,28	2,07	1,87	3,36	1,77	2,45
S01_06_I_av	0,82	2,02	0,53	0,42	2,11	2,34	2,20	2,24
S01_07_I_av	3,75	-3,13	3,25	-0,14	0,04	0,69	1,12	0,50
S01_01_II_av	5,03	-0,06	1,84	1,80	-0,71	0,10	1,14	-0,78
S01_02_II_av	4,44	-2,21	1,64	2,33	1,32	-0,95	0,10	-0,52
S01_03_II_av	2,61	0,96	4,76	0,69	1,43	0,18	-0,41	0,44
S01_04_II_av	1,30	0,33	2,52	1,73	-0,15	-0,35	-0,51	-1,84
S01_05_II_av	1,45	-1,72	-1,93	-1,16	-0,13	-2,09	-2,06	-1,28
S01_06_II_av	-3,09	1,73	-1,45	0,23	-0,94	-1,26	-2,00	-1,90
S01_07_II_av	2,72	1,32	-1,49	0,84	-0,51	0,74	-0,01	1,25
S01_08_II_av	5,16	2,76	1,90	0,55	1,90	1,14	0,43	0,76
S01_09_II_av	0,21	2,46	-2,00	0,83	0,36	1,41	0,31	0,37
S01_10_II_av	3,00	3,43	1,57	-0,51	0,55	-0,06	-0,46	0,62
S01_01_L	0,73	4,20	3,24	1,75	2,39	1,51	1,18	1,85
S01_02_L	-3,46	-4,15	0,11	0,02	1,29	0,38	-0,28	1,28
S01_03_L	-2,66	-0,18	0,84	0,36	1,27	0,55	0,23	-1,04
S01_04_L	-2,01	-1,33	0,52	3,14	0,86	-0,24	-0,06	-1,50
S01_05_L	-0,90	3,04	2,16	0,31	1,22	0,35	-2,32	-0,99
S01_06_L	-6,91	-1,66	-3,18	-5,76	-4,70	-2,63	-1,27	3,12
S01_01_Palco	2,23	-0,04	-0,05	-0,71	-0,43	-1,84	-2,70	-2,55
S01_02_Palco	1,99	1,74	-0,66	-0,61	-1,16	-2,09	-2,28	-1,63
S01_03_Palco	-2,94	3,77	-0,50	-0,93	-1,93	-2,35	-3,31	-3,01
S01_04_Palco	-1,38	2,24	-4,34	-1,74	-1,04	-2,55	-2,58	-5,06
S01_05_Palco	1,56	-1,00	-2,16	-3,12	-1,41	-1,47	-1,93	-2,41
S01_06_Palco	-2,73	1,30	-1,68	-1,29	-1,35	-2,40	-2,48	-0,94

Il numero totale di ricevitori è 49.

Dalla comparazione, risulta che:

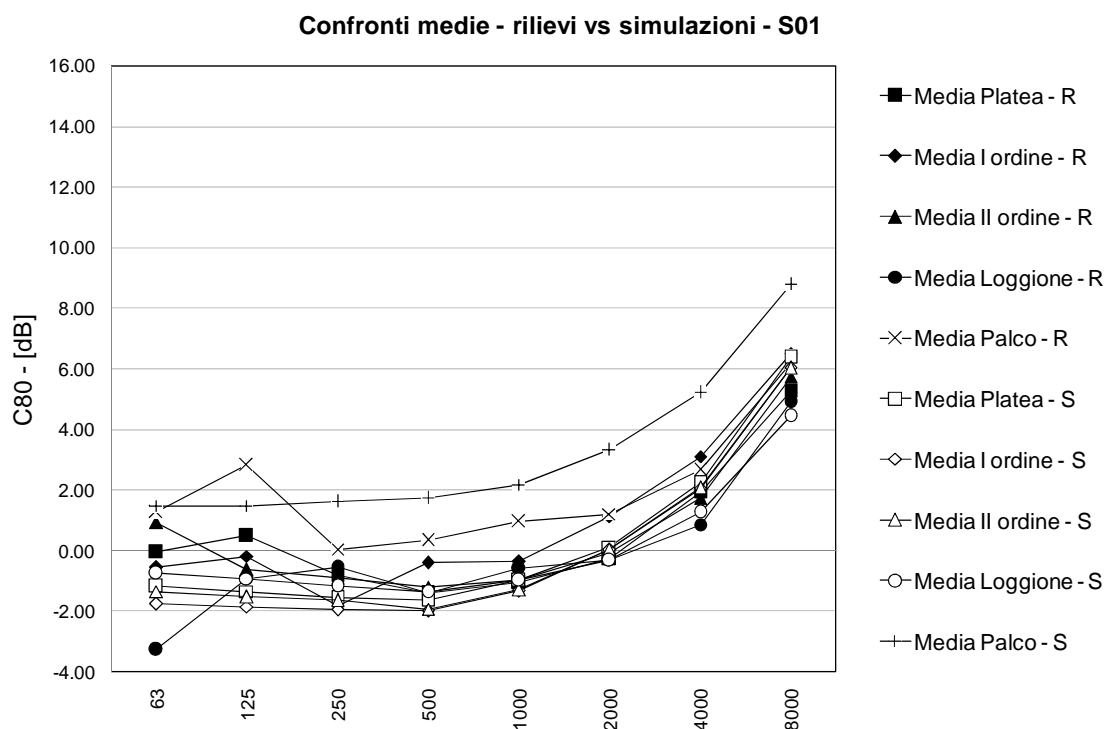
48 ricevitori su 49 presentano una variazione del parametro contenuta entro i 3 dB,

45 ricevitori su 49 presentano una variazione del parametro contenuta entro i 2 dB,

25 ricevitori su 49 presentano una variazione del parametro contenuta entro i 1 dB.

(verifica effettuata alla frequenza campione di 1000 Hz)

Grafici di confronto tra i valori rilevati e simulati. Vengono riportate le medie delle zone significative del teatro: palcoscenico, platea, I ordine di palchi, II ordine di palchi, loggione.



Con la lettera “R” finale vengono indicate le curve relative ai rilievi, con “S” quelle relative alle simulazioni.

6.8.2 Risultati della simulazione e confronti: C₈₀ - S02

RILIEVI: SORGENTE IN POSIZIONE S02

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	2,29	-4,36	-4,99	-3,52	-3,82	-3,20	-1,80	2,54
S01_02_P	0,78	-3,78	-4,28	-4,52	-4,17	-3,02	-0,47	3,00
S01_03_P	1,08	3,60	-0,65	1,69	2,15	1,83	2,75	7,67
S01_04_P	-1,27	-2,94	-3,11	-2,71	-3,61	-3,55	-0,86	4,12
S01_05_P	-3,29	-4,77	-4,72	-2,65	-2,63	-1,22	-0,10	3,91
S01_06_P	-3,88	-2,80	-4,62	-4,63	-3,39	-3,30	-1,48	2,96
S01_07_P	-1,94	-2,74	-2,94	-3,80	-3,89	-1,89	-0,42	2,40
S01_08_P	-3,02	0,32	-2,60	-0,15	0,11	0,88	1,01	5,01
S01_09_P	-1,05	-1,41	-3,56	-4,57	-3,99	-2,39	-0,61	2,83
S01_10_P	-0,95	-4,84	-3,30	-3,22	-3,58	-2,78	-1,26	4,06
S01_11_P	-2,62	-4,58	-3,18	-3,39	-3,01	-2,20	-0,19	2,75
S01_12_P	-1,08	-0,81	-4,67	-3,94	-3,02	-2,60	-0,38	2,47
S01_13_P	-0,02	0,36	-3,06	-4,20	-1,66	-0,95	0,32	3,73
S01_14_P	-0,20	-2,59	-3,36	-3,16	-2,58	-2,33	-0,17	3,16
S01_15_P	-7,59	-4,50	-2,97	-3,83	-2,09	-2,24	-0,66	3,84
S01_16_P	0,50	-2,11	-0,40	-1,78	-2,17	-0,23	1,67	5,47
S01_17_P	0,16	-0,33	-0,14	-2,46	-1,46	-0,49	-0,11	3,66
S01_18_P	0,46	-1,32	-2,77	-1,43	-0,22	-0,53	0,99	5,39
S01_19_P	-2,57	-3,03	-2,16	-2,91	-0,65	-0,92	1,47	5,36
S01_20_P	-2,03	-2,50	1,71	-1,97	-0,11	1,68	2,25	5,99
S01_01_I_av	-1,34	0,17	-4,01	-2,90	-1,56	-0,97	1,24	5,50
S01_02_I_av	-4,17	-3,22	-6,07	-3,46	-1,85	-1,68	0,61	5,01
S01_03_I_av	-1,58	-1,47	-4,33	-2,61	-1,96	-1,66	0,05	3,11
S01_04_I_av	-2,11	-0,05	-2,50	-4,67	-0,29	0,07	2,45	5,52
S01_05_I_av	-4,28	-1,29	-0,32	-4,32	-2,86	-0,02	1,51	5,53
S01_06_I_av	-1,01	-2,73	-0,41	-3,61	-0,76	-0,33	2,06	6,27
S01_07_I_av	-1,37	-3,09	-1,86	-3,03	-1,24	-0,81	1,44	5,05
S01_01_II_av	-0,22	-4,19	-1,29	-3,85	-1,17	1,22	2,63	6,34
S01_02_II_av	0,77	-4,25	-1,51	-2,28	-1,81	0,82	2,19	6,72
S01_03_II_av	-0,73	-2,73	-4,09	-3,41	-2,85	-1,88	1,23	4,47
S01_04_II_av	-2,88	-1,69	-5,89	-4,21	-2,23	-0,34	2,42	5,27
S01_05_II_av	-1,69	-1,53	-3,82	-2,30	-1,03	-1,23	2,80	5,64
S01_06_II_av	-2,32	-1,28	-1,06	-1,93	-2,07	0,01	2,18	5,78
S01_07_II_av	-2,32	-0,02	-3,45	-2,67	-0,91	0,24	1,45	5,91
S01_08_II_av	-3,01	0,47	-4,03	-3,88	-2,86	-2,02	0,49	4,18
S01_09_II_av	-0,35	-0,52	-1,27	-1,11	-1,51	-1,88	0,27	4,76
S01_10_II_av	1,68	-0,61	-1,48	-3,35	-1,66	-0,62	1,24	4,88
S01_01_L	-0,06	-0,02	1,59	-0,53	1,00	1,27	4,02	7,13
S01_02_L	-1,04	-5,19	0,09	-0,30	1,57	1,13	3,58	6,17
S01_03_L	-2,53	-1,07	-0,55	-2,10	-0,08	0,47	4,37	5,47
S01_04_L	-1,67	-4,12	-1,82	-2,32	-2,30	-0,85	1,67	3,96
S01_05_L	-1,03	-5,38	-4,88	-7,46	-5,25	-3,24	-1,96	1,24
S01_06_L	-8,18	-4,81	-6,49	-4,48	-8,06	-3,74	-2,56	0,60
S01_01_Palco	2,69	3,07	-1,68	0,79	2,06	1,14	2,84	6,15
S01_02_Palco	3,19	0,58	1,44	2,11	2,09	1,53	3,22	7,54
S01_03_Palco	-3,61	-1,69	-1,93	-3,68	-2,44	-1,98	-0,46	2,78
S01_04_Palco	1,27	2,89	-3,17	0,14	-1,26	0,96	1,53	4,91
S01_05_Palco	1,65	2,17	0,34	-0,36	1,45	1,69	2,38	7,02
S01_06_Palco	0,91	-3,26	-5,85	-4,47	-3,04	-2,36	-0,45	2,61

SIMULAZIONE: SORGENTE IN POSIZIONE S02

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	-3,40	-3,50	-3,90	-4,10	-3,50	-2,40	-0,30	3,60
S01_02_P	-3,30	-3,40	-3,60	-3,70	-3,00	-1,90	0,30	4,20
S01_03_P	-2,80	-3,00	-3,30	-3,60	-3,10	-2,10	0,10	4,00
S01_04_P	-4,00	-4,10	-4,40	-4,60	-3,80	-2,70	-0,40	3,60
S01_05_P	-2,60	-2,80	-3,00	-3,30	-2,70	-1,60	0,50	4,50
S01_06_P	-4,10	-4,30	-4,50	-4,50	-3,80	-2,60	-0,50	3,70
S01_07_P	-3,80	-4,00	-4,40	-4,70	-4,00	-3,00	-0,80	3,10
S01_08_P	-3,40	-3,60	-3,80	-4,10	-3,50	-2,50	-0,30	3,60
S01_09_P	-2,80	-3,00	-3,30	-3,60	-3,00	-1,90	0,30	4,30
S01_10_P	-3,70	-3,80	-4,20	-4,40	-3,90	-2,80	-0,70	3,30
S01_11_P	-3,30	-3,50	-3,70	-3,80	-3,30	-2,40	-0,40	3,30
S01_12_P	-3,30	-3,50	-3,90	-4,10	-3,50	-2,60	-0,50	3,30
S01_13_P	-3,30	-3,50	-3,90	-4,10	-3,50	-2,50	-0,40	3,30
S01_14_P	-3,30	-3,50	-3,80	-4,10	-3,40	-2,50	-0,40	3,40
S01_15_P	-2,90	-3,10	-3,30	-3,40	-2,80	-1,90	0,10	3,90
S01_16_P	-0,40	-0,50	-0,70	-0,70	0,10	1,50	3,60	7,80
S01_17_P	-1,70	-1,90	-2,10	-2,20	-1,50	-0,40	1,70	5,60
S01_18_P	-0,90	-1,00	-1,20	-1,30	-0,70	0,40	2,50	6,50
S01_19_P	-0,40	-0,50	-0,80	-0,80	-0,10	1,10	3,20	7,20
S01_20_P	-0,30	-0,50	-0,60	-0,50	0,20	1,60	3,70	7,90
S01_01_I_av	-2,00	-1,80	-1,90	-1,80	-1,30	0,00	2,10	6,30
S01_02_I_av	-2,50	-2,40	-2,40	-2,50	-2,00	-0,70	1,40	5,50
S01_03_I_av	-3,40	-3,50	-3,60	-3,50	-2,80	-1,40	1,00	5,10
S01_04_I_av	-2,90	-3,10	-3,10	-3,20	-2,60	-1,20	1,00	4,90
S01_05_I_av	-2,80	-2,90	-2,90	-3,00	-2,40	-1,20	0,90	4,90
S01_06_I_av	-1,90	-2,00	-2,10	-2,20	-1,70	-0,50	1,50	5,30
S01_07_I_av	-0,80	-0,90	-1,00	-1,10	-0,50	0,80	2,70	6,70
S01_01_II_av	-2,30	-2,40	-2,60	-2,50	-2,10	-0,80	1,30	5,40
S01_02_II_av	-2,70	-2,90	-3,00	-3,00	-2,50	-1,40	0,70	4,60
S01_03_II_av	-3,00	-3,20	-3,30	-3,30	-2,80	-1,60	0,50	4,50
S01_04_II_av	-2,30	-2,30	-2,30	-2,40	-1,90	-0,60	1,30	5,30
S01_05_II_av	-2,10	-2,20	-2,20	-2,40	-1,80	-0,50	1,50	5,40
S01_06_II_av	-2,60	-2,60	-2,50	-2,80	-2,20	-0,90	1,10	5,00
S01_07_II_av	-2,40	-2,40	-2,20	-2,70	-2,10	-0,60	1,40	5,10
S01_08_II_av	-2,60	-2,70	-2,70	-3,10	-2,30	-0,80	1,20	4,90
S01_09_II_av	-1,50	-1,60	-1,70	-2,20	-1,50	-0,10	1,90	5,50
S01_10_II_av	-0,90	-1,00	-1,10	-1,50	-0,80	0,70	2,80	6,50
S01_01_L	0,30	0,10	-0,10	-0,30	0,20	1,20	3,00	6,90
S01_02_L	1,40	1,20	1,00	0,70	1,00	1,80	3,70	7,40
S01_03_L	-2,00	-2,20	-2,40	-2,60	-2,00	-1,00	0,90	4,80
S01_04_L	-2,70	-3,00	-3,30	-3,70	-3,20	-2,30	-0,40	3,30
S01_05_L	-3,50	-3,70	-4,10	-4,40	-4,20	-3,80	-2,20	1,20
S01_06_L	74,10	74,40	74,70	74,70	73,90	72,80	70,60	65,90
S01_01_Palco	1,80	1,70	1,80	1,90	2,40	3,50	5,40	8,80
S01_02_Palco	2,60	2,60	2,60	2,80	3,40	4,60	6,60	10,20
S01_03_Palco	1,40	1,50	1,80	2,00	2,40	3,70	5,50	9,00
S01_04_Palco	1,40	1,40	1,50	1,80	2,30	3,50	5,30	8,70
S01_05_Palco	1,90	1,90	1,80	2,00	2,60	3,70	5,70	9,30
S01_06_Palco	2,00	2,00	2,20	2,40	2,80	3,90	5,80	9,20

DIFFERENZE TRA VALORI RILEVATI E SIMULATI

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	5,69	-0,86	-1,09	0,58	-0,32	-0,80	-1,50	-1,06
S01_02_P	4,08	-0,38	-0,68	-0,82	-1,17	-1,12	-0,77	-1,20
S01_03_P	3,88	6,60	2,65	5,29	5,25	3,93	2,65	3,67
S01_04_P	2,73	1,16	1,29	1,89	0,19	-0,85	-0,46	0,52
S01_05_P	-0,69	-1,97	-1,72	0,65	0,07	0,38	-0,60	-0,59
S01_06_P	0,22	1,50	-0,12	-0,13	0,41	-0,70	-0,98	-0,74
S01_07_P	1,86	1,26	1,46	0,90	0,11	1,11	0,38	-0,70
S01_08_P	0,38	3,92	1,20	3,95	3,61	3,38	1,31	1,41
S01_09_P	1,75	1,59	-0,26	-0,97	-0,99	-0,49	-0,91	-1,47
S01_10_P	2,75	-1,04	0,90	1,18	0,32	0,02	-0,56	0,76
S01_11_P	0,68	-1,08	0,52	0,41	0,29	0,20	0,21	-0,55
S01_12_P	2,22	2,69	-0,77	0,16	0,48	0,00	0,12	-0,83
S01_13_P	3,28	3,86	0,84	-0,10	1,84	1,55	0,72	0,43
S01_14_P	3,10	0,91	0,44	0,94	0,82	0,17	0,23	-0,24
S01_15_P	-4,69	-1,40	0,33	-0,43	0,71	-0,34	-0,76	-0,06
S01_16_P	0,90	-1,61	0,30	-1,08	-2,27	-1,73	-1,93	-2,33
S01_17_P	1,86	1,57	1,96	-0,26	0,04	-0,09	-1,81	-1,94
S01_18_P	1,36	-0,32	-1,57	-0,13	0,48	-0,93	-1,51	-1,11
S01_19_P	-2,17	-2,53	-1,36	-2,11	-0,55	-2,02	-1,73	-1,84
S01_20_P	-1,73	-2,00	2,31	-1,47	-0,31	0,08	-1,45	-1,91
S01_01_I_av	0,66	1,97	-2,11	-1,10	-0,26	-0,97	-0,86	-0,80
S01_02_I_av	-1,67	-0,82	-3,67	-0,96	0,15	-0,98	-0,79	-0,49
S01_03_I_av	1,82	2,03	-0,73	0,89	0,84	-0,26	-0,95	-1,99
S01_04_I_av	0,79	3,05	0,60	-1,47	2,31	1,27	1,45	0,62
S01_05_I_av	-1,48	1,61	2,58	-1,32	-0,46	1,18	0,61	0,63
S01_06_I_av	0,89	-0,73	1,69	-1,41	0,94	0,17	0,56	0,97
S01_07_I_av	-0,57	-2,19	-0,86	-1,93	-0,74	-1,61	-1,26	-1,65
S01_01_II_av	2,08	-1,79	1,31	-1,35	0,93	2,02	1,33	0,94
S01_02_II_av	3,47	-1,35	1,49	0,72	0,69	2,22	1,49	2,12
S01_03_II_av	2,27	0,47	-0,79	-0,11	-0,05	-0,28	0,73	-0,03
S01_04_II_av	-0,58	0,61	-3,59	-1,81	-0,33	0,26	1,12	-0,03
S01_05_II_av	0,41	0,67	-1,62	0,10	0,77	-0,73	1,30	0,24
S01_06_II_av	0,28	1,32	1,44	0,87	0,13	0,91	1,08	0,78
S01_07_II_av	0,08	2,38	-1,25	0,03	1,19	0,84	0,05	0,81
S01_08_II_av	-0,41	3,17	-1,33	-0,78	-0,56	-1,22	-0,71	-0,72
S01_09_II_av	1,15	1,08	0,43	1,09	-0,01	-1,78	-1,63	-0,74
S01_10_II_av	2,58	0,39	-0,38	-1,85	-0,86	-1,32	-1,56	-1,62
S01_01_L	-0,36	-0,12	1,69	-0,23	0,80	0,07	1,02	0,23
S01_02_L	-2,44	-6,39	-0,91	-1,00	0,57	-0,67	-0,12	-1,23
S01_03_L	-0,53	1,13	1,85	0,50	1,92	1,47	3,47	0,67
S01_04_L	1,03	-1,12	1,48	1,38	0,90	1,45	2,07	0,66
S01_05_L	2,47	-1,68	-0,78	-3,06	-1,05	0,56	0,24	0,04
S01_06_L	-82,28	-79,21	-81,19	-79,18	-81,96	-76,54	-73,16	-65,30
S01_01_Palco	0,89	1,37	-3,48	-1,11	-0,34	-2,36	-2,56	-2,65
S01_02_Palco	0,59	-2,02	-1,16	-0,69	-1,31	-3,07	-3,38	-2,66
S01_03_Palco	-5,01	-3,19	-3,73	-5,68	-4,84	-5,68	-5,96	-6,22
S01_04_Palco	-0,13	1,49	-4,67	-1,66	-3,56	-2,54	-3,77	-3,79
S01_05_Palco	-0,25	0,27	-1,46	-2,36	-1,15	-2,01	-3,32	-2,28
S01_06_Palco	-1,09	-5,26	-8,05	-6,87	-5,84	-6,26	-6,25	-6,59

Il numero totale di ricevitori è 49.

Dalla comparazione, risulta che:

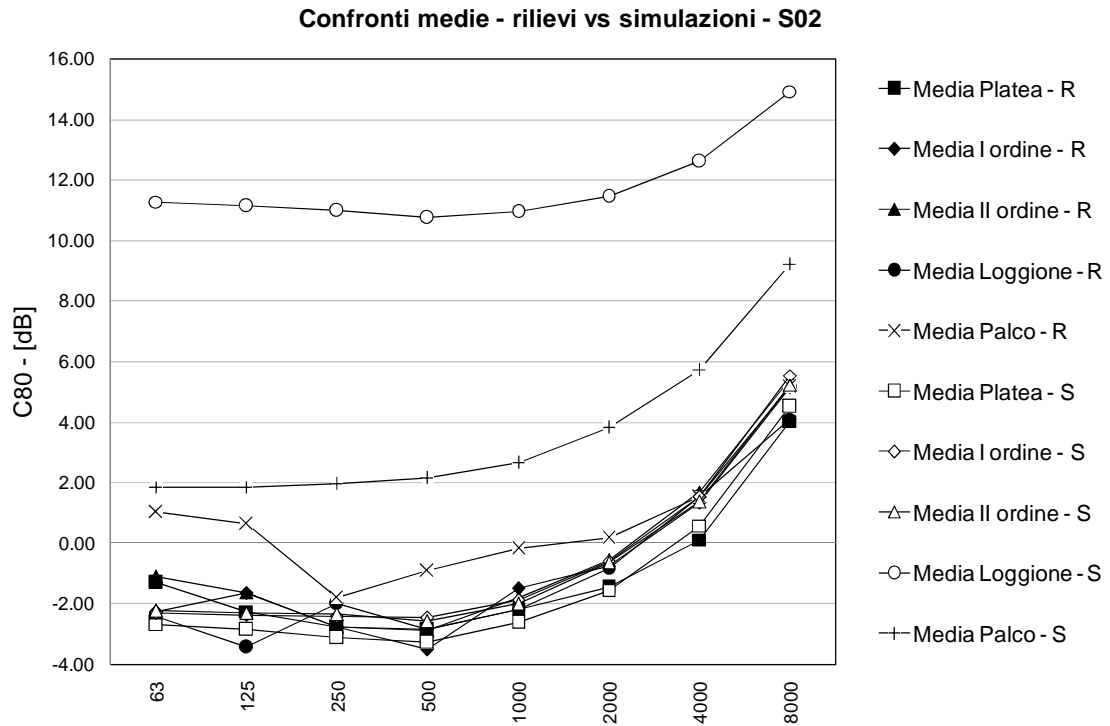
43 ricevitori su 49 presentano una variazione del parametro contenuta entro i 3 dB,

41 ricevitori su 49 presentano una variazione del parametro contenuta entro i 2 dB,

34 ricevitori su 49 presentano una variazione del parametro contenuta entro i 1 dB.

(verifica effettuata alla frequenza campione di 1000 Hz)

Grafici di confronto tra i valori rilevati e simulati. Vengono riportate le medie delle zone significative del teatro: palcoscenico, platea, I ordine di palchi, II ordine di palchi, loggione.



Con la lettera “R” finale vengono indicate le curve relative ai rilievi, con “S” quelle relative alle simulazioni.

6.8.3 Risultati della simulazione e confronti: D₅₀ - S01

RILIEVI: SORGENTE IN POSIZIONE S01

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	0,22	0,30	0,29	0,27	0,26	0,27	0,38	0,61
S01_02_P	0,32	0,43	0,26	0,27	0,26	0,27	0,30	0,52
S01_03_P	0,41	0,39	0,19	0,32	0,28	0,32	0,46	0,53
S01_04_P	0,40	0,33	0,26	0,32	0,25	0,30	0,36	0,56
S01_05_P	0,24	0,29	0,24	0,26	0,29	0,27	0,42	0,61
S01_06_P	0,38	0,30	0,18	0,23	0,24	0,24	0,29	0,55
S01_07_P	0,30	0,35	0,29	0,23	0,20	0,27	0,36	0,59
S01_08_P	0,45	0,47	0,19	0,23	0,28	0,35	0,50	0,51
S01_09_P	0,29	0,34	0,31	0,27	0,24	0,29	0,44	0,59
S01_10_P	0,37	0,36	0,22	0,31	0,27	0,31	0,38	0,56
S01_11_P	0,44	0,43	0,32	0,30	0,41	0,35	0,46	0,62
S01_12_P	0,38	0,43	0,27	0,24	0,23	0,36	0,50	0,57
S01_13_P	0,57	0,40	0,31	0,30	0,29	0,33	0,52	0,62
S01_14_P	0,37	0,41	0,27	0,30	0,33	0,36	0,47	0,55
S01_15_P	0,38	0,43	0,36	0,38	0,40	0,44	0,48	0,62
S01_16_P	0,48	0,49	0,40	0,31	0,48	0,46	0,70	0,74
S01_17_P	0,45	0,43	0,41	0,27	0,35	0,44	0,47	0,64
S01_18_P	0,49	0,39	0,49	0,35	0,38	0,48	0,50	0,68
S01_19_P	0,38	0,37	0,33	0,32	0,41	0,43	0,53	0,64
S01_20_P	0,54	0,34	0,38	0,37	0,51	0,44	0,53	0,71
S01_01_I_av	0,48	0,51	0,30	0,43	0,45	0,40	0,56	0,61
S01_02_I_av	0,37	0,51	0,23	0,45	0,43	0,46	0,62	0,65
S01_03_I_av	0,37	0,41	0,27	0,48	0,39	0,44	0,52	0,67
S01_04_I_av	0,34	0,49	0,30	0,38	0,32	0,40	0,51	0,68
S01_05_I_av	0,48	0,48	0,33	0,30	0,30	0,47	0,53	0,70
S01_06_I_av	0,37	0,41	0,21	0,26	0,36	0,49	0,54	0,72
S01_07_I_av	0,55	0,24	0,42	0,29	0,31	0,37	0,52	0,66
S01_01_II_av	0,47	0,29	0,43	0,40	0,32	0,41	0,60	0,68
S01_02_II_av	0,42	0,21	0,38	0,37	0,38	0,30	0,45	0,59
S01_03_II_av	0,46	0,34	0,49	0,29	0,34	0,31	0,36	0,65
S01_04_II_av	0,44	0,30	0,41	0,28	0,28	0,33	0,44	0,54
S01_05_II_av	0,48	0,36	0,33	0,28	0,41	0,34	0,46	0,63
S01_06_II_av	0,39	0,41	0,24	0,33	0,29	0,34	0,41	0,57
S01_07_II_av	0,25	0,41	0,24	0,38	0,27	0,42	0,50	0,70
S01_08_II_av	0,33	0,46	0,38	0,31	0,39	0,40	0,47	0,65
S01_09_II_av	0,37	0,40	0,23	0,33	0,34	0,49	0,52	0,65
S01_10_II_av	0,16	0,54	0,47	0,27	0,34	0,38	0,44	0,61
S01_01_L	0,57	0,51	0,34	0,31	0,42	0,43	0,50	0,69
S01_02_L	0,34	0,21	0,38	0,42	0,45	0,43	0,45	0,76
S01_03_L	0,28	0,39	0,47	0,39	0,37	0,37	0,46	0,52
S01_04_L	0,31	0,23	0,32	0,39	0,31	0,31	0,36	0,48
S01_05_L	0,23	0,27	0,23	0,18	0,22	0,21	0,20	0,51
S01_06_L	0,18	0,44	0,23	0,15	0,18	0,24	0,31	0,54
S01_01_Palco	0,52	0,60	0,57	0,55	0,57	0,57	0,62	0,75
S01_02_Palco	0,59	0,50	0,35	0,45	0,45	0,45	0,52	0,73
S01_03_Palco	0,32	0,68	0,28	0,36	0,34	0,38	0,38	0,53
S01_04_Palco	0,46	0,58	0,22	0,45	0,49	0,45	0,54	0,53
S01_05_Palco	0,55	0,38	0,19	0,31	0,39	0,44	0,49	0,62
S01_06_Palco	0,32	0,52	0,16	0,31	0,37	0,39	0,44	0,71

SIMULAZIONE: SORGENTE IN POSIZIONE S01

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	0,20	0,20	0,19	0,19	0,22	0,27	0,38	0,60
S01_02_P	0,29	0,28	0,28	0,28	0,31	0,37	0,48	0,68
S01_03_P	0,21	0,20	0,20	0,20	0,23	0,29	0,41	0,64
S01_04_P	0,35	0,34	0,34	0,34	0,37	0,44	0,54	0,73
S01_05_P	0,22	0,21	0,21	0,21	0,24	0,29	0,40	0,61
S01_06_P	0,23	0,22	0,21	0,21	0,24	0,29	0,39	0,60
S01_07_P	0,19	0,19	0,18	0,18	0,20	0,24	0,34	0,55
S01_08_P	0,25	0,24	0,24	0,23	0,26	0,31	0,41	0,61
S01_09_P	0,17	0,17	0,16	0,16	0,19	0,23	0,32	0,52
S01_10_P	0,23	0,23	0,22	0,22	0,25	0,30	0,40	0,60
S01_11_P	0,33	0,32	0,32	0,30	0,32	0,36	0,46	0,65
S01_12_P	0,33	0,32	0,31	0,30	0,32	0,37	0,48	0,67
S01_13_P	0,36	0,36	0,35	0,33	0,36	0,40	0,50	0,68
S01_14_P	0,30	0,30	0,29	0,28	0,31	0,36	0,46	0,65
S01_15_P	0,40	0,39	0,38	0,36	0,38	0,42	0,51	0,68
S01_16_P	0,53	0,52	0,51	0,50	0,53	0,59	0,68	0,82
S01_17_P	0,48	0,47	0,46	0,46	0,49	0,55	0,64	0,79
S01_18_P	0,42	0,41	0,40	0,40	0,43	0,48	0,58	0,74
S01_19_P	0,43	0,43	0,42	0,42	0,46	0,52	0,62	0,77
S01_20_P	0,45	0,44	0,43	0,43	0,46	0,52	0,63	0,78
S01_01_I_av	0,36	0,35	0,35	0,37	0,42	0,50	0,61	0,79
S01_02_I_av	0,32	0,32	0,31	0,32	0,37	0,45	0,56	0,75
S01_03_I_av	0,30	0,30	0,29	0,29	0,32	0,40	0,51	0,71
S01_04_I_av	0,25	0,24	0,24	0,23	0,25	0,32	0,43	0,64
S01_05_I_av	0,19	0,19	0,19	0,18	0,20	0,25	0,35	0,53
S01_06_I_av	0,24	0,24	0,23	0,22	0,25	0,31	0,40	0,57
S01_07_I_av	0,30	0,30	0,29	0,28	0,31	0,37	0,47	0,66
S01_01_II_av	0,30	0,29	0,29	0,29	0,33	0,40	0,52	0,73
S01_02_II_av	0,23	0,23	0,22	0,23	0,26	0,32	0,42	0,63
S01_03_II_av	0,23	0,22	0,22	0,21	0,24	0,30	0,40	0,61
S01_04_II_av	0,29	0,29	0,28	0,28	0,31	0,38	0,50	0,70
S01_05_II_av	0,40	0,39	0,38	0,37	0,40	0,46	0,56	0,72
S01_06_II_av	0,38	0,38	0,37	0,34	0,37	0,44	0,55	0,71
S01_07_II_av	0,34	0,33	0,32	0,29	0,33	0,40	0,51	0,68
S01_08_II_av	0,29	0,28	0,28	0,25	0,29	0,35	0,46	0,63
S01_09_II_av	0,33	0,32	0,32	0,29	0,32	0,38	0,48	0,65
S01_10_II_av	0,31	0,30	0,30	0,28	0,31	0,37	0,48	0,64
S01_01_L	0,30	0,29	0,28	0,27	0,28	0,32	0,40	0,57
S01_02_L	0,41	0,40	0,38	0,37	0,38	0,42	0,50	0,66
S01_03_L	0,39	0,38	0,36	0,35	0,37	0,41	0,50	0,69
S01_04_L	0,32	0,31	0,29	0,28	0,30	0,32	0,41	0,59
S01_05_L	0,21	0,20	0,20	0,20	0,22	0,27	0,37	0,60
S01_06_L	0,12	0,12	0,11	0,10	0,11	0,11	0,15	0,28
S01_01_Palco	0,59	0,58	0,59	0,60	0,63	0,68	0,77	0,87
S01_02_Palco	0,45	0,45	0,47	0,49	0,51	0,57	0,65	0,79
S01_03_Palco	0,39	0,41	0,42	0,44	0,45	0,51	0,59	0,73
S01_04_Palco	0,53	0,53	0,53	0,55	0,57	0,62	0,72	0,84
S01_05_Palco	0,41	0,41	0,43	0,45	0,46	0,52	0,60	0,75
S01_06_Palco	0,40	0,42	0,43	0,44	0,46	0,50	0,59	0,73

DIFFERENZE TRA VALORI RILEVATI E SIMULATI

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	0,02	0,10	0,10	0,08	0,04	0,00	0,00	0,01
S01_02_P	0,03	0,15	-0,02	-0,01	-0,05	-0,10	-0,18	-0,16
S01_03_P	0,20	0,19	-0,01	0,12	0,05	0,03	0,05	-0,11
S01_04_P	0,05	-0,01	-0,08	-0,02	-0,12	-0,14	-0,18	-0,17
S01_05_P	0,02	0,08	0,03	0,05	0,05	-0,02	0,02	0,00
S01_06_P	0,15	0,08	-0,03	0,02	0,00	-0,05	-0,10	-0,05
S01_07_P	0,11	0,16	0,11	0,05	0,00	0,03	0,02	0,04
S01_08_P	0,20	0,23	-0,05	0,00	0,02	0,04	0,09	-0,10
S01_09_P	0,12	0,17	0,15	0,11	0,05	0,06	0,12	0,07
S01_10_P	0,14	0,13	0,00	0,09	0,02	0,01	-0,02	-0,04
S01_11_P	0,11	0,11	0,00	0,00	0,09	-0,01	0,00	-0,03
S01_12_P	0,05	0,11	-0,04	-0,06	-0,09	-0,01	0,02	-0,10
S01_13_P	0,21	0,04	-0,04	-0,03	-0,07	-0,07	0,02	-0,06
S01_14_P	0,07	0,11	-0,02	0,02	0,02	0,00	0,01	-0,10
S01_15_P	-0,02	0,04	-0,02	0,02	0,02	0,02	-0,03	-0,06
S01_16_P	-0,05	-0,03	-0,11	-0,19	-0,05	-0,13	0,02	-0,08
S01_17_P	-0,03	-0,04	-0,05	-0,19	-0,14	-0,11	-0,17	-0,15
S01_18_P	0,07	-0,02	0,09	-0,05	-0,05	0,00	-0,08	-0,06
S01_19_P	-0,05	-0,06	-0,09	-0,10	-0,05	-0,09	-0,09	-0,13
S01_20_P	0,09	-0,10	-0,05	-0,06	0,05	-0,08	-0,10	-0,07
S01_01_I_av	0,12	0,16	-0,05	0,06	0,03	-0,10	-0,05	-0,18
S01_02_I_av	0,05	0,19	-0,08	0,13	0,06	0,01	0,06	-0,10
S01_03_I_av	0,07	0,11	-0,02	0,19	0,07	0,04	0,01	-0,04
S01_04_I_av	0,09	0,25	0,06	0,15	0,07	0,08	0,08	0,04
S01_05_I_av	0,29	0,29	0,14	0,12	0,10	0,22	0,18	0,17
S01_06_I_av	0,13	0,17	-0,02	0,04	0,11	0,18	0,14	0,15
S01_07_I_av	0,25	-0,06	0,13	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00
S01_01_II_av	0,17	0,00	0,14	0,11	-0,01	0,01	0,08	-0,05
S01_02_II_av	0,19	-0,02	0,16	0,14	0,12	-0,02	0,03	-0,04
S01_03_II_av	0,23	0,12	0,27	0,08	0,10	0,01	-0,04	0,04
S01_04_II_av	0,15	0,01	0,13	0,00	-0,03	-0,05	-0,06	-0,16
S01_05_II_av	0,08	-0,03	-0,05	-0,09	0,01	-0,12	-0,10	-0,09
S01_06_II_av	0,01	0,03	-0,13	-0,01	-0,08	-0,10	-0,14	-0,14
S01_07_II_av	-0,09	0,08	-0,08	0,09	-0,06	0,02	-0,01	0,02
S01_08_II_av	0,04	0,18	0,10	0,06	0,10	0,05	0,01	0,02
S01_09_II_av	0,04	0,08	-0,09	0,04	0,02	0,11	0,04	0,00
S01_10_II_av	-0,15	0,24	0,17	-0,01	0,03	0,01	-0,04	-0,03
S01_01_L	0,27	0,22	0,06	0,04	0,14	0,11	0,10	0,12
S01_02_L	-0,07	-0,19	0,00	0,05	0,07	0,01	-0,05	0,10
S01_03_L	-0,11	0,01	0,11	0,04	0,00	-0,04	-0,04	-0,17
S01_04_L	-0,01	-0,08	0,03	0,11	0,01	-0,01	-0,05	-0,11
S01_05_L	0,02	0,07	0,03	-0,02	0,00	-0,06	-0,17	-0,09
S01_06_L	0,06	0,32	0,12	0,05	0,07	0,13	0,16	0,26
S01_01_Palco	-0,07	0,02	-0,02	-0,05	-0,06	-0,11	-0,15	-0,12
S01_02_Palco	0,14	0,05	-0,12	-0,04	-0,06	-0,12	-0,13	-0,06
S01_03_Palco	-0,07	0,27	-0,14	-0,08	-0,11	-0,13	-0,21	-0,20
S01_04_Palco	-0,07	0,05	-0,31	-0,10	-0,08	-0,17	-0,18	-0,31
S01_05_Palco	0,14	-0,03	-0,24	-0,14	-0,07	-0,08	-0,11	-0,13
S01_06_Palco	-0,08	0,10	-0,27	-0,13	-0,09	-0,11	-0,15	-0,02

Il numero totale di ricevitori è 49.

Dalla comparazione, risulta che:

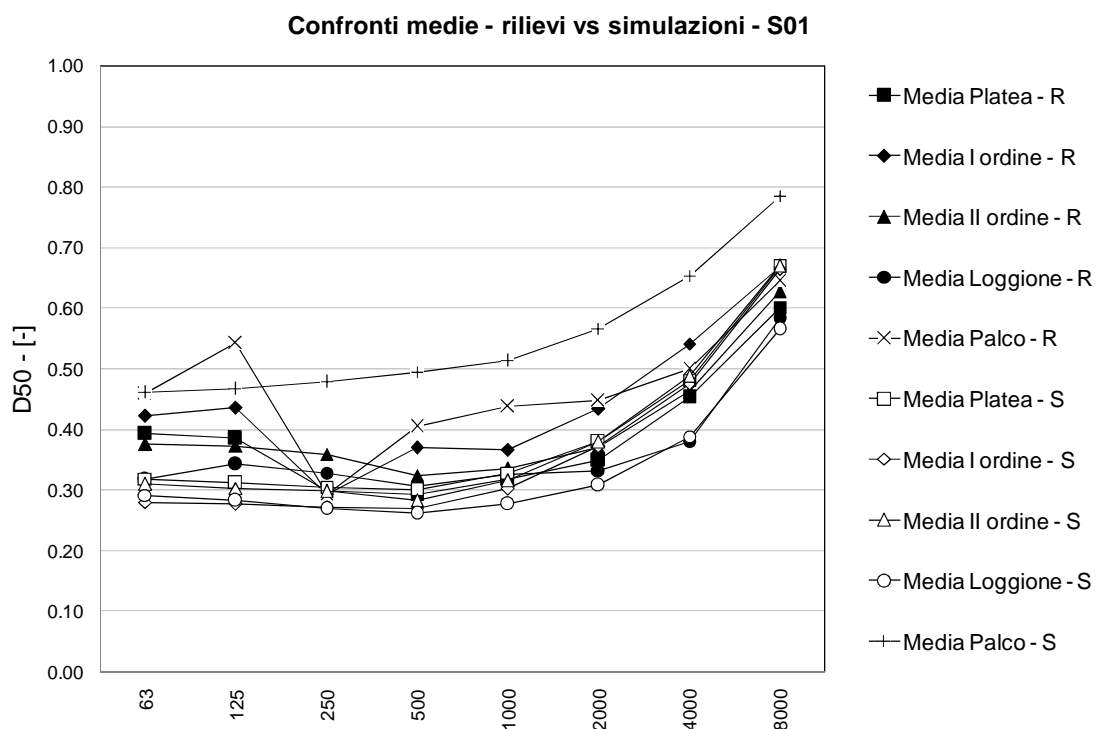
49 ricevitori su 49 presentano una variazione percentuale del parametro entro il 15%,

42 ricevitori su 49 presentano una variazione percentuale del parametro entro il 10%,

23 ricevitori su 49 presentano una variazione percentuale del parametro entro il 5%.

(verifica effettuata alla frequenza campione di 1000 Hz)

Grafici di confronto tra i valori rilevati e simulati. Vengono riportate le medie delle zone significative del teatro: palcoscenico, platea, I ordine di palchi, II ordine di palchi, loggione.



Con la lettera “R” finale vengono indicate le curve relative ai rilievi, con “S” quelle relative alle simulazioni.

6.8.4 Risultati della simulazione e confronti: D₅₀ - S02

RILIEVI: SORGENTE IN POSIZIONE S02

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	0,30	0,17	0,18	0,19	0,18	0,18	0,22	0,42
S01_02_P	0,32	0,19	0,10	0,16	0,18	0,26	0,34	0,48
S01_03_P	0,26	0,21	0,18	0,24	0,20	0,23	0,33	0,41
S01_04_P	0,24	0,19	0,16	0,24	0,20	0,18	0,30	0,56
S01_05_P	0,25	0,17	0,15	0,16	0,25	0,24	0,31	0,55
S01_06_P	0,33	0,26	0,12	0,17	0,17	0,18	0,26	0,47
S01_07_P	0,37	0,26	0,11	0,15	0,19	0,27	0,31	0,40
S01_08_P	0,16	0,21	0,17	0,16	0,21	0,23	0,31	0,47
S01_09_P	0,25	0,20	0,19	0,14	0,20	0,24	0,29	0,47
S01_10_P	0,24	0,18	0,12	0,16	0,16	0,21	0,27	0,51
S01_11_P	0,14	0,21	0,14	0,18	0,26	0,25	0,32	0,46
S01_12_P	0,34	0,25	0,18	0,17	0,17	0,22	0,34	0,46
S01_13_P	0,39	0,43	0,22	0,19	0,28	0,30	0,35	0,50
S01_14_P	0,39	0,22	0,19	0,20	0,26	0,24	0,30	0,47
S01_15_P	0,15	0,21	0,16	0,19	0,26	0,23	0,32	0,52
S01_16_P	0,35	0,31	0,33	0,34	0,28	0,36	0,44	0,63
S01_17_P	0,45	0,37	0,43	0,29	0,33	0,36	0,37	0,53
S01_18_P	0,32	0,34	0,24	0,30	0,33	0,30	0,39	0,59
S01_19_P	0,27	0,21	0,32	0,26	0,31	0,31	0,45	0,66
S01_20_P	0,31	0,31	0,45	0,28	0,38	0,51	0,47	0,67
S01_01_I_av	0,36	0,30	0,24	0,28	0,31	0,31	0,48	0,68
S01_02_I_av	0,28	0,28	0,17	0,25	0,31	0,32	0,44	0,64
S01_03_I_av	0,28	0,39	0,19	0,28	0,32	0,31	0,38	0,50
S01_04_I_av	0,29	0,42	0,28	0,20	0,35	0,37	0,51	0,66
S01_05_I_av	0,22	0,34	0,40	0,16	0,22	0,41	0,44	0,62
S01_06_I_av	0,25	0,34	0,39	0,23	0,36	0,34	0,46	0,68
S01_07_I_av	0,49	0,32	0,26	0,24	0,31	0,34	0,48	0,63
S01_01_II_av	0,30	0,13	0,35	0,22	0,34	0,49	0,56	0,69
S01_02_II_av	0,48	0,18	0,36	0,27	0,29	0,45	0,52	0,71
S01_03_II_av	0,30	0,33	0,17	0,23	0,28	0,32	0,43	0,59
S01_04_II_av	0,24	0,26	0,18	0,21	0,29	0,38	0,52	0,65
S01_05_II_av	0,38	0,28	0,21	0,31	0,38	0,32	0,56	0,66
S01_06_II_av	0,35	0,37	0,28	0,33	0,30	0,40	0,51	0,67
S01_07_II_av	0,45	0,43	0,22	0,27	0,36	0,40	0,45	0,67
S01_08_II_av	0,36	0,23	0,23	0,26	0,24	0,29	0,39	0,54
S01_09_II_av	0,41	0,39	0,33	0,30	0,31	0,32	0,35	0,55
S01_10_II_av	0,36	0,29	0,25	0,21	0,30	0,34	0,36	0,60
S01_01_L	0,55	0,46	0,25	0,39	0,40	0,47	0,63	0,72
S01_02_L	0,29	0,15	0,44	0,40	0,47	0,46	0,60	0,68
S01_03_L	0,37	0,30	0,35	0,33	0,36	0,38	0,62	0,63
S01_04_L	0,25	0,10	0,32	0,24	0,24	0,29	0,40	0,48
S01_05_L	0,25	0,14	0,18	0,08	0,17	0,22	0,27	0,41
S01_06_L	0,13	0,19	0,16	0,15	0,09	0,18	0,22	0,37
S01_01_Palco	0,63	0,50	0,29	0,50	0,50	0,47	0,53	0,66
S01_02_Palco	0,65	0,51	0,52	0,48	0,54	0,42	0,52	0,69
S01_03_Palco	0,26	0,21	0,18	0,24	0,20	0,23	0,33	0,41
S01_04_Palco	0,47	0,51	0,19	0,40	0,31	0,40	0,41	0,56
S01_05_Palco	0,55	0,57	0,38	0,40	0,43	0,39	0,46	0,65
S01_06_Palco	0,37	0,42	0,18	0,44	0,35	0,42	0,42	0,60

SIMULAZIONE: SORGENTE IN POSIZIONE S02

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	-3,40	-3,50	-3,90	-4,10	-3,50	-2,40	-0,30	3,60
S01_02_P	-3,30	-3,40	-3,60	-3,70	-3,00	-1,90	0,30	4,20
S01_03_P	-2,80	-3,00	-3,30	-3,60	-3,10	-2,10	0,10	4,00
S01_04_P	-4,00	-4,10	-4,40	-4,60	-3,80	-2,70	-0,40	3,60
S01_05_P	-2,60	-2,80	-3,00	-3,30	-2,70	-1,60	0,50	4,50
S01_06_P	-4,10	-4,30	-4,50	-4,50	-3,80	-2,60	-0,50	3,70
S01_07_P	-3,80	-4,00	-4,40	-4,70	-4,00	-3,00	-0,80	3,10
S01_08_P	-3,40	-3,60	-3,80	-4,10	-3,50	-2,50	-0,30	3,60
S01_09_P	-2,80	-3,00	-3,30	-3,60	-3,00	-1,90	0,30	4,30
S01_10_P	-3,70	-3,80	-4,20	-4,40	-3,90	-2,80	-0,70	3,30
S01_11_P	-3,30	-3,50	-3,70	-3,80	-3,30	-2,40	-0,40	3,30
S01_12_P	-3,30	-3,50	-3,90	-4,10	-3,50	-2,60	-0,50	3,30
S01_13_P	-3,30	-3,50	-3,90	-4,10	-3,50	-2,50	-0,40	3,30
S01_14_P	-3,30	-3,50	-3,80	-4,10	-3,40	-2,50	-0,40	3,40
S01_15_P	-2,90	-3,10	-3,30	-3,40	-2,80	-1,90	0,10	3,90
S01_16_P	-0,40	-0,50	-0,70	-0,70	0,10	1,50	3,60	7,80
S01_17_P	-1,70	-1,90	-2,10	-2,20	-1,50	-0,40	1,70	5,60
S01_18_P	-0,90	-1,00	-1,20	-1,30	-0,70	0,40	2,50	6,50
S01_19_P	-0,40	-0,50	-0,80	-0,80	-0,10	1,10	3,20	7,20
S01_20_P	-0,30	-0,50	-0,60	-0,50	0,20	1,60	3,70	7,90
S01_01_I_av	-2,00	-1,80	-1,90	-1,80	-1,30	0,00	2,10	6,30
S01_02_I_av	-2,50	-2,40	-2,40	-2,50	-2,00	-0,70	1,40	5,50
S01_03_I_av	-3,40	-3,50	-3,60	-3,50	-2,80	-1,40	1,00	5,10
S01_04_I_av	-2,90	-3,10	-3,10	-3,20	-2,60	-1,20	1,00	4,90
S01_05_I_av	-2,80	-2,90	-2,90	-3,00	-2,40	-1,20	0,90	4,90
S01_06_I_av	-1,90	-2,00	-2,10	-2,20	-1,70	-0,50	1,50	5,30
S01_07_I_av	-0,80	-0,90	-1,00	-1,10	-0,50	0,80	2,70	6,70
S01_01_II_av	-2,30	-2,40	-2,60	-2,50	-2,10	-0,80	1,30	5,40
S01_02_II_av	-2,70	-2,90	-3,00	-3,00	-2,50	-1,40	0,70	4,60
S01_03_II_av	-3,00	-3,20	-3,30	-3,30	-2,80	-1,60	0,50	4,50
S01_04_II_av	-2,30	-2,30	-2,30	-2,40	-1,90	-0,60	1,30	5,30
S01_05_II_av	-2,10	-2,20	-2,20	-2,40	-1,80	-0,50	1,50	5,40
S01_06_II_av	-2,60	-2,60	-2,50	-2,80	-2,20	-0,90	1,10	5,00
S01_07_II_av	-2,40	-2,40	-2,20	-2,70	-2,10	-0,60	1,40	5,10
S01_08_II_av	-2,60	-2,70	-2,70	-3,10	-2,30	-0,80	1,20	4,90
S01_09_II_av	-1,50	-1,60	-1,70	-2,20	-1,50	-0,10	1,90	5,50
S01_10_II_av	-0,90	-1,00	-1,10	-1,50	-0,80	0,70	2,80	6,50
S01_01_L	0,30	0,10	-0,10	-0,30	0,20	1,20	3,00	6,90
S01_02_L	1,40	1,20	1,00	0,70	1,00	1,80	3,70	7,40
S01_03_L	-2,00	-2,20	-2,40	-2,60	-2,00	-1,00	0,90	4,80
S01_04_L	-2,70	-3,00	-3,30	-3,70	-3,20	-2,30	-0,40	3,30
S01_05_L	-3,50	-3,70	-4,10	-4,40	-4,20	-3,80	-2,20	1,20
S01_06_L	74,10	74,40	74,70	74,70	73,90	72,80	70,60	65,90
S01_01_Palco	1,80	1,70	1,80	1,90	2,40	3,50	5,40	8,80
S01_02_Palco	2,60	2,60	2,60	2,80	3,40	4,60	6,60	10,20
S01_03_Palco	1,40	1,50	1,80	2,00	2,40	3,70	5,50	9,00
S01_04_Palco	1,40	1,40	1,50	1,80	2,30	3,50	5,30	8,70
S01_05_Palco	1,90	1,90	1,80	2,00	2,60	3,70	5,70	9,30
S01_06_Palco	2,00	2,00	2,20	2,40	2,80	3,90	5,80	9,20

DIFFERENZE TRA VALORI RILEVATI E SIMULATI

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	0,18	0,17	0,16	0,16	0,17	0,21	0,3	0,5
S01_02_P	0,18	0,18	0,17	0,18	0,2	0,24	0,34	0,53
S01_03_P	0,2	0,2	0,19	0,18	0,2	0,24	0,34	0,54
S01_04_P	0,17	0,16	0,16	0,16	0,19	0,23	0,34	0,55
S01_05_P	0,23	0,22	0,21	0,21	0,23	0,28	0,37	0,58
S01_06_P	0,19	0,18	0,18	0,18	0,21	0,25	0,36	0,58
S01_07_P	0,17	0,17	0,15	0,15	0,17	0,2	0,3	0,49
S01_08_P	0,19	0,19	0,18	0,18	0,2	0,23	0,33	0,53
S01_09_P	0,23	0,22	0,21	0,2	0,22	0,27	0,37	0,58
S01_10_P	0,2	0,19	0,18	0,17	0,19	0,23	0,34	0,54
S01_11_P	0,21	0,2	0,2	0,19	0,21	0,24	0,33	0,52
S01_12_P	0,19	0,18	0,17	0,16	0,18	0,2	0,29	0,47
S01_13_P	0,18	0,17	0,16	0,16	0,17	0,2	0,29	0,47
S01_14_P	0,19	0,18	0,17	0,16	0,18	0,21	0,3	0,48
S01_15_P	0,22	0,21	0,21	0,2	0,22	0,26	0,35	0,53
S01_16_P	0,39	0,38	0,38	0,38	0,42	0,49	0,6	0,77
S01_17_P	0,29	0,29	0,28	0,28	0,31	0,36	0,47	0,65
S01_18_P	0,33	0,33	0,32	0,32	0,35	0,4	0,51	0,69
S01_19_P	0,37	0,36	0,35	0,35	0,39	0,45	0,56	0,73
S01_20_P	0,39	0,38	0,38	0,39	0,43	0,5	0,61	0,78
S01_01_I_av	0,31	0,32	0,32	0,33	0,35	0,42	0,54	0,74
S01_02_I_av	0,25	0,26	0,26	0,27	0,29	0,36	0,48	0,68
S01_03_I_av	0,2	0,2	0,19	0,2	0,23	0,31	0,43	0,64
S01_04_I_av	0,2	0,19	0,19	0,19	0,22	0,28	0,4	0,59
S01_05_I_av	0,25	0,24	0,24	0,24	0,26	0,33	0,44	0,63
S01_06_I_av	0,29	0,28	0,28	0,28	0,3	0,36	0,46	0,65
S01_07_I_av	0,37	0,36	0,36	0,35	0,38	0,45	0,54	0,72
S01_01_II_av	0,27	0,27	0,26	0,27	0,3	0,37	0,48	0,68
S01_02_II_av	0,25	0,25	0,24	0,24	0,26	0,32	0,42	0,62
S01_03_II_av	0,23	0,22	0,22	0,22	0,24	0,29	0,4	0,61
S01_04_II_av	0,24	0,25	0,25	0,25	0,28	0,34	0,44	0,63
S01_05_II_av	0,26	0,26	0,26	0,26	0,28	0,35	0,45	0,64
S01_06_II_av	0,25	0,25	0,26	0,25	0,27	0,34	0,44	0,63
S01_07_II_av	0,25	0,25	0,26	0,24	0,27	0,34	0,44	0,62
S01_08_II_av	0,23	0,23	0,23	0,22	0,25	0,32	0,42	0,6
S01_09_II_av	0,29	0,29	0,28	0,26	0,29	0,36	0,46	0,63
S01_10_II_av	0,32	0,32	0,32	0,3	0,33	0,41	0,51	0,68
S01_01_L	0,4	0,39	0,38	0,37	0,39	0,43	0,52	0,69
S01_02_L	0,48	0,47	0,46	0,44	0,44	0,48	0,57	0,72
S01_03_L	0,27	0,27	0,26	0,25	0,28	0,32	0,42	0,61
S01_04_L	0,23	0,21	0,2	0,19	0,2	0,24	0,32	0,5
S01_05_L	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,17	0,23	0,37
S01_06_L	0,13	0,13	0,11	0,1	0,11	0,12	0,18	0,34
S01_01_Palco	0,47	0,47	0,48	0,5	0,52	0,58	0,66	0,79
S01_02_Palco	0,54	0,54	0,55	0,57	0,6	0,66	0,74	0,85
S01_03_Palco	0,48	0,49	0,51	0,53	0,55	0,61	0,69	0,81
S01_04_Palco	0,45	0,45	0,45	0,48	0,5	0,56	0,64	0,77
S01_05_Palco	0,5	0,5	0,49	0,51	0,54	0,59	0,68	0,81
S01_06_Palco	0,52	0,52	0,53	0,55	0,56	0,61	0,69	0,81

Il numero totale di ricevitori è 49.

Dalla comparazione, risulta che:

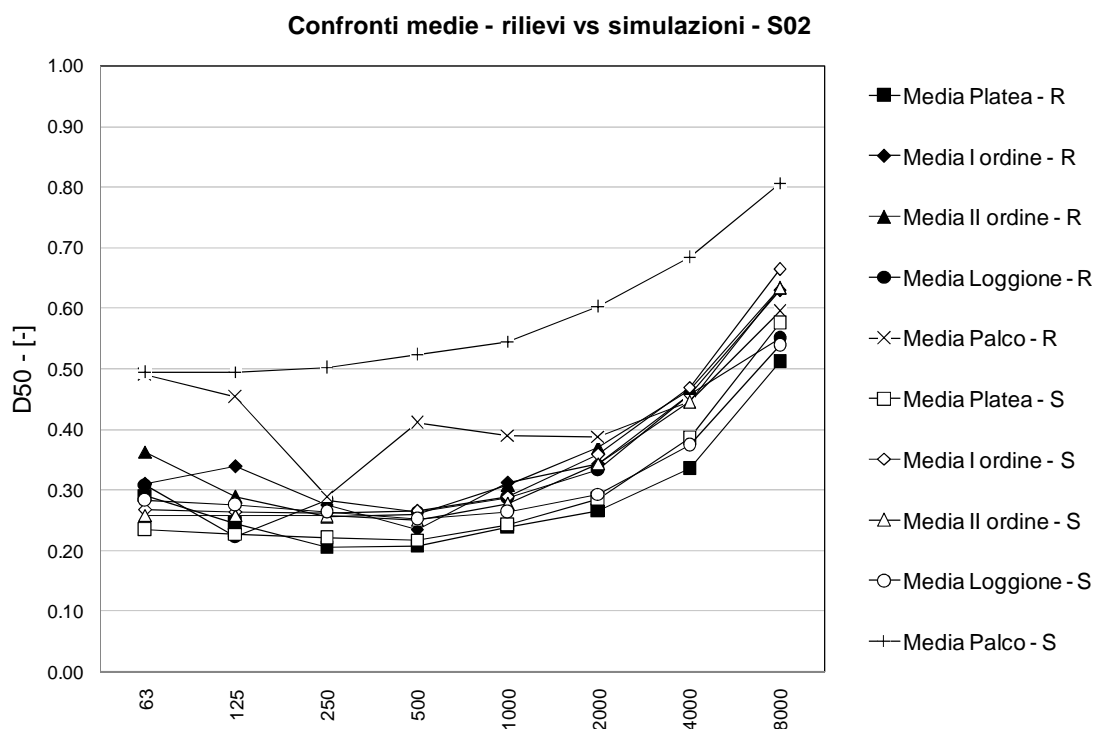
46 ricevitori su 49 presentano una variazione percentuale del parametro entro il 15%,

42 ricevitori su 49 presentano una variazione percentuale del parametro entro il 10%,

33 ricevitori su 49 presentano una variazione percentuale del parametro entro il 5%.

(verifica effettuata alla frequenza campione di 1000 Hz)

Grafici di confronto tra i valori rilevati e simulati. Vengono riportate le medie delle zone significative del teatro: palcoscenico, platea, I ordine di palchi, II ordine di palchi, loggione.



Con la lettera “R” finale vengono indicate le curve relative ai rilievi, con “S” quelle relative alle simulazioni.

6.8.5 Risultati della simulazione e confronti: EDT - S01

RILIEVI: SORGENTE IN POSIZIONE S01

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	1,35	2,33	1,87	2,10	2,20	1,80	1,39	0,92
S01_02_P	8,32	2,16	2,31	2,45	2,22	1,85	1,52	1,01
S01_03_P	1,94	2,10	2,13	2,27	2,13	1,91	1,49	1,05
S01_04_P	1,70	2,00	2,36	2,26	2,24	1,93	1,56	1,04
S01_05_P	1,46	2,67	1,96	2,25	2,34	1,93	1,45	0,92
S01_06_P	2,02	1,94	2,04	2,28	2,11	1,89	1,36	0,93
S01_07_P	1,73	2,21	2,02	2,15	2,25	1,96	1,54	0,93
S01_08_P	1,47	2,16	2,06	2,19	2,06	1,75	1,40	0,89
S01_09_P	2,73	2,01	2,19	2,06	2,01	1,87	1,47	0,96
S01_10_P	2,03	2,38	2,10	2,49	2,24	1,87	1,46	0,82
S01_11_P	2,30	1,91	2,40	2,48	2,12	1,82	1,41	0,85
S01_12_P	1,87	1,88	1,85	2,39	2,09	1,68	1,31	0,80
S01_13_P	1,93	1,98	1,68	1,94	1,90	1,57	1,28	0,74
S01_14_P	1,41	2,01	2,24	2,14	2,17	1,74	1,42	0,85
S01_15_P	1,79	2,32	2,53	2,29	2,21	1,67	1,30	0,75
S01_16_P	2,23	1,62	2,18	2,36	1,89	1,76	1,14	0,70
S01_17_P	1,45	2,02	2,16	2,00	1,84	1,70	1,40	0,74
S01_18_P	1,03	1,59	2,06	2,36	2,17	1,70	1,31	0,75
S01_19_P	1,65	1,83	2,09	2,34	2,03	1,70	1,22	0,66
S01_20_P	2,53	1,98	2,19	2,29	2,05	1,60	1,21	0,66
S01_01_I_av	2,11	1,91	2,05	2,64	2,09	1,87	1,49	1,02
S01_02_I_av	1,31	2,64	1,97	2,11	2,09	1,85	1,48	0,91
S01_03_I_av	2,33	2,57	2,32	2,45	2,15	1,83	1,26	0,82
S01_04_I_av	2,65	2,70	2,41	2,41	2,19	1,75	1,35	0,86
S01_05_I_av	2,34	2,18	2,22	2,39	2,06	1,77	1,36	0,80
S01_06_I_av	2,53	2,48	2,04	2,21	2,21	1,70	1,24	0,70
S01_07_I_av	2,79	2,23	2,34	2,13	1,91	1,69	1,19	0,72
S01_01_II_av	2,06	2,75	2,72	2,41	2,01	1,85	1,57	1,05
S01_02_II_av	1,94	2,37	2,36	2,36	2,38	1,86	1,41	1,02
S01_03_II_av	2,48	2,64	2,39	2,29	2,28	1,93	1,49	0,99
S01_04_II_av	1,13	2,18	2,16	2,42	2,26	1,79	1,46	0,93
S01_05_II_av	1,95	2,03	2,16	2,24	2,17	1,90	1,41	0,81
S01_06_II_av	2,49	2,09	2,19	2,31	2,27	1,85	1,44	0,88
S01_07_II_av	2,78	1,90	2,03	2,12	2,24	1,67	1,31	0,68
S01_08_II_av	2,53	1,85	1,67	2,29	2,13	1,67	1,31	0,80
S01_09_II_av	1,83	2,33	1,92	2,15	2,15	1,75	1,44	0,78
S01_10_II_av	1,34	1,74	2,20	2,30	2,05	1,66	1,29	0,68
S01_01_L	1,90	1,62	1,78	1,90	1,83	1,50	1,32	0,78
S01_02_L	1,98	1,86	2,22	1,88	1,80	1,59	1,29	0,72
S01_03_L	1,82	2,82	2,32	2,20	2,03	1,71	1,25	0,84
S01_04_L	2,34	2,11	2,35	2,32	2,25	1,74	1,32	0,84
S01_05_L	2,01	2,58	2,14	2,16	2,20	1,83	1,44	0,91
S01_06_L	1,65	2,25	2,53	2,06	2,22	1,96	1,53	1,02
S01_01_Palco	1,03	2,33	2,24	1,85	1,69	1,52	1,30	0,90
S01_02_Palco	8,56	1,80	1,81	2,14	1,92	1,82	1,41	0,95
S01_03_Palco	1,93	2,51	1,73	1,73	1,92	1,62	1,26	0,83
S01_04_Palco	1,07	1,63	2,06	1,93	1,98	1,55	1,23	0,90
S01_05_Palco	7,59	2,26	2,01	2,32	1,84	1,71	1,42	0,92
S01_06_Palco	2,33	1,89	1,78	2,04	1,85	1,57	1,31	0,84

SIMULAZIONE: SORGENTE IN POSIZIONE S01

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	2,26	2,24	2,43	2,46	2,17	1,93	1,63	0,87
S01_02_P	2,37	2,36	2,29	2,31	2,29	1,79	1,42	0,75
S01_03_P	2,41	2,40	2,38	2,48	2,18	1,93	1,54	0,85
S01_04_P	2,17	2,18	2,15	2,23	2,26	1,77	1,49	0,68
S01_05_P	2,19	2,47	2,37	2,41	2,38	1,84	1,54	0,86
S01_06_P	2,36	2,35	2,24	2,32	2,36	1,81	1,55	0,88
S01_07_P	2,44	2,42	2,33	2,40	2,42	1,90	1,59	0,93
S01_08_P	2,27	2,27	2,24	2,34	2,09	1,89	1,56	0,83
S01_09_P	2,21	2,20	2,42	2,50	2,24	2,05	1,44	0,92
S01_10_P	2,37	2,37	2,30	2,39	2,39	1,81	1,56	0,88
S01_11_P	2,04	2,33	2,23	2,36	2,21	1,69	1,41	0,79
S01_12_P	2,13	2,41	2,32	2,43	2,24	1,69	1,39	0,76
S01_13_P	2,13	2,11	2,37	2,48	2,24	1,73	1,51	0,73
S01_14_P	2,26	2,24	2,16	2,23	2,25	2,00	1,36	0,76
S01_15_P	2,08	2,09	2,05	2,23	2,04	1,89	1,36	0,68
S01_16_P	2,24	2,18	2,09	2,07	2,21	1,63	0,96	0,46
S01_17_P	2,16	2,13	2,08	2,08	2,11	1,60	1,09	0,58
S01_18_P	2,13	2,11	2,34	2,31	2,00	1,76	1,20	0,67
S01_19_P	2,20	2,17	2,11	2,40	2,01	1,75	1,14	0,62
S01_20_P	2,26	2,22	2,08	2,09	2,15	1,58	1,05	0,52
S01_01_I_av	2,02	2,25	2,17	2,37	2,06	1,85	1,14	0,68
S01_02_I_av	2,03	2,29	2,22	2,17	2,12	1,87	1,19	0,66
S01_03_I_av	2,14	2,11	2,36	2,43	2,16	1,82	1,58	0,74
S01_04_I_av	2,07	2,37	2,31	2,44	2,05	1,97	1,43	0,78
S01_05_I_av	2,31	2,27	2,18	2,28	2,00	1,67	1,44	0,85
S01_06_I_av	2,29	2,23	2,11	2,19	2,22	1,86	1,33	0,78
S01_07_I_av	2,33	2,27	2,12	2,22	2,26	1,59	1,44	0,74
S01_01_II_av	2,29	2,25	2,19	2,46	2,19	1,90	1,67	0,73
S01_02_II_av	2,18	2,16	2,10	2,41	2,14	1,65	1,48	0,81
S01_03_II_av	2,25	2,24	2,48	2,28	2,29	1,99	1,46	0,87
S01_04_II_av	2,16	2,16	2,38	2,47	2,06	1,93	1,34	0,76
S01_05_II_av	1,93	2,26	2,17	2,37	2,04	1,66	1,19	0,68
S01_06_II_av	2,00	2,00	2,21	2,30	2,25	1,79	1,19	0,68
S01_07_II_av	2,22	2,20	2,39	2,45	2,04	1,86	1,25	0,73
S01_08_II_av	2,03	2,32	2,15	2,45	2,09	1,92	1,29	0,79
S01_09_II_av	2,18	2,16	2,33	2,35	2,02	1,89	1,18	0,78
S01_10_II_av	2,29	2,27	2,12	2,45	2,03	1,89	1,18	0,78
S01_01_L	2,00	2,01	2,32	2,46	2,23	1,69	1,44	0,76
S01_02_L	2,15	2,17	2,16	2,03	1,86	1,80	1,25	0,71
S01_03_L	2,24	2,31	2,32	2,21	2,03	1,92	1,33	0,78
S01_04_L	2,20	2,29	2,36	2,24	2,01	1,90	1,31	0,84
S01_05_L	2,20	2,22	2,45	2,53	2,31	1,84	1,58	0,89
S01_06_L	2,28	2,30	2,30	2,44	2,25	2,11	1,59	1,13
S01_01_Palco	1,73	1,88	1,88	1,83	1,80	1,14	0,79	0,44
S01_02_Palco	1,97	2,04	2,03	1,97	1,67	1,29	0,93	0,55
S01_03_Palco	1,77	1,78	1,83	1,84	1,81	1,46	1,01	0,62
S01_04_Palco	1,90	1,76	1,97	1,77	1,52	1,14	0,80	0,48
S01_05_Palco	2,02	2,06	1,77	1,78	1,77	1,40	0,99	0,60
S01_06_Palco	1,81	1,80	1,84	1,82	1,83	1,53	0,96	0,56

DIFFERENZE TRA VALORI RILEVATI E SIMULATI

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	-0,91	0,09	-0,56	-0,36	0,03	-0,13	-0,24	0,05
S01_02_P	5,95	-0,20	0,02	0,14	-0,07	0,05	0,10	0,26
S01_03_P	-0,47	-0,30	-0,26	-0,21	-0,05	-0,02	-0,05	0,20
S01_04_P	-0,47	-0,18	0,21	0,03	-0,02	0,16	0,07	0,36
S01_05_P	-0,73	0,20	-0,41	-0,16	-0,04	0,09	-0,09	0,06
S01_06_P	-0,34	-0,41	-0,20	-0,04	-0,25	0,08	-0,19	0,05
S01_07_P	-0,71	-0,21	-0,31	-0,25	-0,17	0,06	-0,05	0,00
S01_08_P	-0,80	-0,11	-0,18	-0,15	-0,03	-0,14	-0,16	0,06
S01_09_P	0,52	-0,19	-0,23	-0,44	-0,23	-0,18	0,03	0,04
S01_10_P	-0,34	0,01	-0,20	0,10	-0,15	0,06	-0,10	-0,06
S01_11_P	0,26	-0,42	0,17	0,12	-0,09	0,13	0,00	0,06
S01_12_P	-0,26	-0,53	-0,47	-0,04	-0,15	-0,01	-0,08	0,04
S01_13_P	-0,20	-0,13	-0,69	-0,54	-0,34	-0,16	-0,23	0,01
S01_14_P	-0,85	-0,23	0,08	-0,09	-0,08	-0,26	0,05	0,09
S01_15_P	-0,29	0,23	0,48	0,06	0,17	-0,22	-0,06	0,07
S01_16_P	-0,01	-0,57	0,09	0,29	-0,32	0,13	0,18	0,24
S01_17_P	-0,71	-0,11	0,08	-0,08	-0,27	0,10	0,31	0,16
S01_18_P	-1,10	-0,52	-0,28	0,05	0,17	-0,06	0,11	0,08
S01_19_P	-0,55	-0,34	-0,02	-0,06	0,02	-0,05	0,08	0,04
S01_20_P	0,27	-0,24	0,11	0,20	-0,10	0,02	0,16	0,14
S01_01_I_av	0,09	-0,34	-0,12	0,27	0,03	0,02	0,35	0,34
S01_02_I_av	-0,72	0,35	-0,25	-0,06	-0,03	-0,02	0,29	0,25
S01_03_I_av	0,19	0,46	-0,04	0,02	-0,01	0,01	-0,32	0,08
S01_04_I_av	0,58	0,33	0,10	-0,03	0,14	-0,23	-0,08	0,08
S01_05_I_av	0,03	-0,09	0,04	0,11	0,06	0,10	-0,08	-0,05
S01_06_I_av	0,24	0,25	-0,07	0,02	-0,01	-0,16	-0,09	-0,08
S01_07_I_av	0,46	-0,04	0,22	-0,09	-0,35	0,10	-0,25	-0,02
S01_01_II_av	-0,23	0,50	0,53	-0,05	-0,18	-0,05	-0,10	0,32
S01_02_II_av	-0,24	0,21	0,26	-0,05	0,24	0,21	-0,07	0,21
S01_03_II_av	0,23	0,40	-0,09	0,01	-0,01	-0,06	0,03	0,12
S01_04_II_av	-1,03	0,02	-0,22	-0,05	0,20	-0,14	0,12	0,17
S01_05_II_av	0,02	-0,23	-0,01	-0,13	0,13	0,24	0,22	0,13
S01_06_II_av	0,49	0,09	-0,02	0,01	0,02	0,06	0,25	0,20
S01_07_II_av	0,56	-0,31	-0,36	-0,33	0,20	-0,19	0,06	-0,05
S01_08_II_av	0,50	-0,47	-0,48	-0,16	0,04	-0,25	0,02	0,01
S01_09_II_av	-0,35	0,17	-0,41	-0,20	0,13	-0,14	0,26	-0,01
S01_10_II_av	-0,95	-0,53	0,08	-0,15	0,02	-0,23	0,11	-0,10
S01_01_L	-0,10	-0,39	-0,54	-0,56	-0,40	-0,19	-0,12	0,02
S01_02_L	-0,18	-0,31	0,06	-0,15	-0,06	-0,21	0,04	0,01
S01_03_L	-0,42	0,51	0,00	-0,01	0,00	-0,21	-0,08	0,06
S01_04_L	0,14	-0,18	-0,01	0,08	0,24	-0,16	0,01	0,00
S01_05_L	-0,19	0,36	-0,31	-0,37	-0,11	-0,01	-0,14	0,02
S01_06_L	-0,63	-0,05	0,23	-0,38	-0,03	-0,15	-0,06	-0,11
S01_01_Palco	-0,70	0,45	0,36	0,02	-0,11	0,38	0,51	0,46
S01_02_Palco	6,59	-0,24	-0,22	0,17	0,25	0,53	0,48	0,40
S01_03_Palco	0,16	0,73	-0,10	-0,11	0,11	0,16	0,25	0,21
S01_04_Palco	-0,84	-0,13	0,09	0,16	0,46	0,41	0,43	0,42
S01_05_Palco	5,57	0,20	0,24	0,54	0,07	0,31	0,43	0,32
S01_06_Palco	0,52	0,09	-0,06	0,22	0,02	0,04	0,35	0,28

Il numero totale di ricevitori è 49.

Dalla comparazione, risulta che:

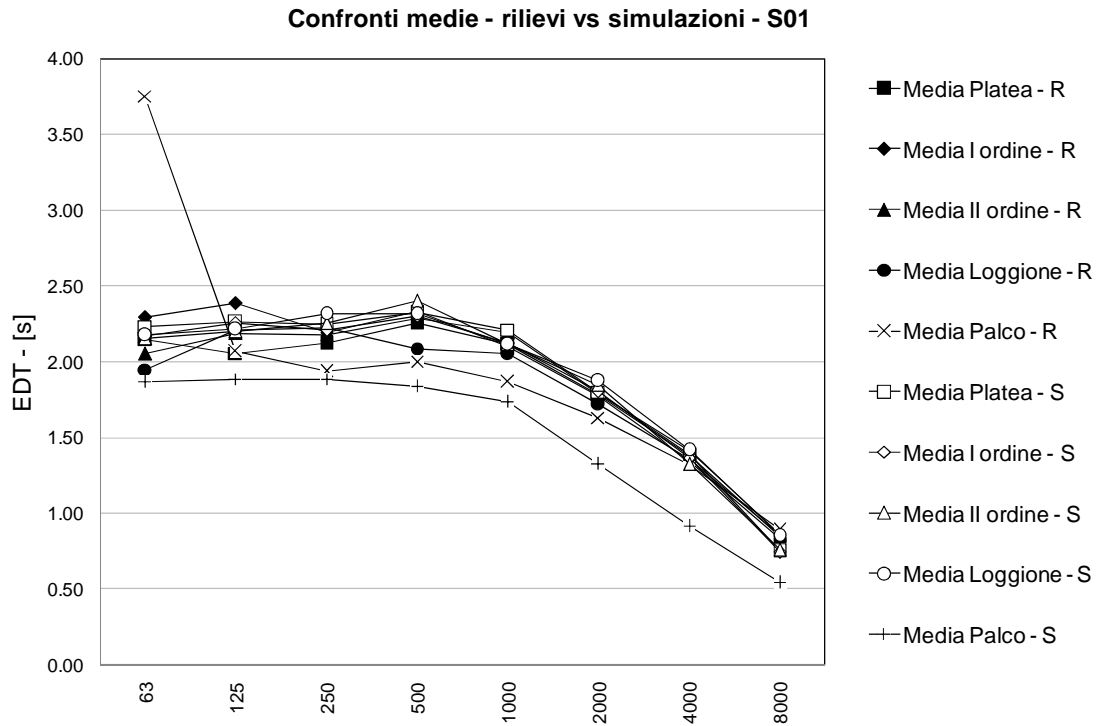
38 ricevitori su 49 presentano una variazione percentuale del parametro entro il 10%,

31 ricevitori su 49 presentano una variazione percentuale del parametro entro il 7%,

24 ricevitori su 49 presentano una variazione percentuale del parametro entro il 5%.

(verifica effettuata alla frequenza campione di 1000 Hz)

Grafici di confronto tra i valori rilevati e simulati. Vengono riportate le medie delle zone significative del teatro: palcoscenico, platea, I ordine di palchi, II ordine di palchi, loggione.



Con la lettera “R” finale vengono indicate le curve relative ai rilievi, con “S” quelle relative alle simulazioni.

6.8.6 Risultati della simulazione e confronti: EDT - S02

RILIEVI: SORGENTE IN POSIZIONE S02

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	1,91	2,37	2,33	2,21	2,21	1,87	1,54	1,02
S01_02_P	2,67	2,05	2,28	2,34	2,16	2,00	1,57	0,96
S01_03_P	2,18	2,24	2,41	2,32	2,18	1,80	1,52	1,01
S01_04_P	2,32	2,63	2,53	2,47	2,07	1,88	1,51	1,02
S01_05_P	1,79	2,68	2,33	2,32	2,32	1,89	1,59	1,06
S01_06_P	2,07	2,07	2,38	2,39	2,23	1,83	1,59	1,03
S01_07_P	2,02	2,46	2,04	2,18	2,26	2,03	1,51	1,00
S01_08_P	1,93	2,05	2,45	2,24	2,15	1,78	1,47	1,01
S01_09_P	2,64	2,30	3,00	2,36	2,25	1,88	1,57	1,01
S01_10_P	1,66	2,21	2,38	2,42	2,24	1,89	1,57	1,02
S01_11_P	1,93	1,95	1,94	2,36	2,25	1,90	1,48	0,93
S01_12_P	2,98	2,35	1,94	2,32	2,02	1,81	1,49	0,95
S01_13_P	2,19	2,08	2,41	2,14	2,03	1,75	1,39	0,97
S01_14_P	2,40	2,40	2,23	2,27	2,09	1,70	1,40	0,94
S01_15_P	2,94	1,78	2,06	2,60	2,03	1,90	1,52	0,94
S01_16_P	2,23	2,60	2,05	2,27	2,17	1,83	1,38	0,88
S01_17_P	2,73	2,42	2,08	2,36	2,11	1,86	1,46	0,95
S01_18_P	1,80	1,86	2,09	2,15	2,15	1,78	1,41	0,83
S01_19_P	3,88	1,36	2,14	2,18	2,06	1,88	1,46	0,86
S01_20_P	1,97	1,97	2,14	2,29	2,28	1,73	1,29	0,85
S01_01_I_av	2,38	2,30	2,09	2,46	2,24	1,69	1,53	1,09
S01_02_I_av	2,22	2,38	2,31	2,48	2,38	1,91	1,52	1,05
S01_03_I_av	3,35	3,03	2,15	2,58	2,48	2,03	1,59	1,03
S01_04_I_av	2,03	2,74	2,44	2,45	2,14	1,92	1,49	0,83
S01_05_I_av	1,37	2,47	2,35	2,54	2,08	1,85	1,45	0,89
S01_06_I_av	2,68	2,53	2,55	2,27	2,24	1,75	1,38	0,75
S01_07_I_av	2,03	1,99	2,57	2,66	2,06	1,75	1,39	0,85
S01_01_II_av	1,80	2,31	2,21	2,26	2,14	1,89	1,52	0,98
S01_02_II_av	1,69	2,45	2,20	2,61	2,26	1,96	1,55	0,92
S01_03_II_av	2,07	2,47	2,19	2,48	2,43	2,11	1,52	0,95
S01_04_II_av	2,06	2,38	2,16	2,31	2,31	1,98	1,54	0,95
S01_05_II_av	1,85	2,20	2,33	2,48	2,39	1,99	1,58	0,98
S01_06_II_av	2,28	2,48	2,73	2,67	2,20	2,05	1,52	0,94
S01_07_II_av	2,24	2,44	2,39	2,28	2,33	1,89	1,47	0,90
S01_08_II_av	11,36	1,82	2,00	2,30	2,09	1,98	1,58	0,89
S01_09_II_av	1,29	2,37	2,26	2,28	2,08	1,90	1,43	0,82
S01_10_II_av	2,00	1,69	2,38	2,09	2,13	1,75	1,36	0,84
S01_01_L	1,39	2,07	1,75	2,13	1,76	1,76	1,28	0,77
S01_02_L	2,51	2,05	2,06	2,11	1,79	1,59	1,20	0,81
S01_03_L	3,19	2,56	2,82	2,34	2,15	1,81	1,45	0,84
S01_04_L	2,10	2,66	2,59	2,29	2,18	1,79	1,32	0,85
S01_05_L	2,77	2,15	2,28	2,33	2,18	1,93	1,52	1,05
S01_06_L	2,78	2,58	2,57	2,46	2,25	2,01	1,46	1,01
S01_01_Palco	2,07	1,43	2,18	2,18	1,87	1,62	1,35	0,92
S01_02_Palco	1,57	2,16	2,26	1,73	1,79	1,56	1,31	0,86
S01_03_Palco	2,42	2,04	1,98	1,73	1,80	1,57	1,31	0,84
S01_04_Palco	2,13	1,48	2,12	2,04	2,01	1,54	1,33	0,89
S01_05_Palco	1,80	2,19	2,10	2,29	1,75	1,52	1,19	0,84
S01_06_Palco	2,56	2,12	1,75	2,00	1,85	1,77	1,34	0,91

SIMULAZIONE: SORGENTE IN POSIZIONE S02

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	2,42	2,40	2,38	2,50	2,22	1,93	1,53	0,93
S01_02_P	2,19	2,18	2,48	2,59	2,24	1,96	1,49	0,88
S01_03_P	2,26	2,25	2,30	2,50	2,23	1,98	1,57	0,89
S01_04_P	2,20	2,49	2,46	2,60	2,26	1,95	1,48	0,92
S01_05_P	2,31	2,32	2,28	2,43	2,13	1,85	1,49	0,86
S01_06_P	2,23	2,53	2,45	2,52	2,19	1,84	1,46	0,90
S01_07_P	2,38	2,38	2,38	2,51	2,20	1,91	1,48	0,98
S01_08_P	2,26	2,25	2,50	2,63	2,31	2,04	1,65	0,95
S01_09_P	2,32	2,32	2,31	2,47	2,15	1,85	1,42	0,91
S01_10_P	2,35	2,34	2,32	2,47	2,15	1,86	1,49	0,92
S01_11_P	2,40	2,38	2,30	2,40	2,12	1,89	1,56	0,95
S01_12_P	2,36	2,36	2,33	2,47	2,15	1,89	1,48	0,95
S01_13_P	2,36	2,34	2,32	2,46	2,13	1,87	1,48	0,94
S01_14_P	2,34	2,32	2,30	2,45	2,10	1,84	1,47	0,94
S01_15_P	2,13	2,44	2,37	2,46	2,17	1,95	1,29	0,92
S01_16_P	2,12	2,46	2,32	2,34	2,31	1,88	1,17	0,63
S01_17_P	2,15	2,11	2,40	2,45	2,07	1,79	1,48	0,78
S01_18_P	2,34	2,32	2,23	2,29	2,30	1,64	1,37	0,71
S01_19_P	1,99	2,35	2,31	2,34	2,28	1,97	1,30	0,66
S01_20_P	2,41	2,38	2,29	2,22	2,10	1,75	1,16	0,61
S01_01_I_av	2,21	2,33	2,30	2,52	2,21	1,89	1,55	0,75
S01_02_I_av	2,24	2,14	2,39	2,44	2,19	1,80	1,39	0,76
S01_03_I_av	2,35	2,33	2,37	2,44	2,38	1,89	1,33	0,84
S01_04_I_av	2,12	2,42	2,40	2,54	2,20	1,77	1,44	0,82
S01_05_I_av	2,40	2,38	2,30	2,38	2,35	1,95	1,28	0,85
S01_06_I_av	2,16	2,11	2,34	2,44	2,09	1,68	1,47	0,78
S01_07_I_av	2,28	2,23	2,44	2,49	2,18	1,88	1,31	0,71
S01_01_II_av	2,11	2,37	2,36	2,38	2,13	2,04	1,42	0,83
S01_02_II_av	2,16	2,45	2,39	2,45	2,20	1,87	1,54	0,83
S01_03_II_av	2,45	2,44	2,36	2,40	2,14	2,04	1,62	0,88
S01_04_II_av	2,26	2,19	2,43	2,51	2,28	1,96	1,23	0,80
S01_05_II_av	2,33	2,27	2,47	2,24	2,33	1,67	1,31	0,83
S01_06_II_av	2,09	2,36	2,50	2,41	2,06	2,02	1,26	0,80
S01_07_II_av	2,11	2,38	2,46	2,36	2,03	1,89	1,56	0,81
S01_08_II_av	2,19	2,15	2,28	2,23	2,16	1,95	1,26	0,84
S01_09_II_av	2,08	2,06	2,25	2,26	2,23	1,75	1,51	0,82
S01_10_II_av	2,30	2,27	2,41	2,40	2,31	1,75	1,42	0,75
S01_01_L	2,29	2,28	2,18	2,27	2,05	1,87	1,20	0,67
S01_02_L	2,15	2,15	1,99	2,26	2,20	1,68	1,19	0,68
S01_03_L	2,21	2,24	2,20	2,32	2,32	1,72	1,37	0,86
S01_04_L	2,42	2,49	2,54	2,38	2,12	1,84	1,39	0,92
S01_05_L	2,26	2,28	2,30	2,45	2,28	1,97	1,37	1,01
S01_06_L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S01_01_Palco	1,70	1,80	1,91	1,84	1,53	1,19	0,87	0,53
S01_02_Palco	1,81	1,90	1,71	1,84	1,54	1,10	0,78	0,49
S01_03_Palco	1,85	1,90	1,77	1,88	1,62	1,14	0,85	0,51
S01_04_Palco	1,80	1,87	1,93	1,70	1,69	1,40	0,91	0,55
S01_05_Palco	1,88	1,71	1,86	1,92	1,60	1,15	0,84	0,51
S01_06_Palco	1,97	1,70	1,65	1,75	1,52	1,14	0,85	0,52

DIFFERENZE TRA VALORI RILEVATI E SIMULATI

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	-0,51	-0,03	-0,05	-0,29	-0,01	-0,06	0,01	0,09
S01_02_P	0,48	-0,13	-0,20	-0,25	-0,08	0,04	0,08	0,08
S01_03_P	-0,08	-0,01	0,11	-0,18	-0,05	-0,18	-0,05	0,12
S01_04_P	0,12	0,14	0,07	-0,13	-0,19	-0,07	0,03	0,10
S01_05_P	-0,52	0,36	0,05	-0,11	0,19	0,04	0,10	0,20
S01_06_P	-0,16	-0,46	-0,07	-0,13	0,04	-0,01	0,13	0,13
S01_07_P	-0,36	0,08	-0,34	-0,33	0,06	0,12	0,03	0,02
S01_08_P	-0,33	-0,20	-0,05	-0,39	-0,16	-0,26	-0,18	0,06
S01_09_P	0,32	-0,02	0,69	-0,11	0,10	0,03	0,15	0,10
S01_10_P	-0,69	-0,13	0,06	-0,05	0,09	0,03	0,08	0,10
S01_11_P	-0,47	-0,43	-0,36	-0,04	0,13	0,01	-0,08	-0,02
S01_12_P	0,62	-0,01	-0,39	-0,15	-0,13	-0,08	0,01	0,00
S01_13_P	-0,17	-0,26	0,09	-0,32	-0,10	-0,12	-0,09	0,03
S01_14_P	0,06	0,08	-0,07	-0,19	-0,01	-0,14	-0,07	0,00
S01_15_P	0,81	-0,66	-0,31	0,14	-0,14	-0,05	0,23	0,02
S01_16_P	0,11	0,14	-0,27	-0,07	-0,14	-0,05	0,21	0,25
S01_17_P	0,58	0,31	-0,32	-0,09	0,04	0,07	-0,02	0,17
S01_18_P	-0,54	-0,46	-0,14	-0,14	-0,15	0,14	0,04	0,12
S01_19_P	1,89	-0,99	-0,17	-0,16	-0,22	-0,09	0,16	0,20
S01_20_P	-0,44	-0,41	-0,15	0,07	0,18	-0,02	0,13	0,24
S01_01_I_av	0,17	-0,03	-0,21	-0,06	0,03	-0,20	-0,02	0,34
S01_02_I_av	-0,02	0,24	-0,08	0,04	0,19	0,11	0,13	0,29
S01_03_I_av	1,00	0,70	-0,22	0,14	0,10	0,14	0,26	0,19
S01_04_I_av	-0,09	0,32	0,04	-0,09	-0,06	0,15	0,05	0,01
S01_05_I_av	-1,03	0,09	0,05	0,16	-0,27	-0,11	0,17	0,04
S01_06_I_av	0,52	0,42	0,21	-0,17	0,15	0,07	-0,09	-0,03
S01_07_I_av	-0,25	-0,24	0,13	0,17	-0,12	-0,13	0,08	0,14
S01_01_II_av	-0,31	-0,06	-0,15	-0,12	0,01	-0,15	0,10	0,15
S01_02_II_av	-0,47	0,00	-0,19	0,16	0,06	0,09	0,01	0,09
S01_03_II_av	-0,38	0,03	-0,17	0,08	0,29	0,07	-0,10	0,07
S01_04_II_av	-0,20	0,19	-0,27	-0,20	0,03	0,02	0,31	0,15
S01_05_II_av	-0,48	-0,07	-0,14	0,24	0,06	0,32	0,27	0,15
S01_06_II_av	0,19	0,12	0,23	0,26	0,14	0,03	0,26	0,14
S01_07_II_av	0,13	0,06	-0,07	-0,08	0,30	0,00	-0,09	0,09
S01_08_II_av	9,17	-0,33	-0,28	0,07	-0,07	0,03	0,32	0,05
S01_09_II_av	-0,79	0,31	0,01	0,02	-0,15	0,15	-0,08	0,00
S01_10_II_av	-0,30	-0,58	-0,03	-0,31	-0,18	0,00	-0,06	0,09
S01_01_L	-0,90	-0,21	-0,43	-0,14	-0,29	-0,12	0,08	0,10
S01_02_L	0,36	-0,10	0,07	-0,15	-0,41	-0,09	0,01	0,13
S01_03_L	0,98	0,32	0,62	0,02	-0,17	0,09	0,08	-0,02
S01_04_L	-0,32	0,17	0,05	-0,09	0,06	-0,05	-0,07	-0,07
S01_05_L	0,51	-0,13	-0,02	-0,12	-0,10	-0,04	0,15	0,04
S01_06_L	2,78	2,58	2,57	2,46	2,25	2,01	1,46	1,01
S01_01_Palco	0,37	-0,37	0,27	0,34	0,34	0,43	0,48	0,39
S01_02_Palco	-0,24	0,26	0,55	-0,11	0,25	0,46	0,53	0,37
S01_03_Palco	0,57	0,14	0,21	-0,15	0,18	0,43	0,46	0,33
S01_04_Palco	0,33	-0,39	0,19	0,34	0,32	0,14	0,42	0,34
S01_05_Palco	-0,08	0,48	0,24	0,37	0,15	0,37	0,35	0,33
S01_06_Palco	0,59	0,42	0,10	0,25	0,33	0,63	0,49	0,39

Il numero totale di ricevitori è 49.

Dalla comparazione, risulta che:

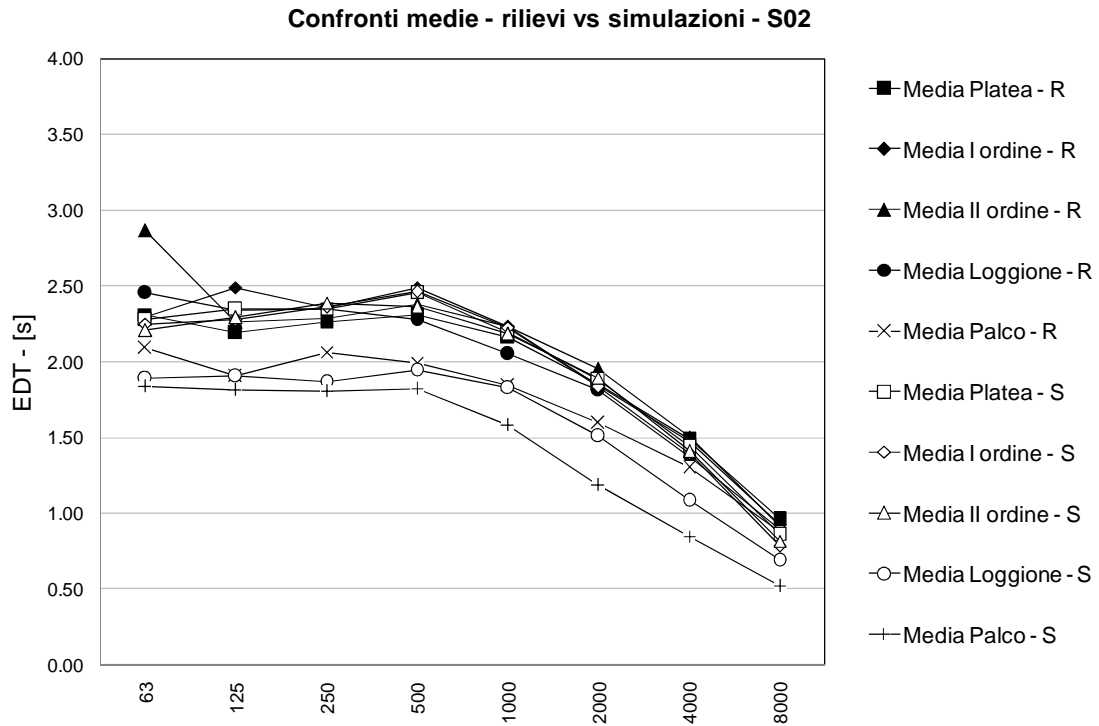
38 ricevitori su 49 presentano una variazione percentuale del parametro entro il 10%,

27 ricevitori su 49 presentano una variazione percentuale del parametro entro il 7%,

20 ricevitori su 49 presentano una variazione percentuale del parametro entro il 5%.

(verifica effettuata alla frequenza campione di 1000 Hz)

Grafici di confronto tra i valori rilevati e simulati. Vengono riportate le medie delle zone significative del teatro: palcoscenico, platea, I ordine di palchi, II ordine di palchi, loggione.



Con la lettera “R” finale vengono indicate le curve relative ai rilievi, con “S” quelle relative alle simulazioni.

6.8.7 Risultati della simulazione e confronti: T_{30} - S01

RILIEVI: SORGENTE IN POSIZIONE S01

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	2,23	2,08	2,24	2,27	1,95	1,70	1,33	0,84
S01_02_P	14,12	2,12	2,08	2,18	2,05	1,72	1,32	0,84
S01_03_P	1,98	2,21	2,05	2,20	1,99	1,69	1,33	0,85
S01_04_P	1,46	2,09	2,15	2,27	1,94	1,71	1,31	0,84
S01_05_P	2,29	1,98	2,19	2,18	2,04	1,69	1,32	0,85
S01_06_P	1,75	2,08	2,20	2,18	1,96	1,69	1,32	0,84
S01_07_P	2,14	2,08	2,34	2,21	1,96	1,68	1,33	0,84
S01_08_P	2,52	1,99	2,07	2,24	2,04	1,72	1,32	0,83
S01_09_P	1,91	2,05	2,25	2,12	2,04	1,72	1,34	0,87
S01_10_P	2,16	2,18	2,26	2,17	1,97	1,68	1,32	0,85
S01_11_P	2,01	2,29	2,03	2,18	2,01	1,67	1,34	0,83
S01_12_P	1,41	1,99	2,19	2,18	1,96	1,70	1,32	0,85
S01_13_P	3,30	2,15	2,03	2,15	2,00	1,68	1,31	0,84
S01_14_P	1,54	2,14	2,09	2,16	1,92	1,69	1,32	0,85
S01_15_P	2,33	2,07	2,06	2,17	1,97	1,70	1,34	0,84
S01_16_P	3,01	2,25	2,16	2,09	2,00	1,64	1,35	0,84
S01_17_P	1,65	1,97	2,12	2,19	2,01	1,68	1,31	0,83
S01_18_P	3,18	2,02	2,02	2,17	1,89	1,65	1,33	0,84
S01_19_P	1,57	2,23	2,11	2,14	1,99	1,69	1,33	0,82
S01_20_P	1,97	2,14	2,10	2,16	2,03	1,72	1,29	0,85
S01_01_I_av	2,22	2,13	2,02	2,15	1,98	1,65	1,31	0,82
S01_02_I_av	3,70	2,28	2,18	2,19	2,04	1,69	1,31	0,82
S01_03_I_av	4,21	2,23	2,11	2,12	1,96	1,70	1,32	0,81
S01_04_I_av	2,66	2,11	2,07	2,21	2,01	1,67	1,31	0,81
S01_05_I_av	13,15	2,28	2,19	2,18	2,00	1,72	1,31	0,82
S01_06_I_av	1,59	1,96	2,19	2,22	1,95	1,67	1,30	0,83
S01_07_I_av	2,01	2,13	2,14	2,28	2,03	1,69	1,31	0,81
S01_01_II_av	9,98	1,98	2,03	2,21	2,03	1,71	1,33	0,84
S01_02_II_av	2,16	2,11	2,17	2,18	1,99	1,74	1,33	0,82
S01_03_II_av	7,07	2,27	2,14	2,18	1,96	1,68	1,33	0,86
S01_04_II_av	1,58	2,13	2,27	2,17	1,98	1,70	1,36	0,83
S01_05_II_av	2,35	2,05	2,15	2,19	2,08	1,70	1,32	0,83
S01_06_II_av	2,78	1,99	2,14	2,07	2,02	1,68	1,35	0,83
S01_07_II_av	2,00	2,33	2,15	2,14	2,01	1,75	1,32	0,82
S01_08_II_av	2,51	2,21	2,27	2,25	2,02	1,68	1,33	0,81
S01_09_II_av	1,97	2,15	2,18	2,27	1,99	1,72	1,30	0,85
S01_10_II_av	2,05	2,13	2,07	2,28	2,08	1,68	1,32	0,84
S01_01_L	2,05	1,95	2,13	2,15	2,02	1,70	1,34	0,84
S01_02_L	2,05	2,04	1,96	2,16	1,98	1,71	1,32	0,84
S01_03_L	4,15	2,17	2,17	2,28	2,00	1,70	1,33	0,83
S01_04_L	2,44	2,00	2,27	2,22	1,99	1,70	1,34	0,83
S01_05_L	2,15	2,22	2,14	2,24	2,01	1,69	1,31	0,83
S01_06_L	1,22	2,28	2,20	2,25	2,01	1,71	1,31	0,84
S01_01_Palco	1,62	2,35	2,11	2,21	1,92	1,65	1,27	0,80
S01_02_Palco	12,77	1,97	2,20	2,06	1,94	1,66	1,29	0,83
S01_03_Palco	1,52	2,03	2,16	2,16	1,97	1,67	1,31	0,82
S01_04_Palco	1,24	2,11	2,09	2,17	1,95	1,64	1,31	0,83
S01_05_Palco	18,94	1,94	2,13	2,15	2,03	1,70	1,30	0,83
S01_06_Palco	1,61	2,37	2,19	2,23	1,97	1,68	1,31	0,83

SIMULAZIONE: SORGENTE IN POSIZIONE S01

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	1,92	2,08	1,99	2,17	1,99	1,66	1,20	0,86
S01_02_P	2,09	1,97	2,13	2,14	1,98	1,68	1,26	0,82
S01_03_P	2,10	1,95	2,12	2,28	2,10	1,66	1,36	0,79
S01_04_P	1,99	2,15	2,04	2,19	2,00	1,61	1,29	0,86
S01_05_P	2,08	2,10	2,14	2,16	1,99	1,57	1,36	0,76
S01_06_P	2,05	2,06	2,11	2,12	1,96	1,63	1,20	0,82
S01_07_P	2,05	2,06	2,10	2,12	2,09	1,65	1,18	0,83
S01_08_P	2,10	2,10	2,13	2,16	2,12	1,68	1,25	0,81
S01_09_P	1,93	2,09	2,00	2,17	1,99	1,67	1,34	0,85
S01_10_P	2,09	1,98	2,19	2,19	2,01	1,70	1,24	0,70
S01_11_P	2,07	2,09	2,12	2,29	1,95	1,69	1,24	0,78
S01_12_P	1,96	2,12	2,14	2,16	1,96	1,70	1,40	0,82
S01_13_P	2,00	2,15	2,03	2,18	1,99	1,71	1,28	0,80
S01_14_P	2,08	2,09	2,13	2,15	1,96	1,68	1,27	0,78
S01_15_P	2,03	2,04	2,07	2,22	2,03	1,74	1,20	0,67
S01_16_P	2,05	2,08	2,10	2,25	2,06	1,72	1,23	0,77
S01_17_P	2,05	2,07	2,08	2,23	2,04	1,69	1,27	0,75
S01_18_P	1,96	2,11	2,01	2,17	2,13	1,63	1,33	0,81
S01_19_P	2,08	2,09	2,13	2,15	2,03	1,65	1,23	0,70
S01_20_P	2,11	2,12	2,17	2,16	2,05	1,69	1,29	0,82
S01_01_I_av	2,02	2,14	2,06	2,22	2,00	1,62	1,29	0,83
S01_02_I_av	2,00	2,17	2,09	2,09	2,04	1,71	1,30	0,82
S01_03_I_av	1,95	2,12	2,01	2,26	1,97	1,58	1,20	0,77
S01_04_I_av	2,08	2,09	2,07	2,20	2,04	1,60	1,18	0,67
S01_05_I_av	2,10	1,95	2,14	2,12	2,12	1,66	1,18	0,70
S01_06_I_av	1,93	2,10	2,05	2,17	2,00	1,61	1,36	0,75
S01_07_I_av	2,07	2,12	2,18	2,16	2,11	1,63	1,34	0,88
S01_01_II_av	2,07	2,09	2,11	2,18	2,01	1,71	1,37	0,80
S01_02_II_av	2,02	2,02	2,05	2,21	1,94	1,66	1,29	0,82
S01_03_II_av	2,05	2,08	2,12	2,24	2,00	1,63	1,34	0,85
S01_04_II_av	2,01	2,07	2,02	2,21	1,98	1,77	1,25	0,75
S01_05_II_av	2,08	2,06	2,10	2,08	1,99	1,62	1,18	0,85
S01_06_II_av	2,04	2,19	2,11	2,10	1,97	1,77	1,38	0,77
S01_07_II_av	2,08	1,99	2,06	2,25	2,03	1,72	1,35	0,75
S01_08_II_av	2,03	1,93	2,16	2,21	1,97	1,64	1,35	0,71
S01_09_II_av	1,98	2,03	2,14	2,20	1,97	1,69	1,24	0,72
S01_10_II_av	2,08	2,10	2,00	2,05	1,99	1,68	1,28	0,72
S01_01_L	2,00	2,16	2,05	2,18	2,02	1,64	1,23	0,83
S01_02_L	1,97	2,01	2,19	2,20	2,02	1,80	1,23	0,72
S01_03_L	2,13	2,03	2,06	2,24	1,99	1,74	1,25	0,79
S01_04_L	2,17	2,11	2,07	2,24	2,03	1,76	1,23	0,74
S01_05_L	2,06	2,04	2,07	2,18	1,99	1,64	1,31	0,76
S01_06_L	2,05	2,03	2,16	2,14	2,02	1,67	1,21	0,67
S01_01_Palco	2,12	2,12	2,06	2,21	1,94	1,66	1,27	0,71
S01_02_Palco	2,03	2,16	2,11	2,15	1,94	1,59	1,19	0,77
S01_03_Palco	2,04	2,04	1,99	2,06	1,96	1,62	1,22	0,76
S01_04_Palco	1,98	1,98	2,02	2,14	1,94	1,62	1,18	0,73
S01_05_Palco	2,02	2,13	2,08	2,14	1,94	1,63	1,20	0,77
S01_06_Palco	2,02	2,13	1,97	2,15	1,96	1,63	1,21	0,70

DIFFERENZE TRA VALORI RILEVATI E SIMULATI

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	0,31	0,00	0,25	0,10	-0,04	0,04	0,13	-0,02
S01_02_P	12,03	0,15	-0,05	0,04	0,07	0,04	0,06	0,02
S01_03_P	-0,12	0,26	-0,07	-0,08	-0,11	0,03	-0,03	0,06
S01_04_P	-0,53	-0,06	0,11	0,08	-0,07	0,10	0,02	-0,02
S01_05_P	0,21	-0,12	0,05	0,02	0,05	0,12	-0,04	0,09
S01_06_P	-0,30	0,02	0,09	0,06	0,00	0,06	0,12	0,02
S01_07_P	0,09	0,02	0,24	0,09	-0,13	0,03	0,15	0,01
S01_08_P	0,42	-0,11	-0,06	0,08	-0,08	0,04	0,07	0,02
S01_09_P	-0,02	-0,04	0,25	-0,05	0,05	0,05	0,00	0,02
S01_10_P	0,07	0,20	0,07	-0,02	-0,04	-0,02	0,08	0,15
S01_11_P	-0,06	0,20	-0,09	-0,11	0,06	-0,02	0,10	0,05
S01_12_P	-0,55	-0,13	0,05	0,02	0,00	0,00	-0,08	0,03
S01_13_P	1,30	0,00	0,00	-0,04	0,01	-0,03	0,03	0,04
S01_14_P	-0,54	0,05	-0,04	0,01	-0,04	0,01	0,05	0,07
S01_15_P	0,30	0,03	-0,01	-0,05	-0,06	-0,04	0,14	0,17
S01_16_P	0,96	0,17	0,06	-0,16	-0,06	-0,08	0,12	0,07
S01_17_P	-0,41	-0,10	0,04	-0,04	-0,03	-0,01	0,04	0,08
S01_18_P	1,22	-0,09	0,01	0,00	-0,24	0,02	0,00	0,03
S01_19_P	-0,51	0,14	-0,02	-0,01	-0,04	0,04	0,10	0,12
S01_20_P	-0,14	0,02	-0,07	0,00	-0,02	0,03	0,00	0,03
S01_01_I_av	0,20	-0,01	-0,04	-0,07	-0,02	0,03	0,02	-0,01
S01_02_I_av	1,70	0,11	0,09	0,10	0,00	-0,02	0,01	0,00
S01_03_I_av	2,26	0,11	0,10	-0,14	-0,01	0,12	0,12	0,04
S01_04_I_av	0,58	0,02	0,00	0,01	-0,04	0,07	0,13	0,14
S01_05_I_av	11,05	0,33	0,05	0,06	-0,13	0,06	0,13	0,12
S01_06_I_av	-0,34	-0,14	0,14	0,05	-0,05	0,06	-0,06	0,08
S01_07_I_av	-0,06	0,01	-0,04	0,12	-0,08	0,06	-0,03	-0,07
S01_01_II_av	7,91	-0,11	-0,08	0,03	0,02	0,00	-0,04	0,04
S01_02_II_av	0,14	0,09	0,12	-0,03	0,05	0,08	0,04	0,00
S01_03_II_av	5,02	0,19	0,02	-0,06	-0,04	0,05	-0,02	0,01
S01_04_II_av	-0,43	0,06	0,25	-0,04	0,00	-0,07	0,11	0,08
S01_05_II_av	0,27	-0,01	0,05	0,11	0,09	0,08	0,14	-0,02
S01_06_II_av	0,74	-0,20	0,03	-0,03	0,05	-0,09	-0,03	0,06
S01_07_II_av	-0,08	0,34	0,09	-0,11	-0,02	0,02	-0,03	0,07
S01_08_II_av	0,48	0,28	0,11	0,04	0,05	0,04	-0,02	0,10
S01_09_II_av	-0,01	0,12	0,04	0,07	0,02	0,03	0,06	0,13
S01_10_II_av	-0,03	0,03	0,07	0,23	0,09	0,00	0,04	0,12
S01_01_L	0,05	-0,22	0,08	-0,03	0,00	0,06	0,11	0,01
S01_02_L	0,08	0,03	-0,23	-0,05	-0,04	-0,09	0,09	0,12
S01_03_L	2,02	0,14	0,11	0,04	0,01	-0,04	0,08	0,04
S01_04_L	0,27	-0,11	0,20	-0,02	-0,04	-0,06	0,11	0,09
S01_05_L	0,09	0,18	0,07	0,06	0,02	0,05	0,00	0,07
S01_06_L	-0,83	0,25	0,04	0,11	-0,01	0,04	0,10	0,17
S01_01_Palco	-0,50	0,23	0,05	0,00	-0,02	-0,01	0,00	0,09
S01_02_Palco	10,74	-0,19	0,09	-0,09	0,00	0,07	0,10	0,06
S01_03_Palco	-0,52	-0,01	0,17	0,10	0,01	0,05	0,09	0,06
S01_04_Palco	-0,74	0,13	0,07	0,03	0,01	0,02	0,13	0,10
S01_05_Palco	16,92	-0,19	0,05	0,01	0,09	0,07	0,10	0,06
S01_06_Palco	-0,41	0,24	0,22	0,08	0,01	0,05	0,10	0,13

Il numero totale di ricevitori è 49.

Dalla comparazione, risulta che:

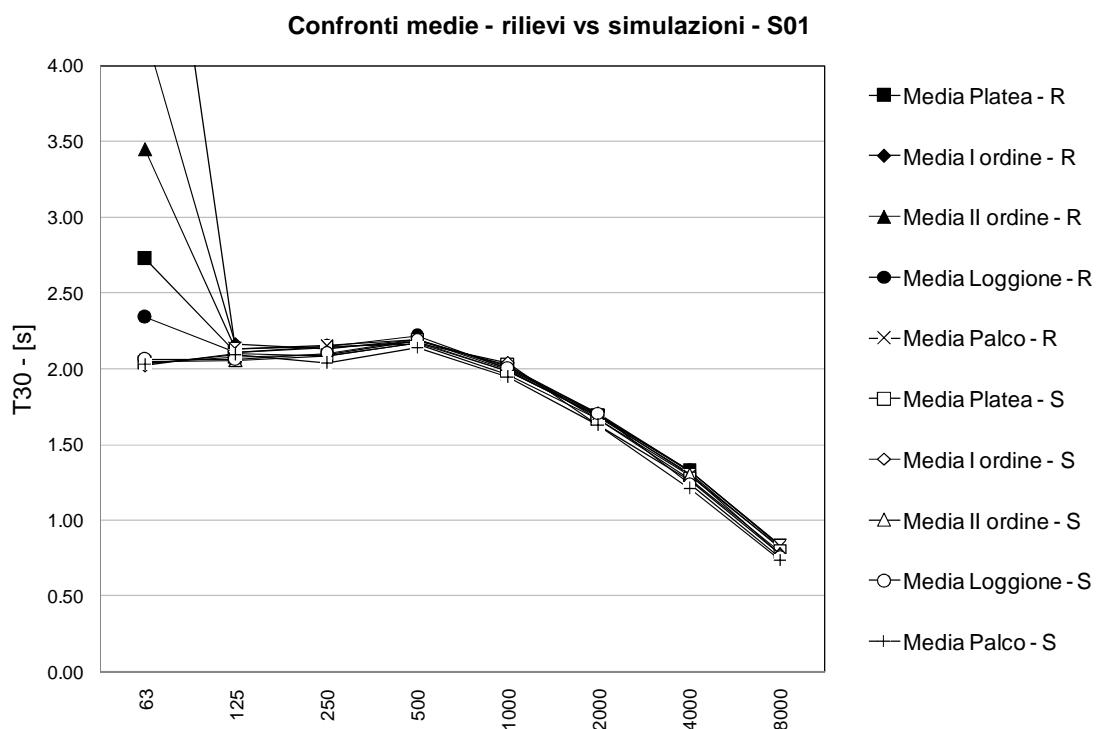
48 ricevitori su 49 presentano una variazione percentuale del parametro entro il 10%,

48 ricevitori su 49 presentano una variazione percentuale del parametro entro il 7%,

45 ricevitori su 49 presentano una variazione percentuale del parametro entro il 5%.

(verifica effettuata alla frequenza campione di 1000 Hz)

Grafici di confronto tra i valori rilevati e simulati. Vengono riportate le medie delle zone significative del teatro: palcoscenico, platea, I ordine di palchi, II ordine di palchi, loggione.



Con la lettera “R” finale vengono indicate le curve relative ai rilievi, con “S” quelle relative alle simulazioni.

6.8.8 Risultati della simulazione e confronti: T₃₀ - S02

RILIEVI: SORGENTE IN POSIZIONE S02

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	2,10	2,06	2,24	2,17	1,95	1,69	1,34	0,86
S01_02_P	2,08	2,15	2,04	28,43	2,04	1,69	1,33	0,87
S01_03_P	1,76	2,00	2,17	2,22	2,00	1,72	1,34	0,86
S01_04_P	2,27	2,07	2,12	2,19	2,05	1,72	1,37	0,87
S01_05_P	1,78	2,07	2,14	2,13	1,99	1,68	1,34	0,86
S01_06_P	1,92	2,29	2,18	2,18	2,07	1,70	1,36	0,87
S01_07_P	1,84	2,34	2,22	2,20	1,98	1,71	1,35	0,87
S01_08_P	1,90	2,16	2,01	2,18	2,01	1,68	1,32	0,85
S01_09_P	1,97	2,24	2,13	2,19	2,07	1,73	1,33	0,85
S01_10_P	2,26	2,08	2,14	2,14	1,95	1,74	1,34	0,85
S01_11_P	2,51	2,20	2,21	2,29	2,02	1,69	1,35	0,84
S01_12_P	2,36	2,16	2,23	2,19	2,01	1,67	1,33	0,83
S01_13_P	2,18	1,98	1,91	2,20	2,01	1,71	1,31	0,84
S01_14_P	2,60	2,21	2,29	2,27	2,07	1,74	1,33	0,84
S01_15_P	1,35	2,28	2,22	2,11	2,03	1,72	1,30	0,85
S01_16_P	1,97	2,07	2,19	2,19	2,01	1,72	1,34	0,85
S01_17_P	1,89	2,10	2,11	2,24	2,05	1,68	1,32	0,83
S01_18_P	1,93	1,99	2,07	2,24	2,03	1,70	1,33	0,84
S01_19_P	1,86	2,42	2,21	2,23	2,02	1,72	1,32	0,85
S01_20_P	1,58	2,07	2,23	2,24	2,01	1,70	1,36	0,85
S01_01_I_av	2,75	2,28	2,27	2,20	1,97	1,71	1,34	0,84
S01_02_I_av	1,36	2,07	2,18	2,22	2,01	1,71	1,32	0,85
S01_03_I_av	4,18	1,97	2,28	2,25	2,03	1,72	1,33	0,83
S01_04_I_av	2,29	2,19	2,14	2,16	2,09	1,73	1,33	0,84
S01_05_I_av	4,57	1,86	2,15	2,19	2,01	1,70	1,34	0,85
S01_06_I_av	2,07	2,19	2,19	2,23	2,00	1,72	1,29	0,84
S01_07_I_av	1,99	2,42	2,18	2,14	2,03	1,70	1,30	0,84
S01_01_II_av	1,00	2,04	2,22	2,19	2,00	1,72	1,32	0,83
S01_02_II_av	2,44	2,16	2,28	2,18	1,97	1,72	1,33	0,85
S01_03_II_av	3,03	2,29	2,05	2,27	1,99	1,70	1,35	0,86
S01_04_II_av	2,46	2,20	2,20	2,19	1,99	1,73	1,35	0,87
S01_05_II_av	1,78	2,26	2,28	2,22	2,08	1,73	1,35	0,86
S01_06_II_av	1,76	1,92	2,26	2,08	2,07	1,72	1,36	0,85
S01_07_II_av	1,66	2,28	2,22	2,17	1,98	1,68	1,35	0,86
S01_08_II_av	14,71	2,29	2,24	2,07	2,05	1,67	1,32	0,85
S01_09_II_av	1,79	2,19	2,22	2,21	2,03	1,70	1,33	0,85
S01_10_II_av	1,56	2,20	2,08	2,16	2,01	1,74	1,34	0,84
S01_01_L	2,61	2,12	2,01	2,16	2,02	1,68	1,32	0,85
S01_02_L	2,39	1,91	2,10	2,15	1,98	1,69	1,33	0,85
S01_03_L	2,35	2,16	2,19	2,26	2,03	1,71	1,36	0,85
S01_04_L	1,67	2,16	2,11	2,14	2,05	1,71	1,35	0,85
S01_05_L	1,30	2,10	2,19	2,11	2,03	1,70	1,33	0,84
S01_06_L	6,49	1,98	2,15	2,22	1,94	1,73	1,35	0,86
S01_01_Palco	1,65	2,42	2,14	2,10	1,92	1,64	1,29	0,82
S01_02_Palco	2,00	2,11	2,19	2,19	1,98	1,68	1,26	0,78
S01_03_Palco	1,79	2,25	2,11	2,21	1,98	1,69	1,31	0,81
S01_04_Palco	2,20	2,24	2,18	2,15	1,97	1,67	1,30	0,82
S01_05_Palco	15,71	2,09	2,13	2,12	1,93	1,66	1,29	0,81
S01_06_Palco	1,91	2,23	2,21	2,21	2,03	1,62	1,31	0,81

SIMULAZIONE: SORGENTE IN POSIZIONE S02

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	2,06	2,05	2,07	2,07	2,06	1,61	1,24	0,82
S01_02_P	2,10	2,09	2,09	2,23	2,07	1,75	1,24	0,81
S01_03_P	2,05	2,05	2,10	2,24	2,07	1,76	1,23	0,80
S01_04_P	2,03	2,04	2,08	2,24	2,06	1,60	1,37	0,80
S01_05_P	2,07	2,08	1,98	2,13	1,95	1,61	1,24	0,80
S01_06_P	2,01	2,17	2,05	2,09	2,03	1,73	1,39	0,83
S01_07_P	2,19	2,02	2,21	2,07	2,04	1,57	1,38	0,80
S01_08_P	2,01	2,17	2,06	2,19	2,01	1,74	1,24	0,81
S01_09_P	1,98	2,02	2,23	2,07	1,89	1,59	1,40	0,82
S01_10_P	2,11	2,13	2,19	2,05	1,86	1,59	1,22	0,82
S01_11_P	2,17	2,02	2,22	2,10	1,88	1,56	1,23	0,81
S01_12_P	2,06	2,06	2,10	2,13	1,92	1,54	1,23	0,79
S01_13_P	2,06	2,05	2,09	2,10	1,91	1,55	1,22	0,64
S01_14_P	2,18	2,05	2,08	2,08	1,90	1,57	1,23	0,64
S01_15_P	2,02	2,18	2,07	2,08	2,05	1,77	1,25	0,81
S01_16_P	2,05	2,23	2,12	2,12	2,04	1,65	1,37	0,78
S01_17_P	2,05	2,22	2,10	2,25	2,04	1,56	1,29	0,85
S01_18_P	2,06	2,08	2,10	2,11	1,93	1,75	1,18	0,79
S01_19_P	2,01	2,05	2,10	2,14	2,04	1,77	1,22	0,84
S01_20_P	2,07	2,08	2,12	2,29	2,11	1,65	1,35	0,94
S01_01_I_av	2,00	2,04	2,23	2,27	2,04	1,74	1,28	0,81
S01_02_I_av	2,03	2,03	2,09	2,10	2,05	1,60	1,25	0,71
S01_03_I_av	2,05	2,09	2,01	2,21	2,03	1,63	1,28	0,88
S01_04_I_av	1,99	2,14	2,10	2,23	2,07	1,66	1,31	0,74
S01_05_I_av	2,08	2,10	2,25	2,22	2,02	1,68	1,30	0,81
S01_06_I_av	1,99	2,13	2,11	2,09	2,10	1,69	1,29	0,84
S01_07_I_av	2,04	2,09	1,99	2,28	1,94	1,81	1,17	0,85
S01_01_II_av	2,11	2,12	2,15	2,24	2,02	1,62	1,23	0,73
S01_02_II_av	2,10	1,98	2,12	2,12	2,01	1,62	1,25	0,78
S01_03_II_av	2,10	2,07	2,21	2,23	1,99	1,73	1,29	0,78
S01_04_II_av	2,07	2,08	2,09	2,19	1,99	1,78	1,16	0,83
S01_05_II_av	1,99	2,01	2,19	2,17	1,97	1,74	1,30	0,80
S01_06_II_av	2,00	2,03	2,07	2,10	1,86	1,66	1,27	0,86
S01_07_II_av	2,10	1,99	2,01	2,15	1,94	1,71	1,25	0,93
S01_08_II_av	1,99	2,12	2,15	2,25	2,00	1,61	1,26	0,71
S01_09_II_av	1,95	2,11	2,13	2,09	2,05	1,55	1,26	0,75
S01_10_II_av	1,96	2,09	2,12	2,10	1,94	1,61	1,35	0,74
S01_01_L	2,03	2,17	2,07	2,19	2,04	1,71	1,34	0,86
S01_02_L	2,10	2,11	2,14	2,24	1,92	1,73	1,20	0,69
S01_03_L	1,96	2,14	2,14	2,14	2,07	1,71	1,19	0,69
S01_04_L	1,92	2,12	2,15	2,30	1,94	1,66	1,17	0,81
S01_05_L	2,09	2,12	2,15	2,11	1,95	1,69	1,31	0,69
S01_06_L	2,27	2,33	2,45	2,57	2,29	2,12	1,75	1,14
S01_01_Palco	2,06	2,05	2,07	2,10	2,02	1,63	1,26	0,71
S01_02_Palco	2,00	2,09	2,07	2,17	1,98	1,57	1,22	0,73
S01_03_Palco	2,01	2,11	2,10	2,21	2,03	1,63	1,23	0,71
S01_04_Palco	1,95	2,06	2,08	2,10	1,92	1,53	1,13	0,79
S01_05_Palco	2,02	2,00	2,01	2,23	1,93	1,62	1,18	0,71
S01_06_Palco	2,04	2,03	2,03	2,13	1,94	1,64	1,22	0,73

DIFFERENZE TRA VALORI RILEVATI E SIMULATI

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
S01_01_P	0,04	0,01	0,17	0,10	-0,11	0,08	0,10	0,04
S01_02_P	-0,02	0,06	-0,05	26,20	-0,03	-0,06	0,09	0,06
S01_03_P	-0,29	-0,05	0,07	-0,02	-0,07	-0,04	0,11	0,06
S01_04_P	0,24	0,03	0,04	-0,05	-0,01	0,12	0,00	0,07
S01_05_P	-0,29	-0,01	0,16	0,00	0,04	0,07	0,10	0,06
S01_06_P	-0,09	0,12	0,13	0,09	0,04	-0,03	-0,03	0,04
S01_07_P	-0,35	0,32	0,01	0,13	-0,06	0,14	-0,03	0,07
S01_08_P	-0,11	-0,01	-0,05	-0,01	0,00	-0,06	0,08	0,04
S01_09_P	-0,01	0,22	-0,10	0,12	0,18	0,14	-0,07	0,03
S01_10_P	0,15	-0,05	-0,05	0,09	0,09	0,15	0,12	0,03
S01_11_P	0,34	0,18	-0,01	0,19	0,14	0,13	0,12	0,03
S01_12_P	0,30	0,10	0,13	0,06	0,09	0,13	0,10	0,04
S01_13_P	0,12	-0,07	-0,18	0,10	0,10	0,16	0,09	0,20
S01_14_P	0,42	0,16	0,21	0,19	0,17	0,17	0,10	0,20
S01_15_P	-0,67	0,10	0,15	0,03	-0,02	-0,05	0,05	0,04
S01_16_P	-0,08	-0,16	0,07	0,07	-0,03	0,07	-0,03	0,07
S01_17_P	-0,16	-0,12	0,01	-0,01	0,01	0,12	0,03	-0,02
S01_18_P	-0,13	-0,09	-0,03	0,13	0,10	-0,05	0,15	0,05
S01_19_P	-0,15	0,37	0,11	0,09	-0,02	-0,05	0,10	0,01
S01_20_P	-0,49	-0,01	0,11	-0,05	-0,10	0,05	0,01	-0,09
S01_01_I_av	0,75	0,24	0,04	-0,07	-0,07	-0,03	0,06	0,03
S01_02_I_av	-0,67	0,04	0,09	0,12	-0,04	0,11	0,07	0,14
S01_03_I_av	2,13	-0,12	0,27	0,04	0,00	0,09	0,05	-0,05
S01_04_I_av	0,30	0,05	0,04	-0,07	0,02	0,07	0,02	0,10
S01_05_I_av	2,49	-0,24	-0,10	-0,03	-0,01	0,02	0,04	0,04
S01_06_I_av	0,08	0,06	0,08	0,14	-0,10	0,03	0,00	0,00
S01_07_I_av	-0,05	0,33	0,19	-0,14	0,09	-0,11	0,13	-0,02
S01_01_II_av	-1,11	-0,08	0,07	-0,05	-0,02	0,10	0,09	0,10
S01_02_II_av	0,34	0,18	0,16	0,06	-0,04	0,09	0,08	0,07
S01_03_II_av	0,93	0,22	-0,16	0,04	0,00	-0,03	0,06	0,08
S01_04_II_av	0,39	0,12	0,11	0,00	0,00	-0,05	0,19	0,04
S01_05_II_av	-0,21	0,25	0,09	0,05	0,11	-0,01	0,05	0,06
S01_06_II_av	-0,24	-0,11	0,19	-0,02	0,21	0,06	0,08	-0,01
S01_07_II_av	-0,44	0,29	0,21	0,02	0,04	-0,03	0,10	-0,07
S01_08_II_av	12,72	0,17	0,09	-0,18	0,05	0,06	0,06	0,14
S01_09_II_av	-0,16	0,08	0,09	0,12	-0,02	0,15	0,07	0,10
S01_10_II_av	-0,40	0,11	-0,04	0,06	0,07	0,13	-0,01	0,10
S01_01_L	0,58	-0,05	-0,06	-0,03	-0,02	-0,03	-0,02	-0,01
S01_02_L	0,29	-0,20	-0,04	-0,09	0,06	-0,04	0,13	0,16
S01_03_L	0,39	0,02	0,05	0,12	-0,04	0,00	0,17	0,16
S01_04_L	-0,25	0,04	-0,04	-0,16	0,11	0,05	0,18	0,04
S01_05_L	-0,79	-0,02	0,04	0,00	0,08	0,01	0,02	0,15
S01_06_L	4,22	-0,36	-0,30	-0,35	-0,35	-0,39	-0,40	-0,29
S01_01_Palco	-0,41	0,37	0,07	0,00	-0,10	0,01	0,03	0,11
S01_02_Palco	0,00	0,02	0,12	0,02	0,00	0,11	0,04	0,05
S01_03_Palco	-0,22	0,14	0,01	0,00	-0,05	0,06	0,08	0,10
S01_04_Palco	0,25	0,18	0,10	0,05	0,05	0,14	0,17	0,03
S01_05_Palco	13,69	0,09	0,12	-0,11	0,00	0,04	0,11	0,10
S01_06_Palco	-0,13	0,20	0,18	0,08	0,09	-0,02	0,09	0,08

Il numero totale di ricevitori è 49.

Dalla comparazione, risulta che:

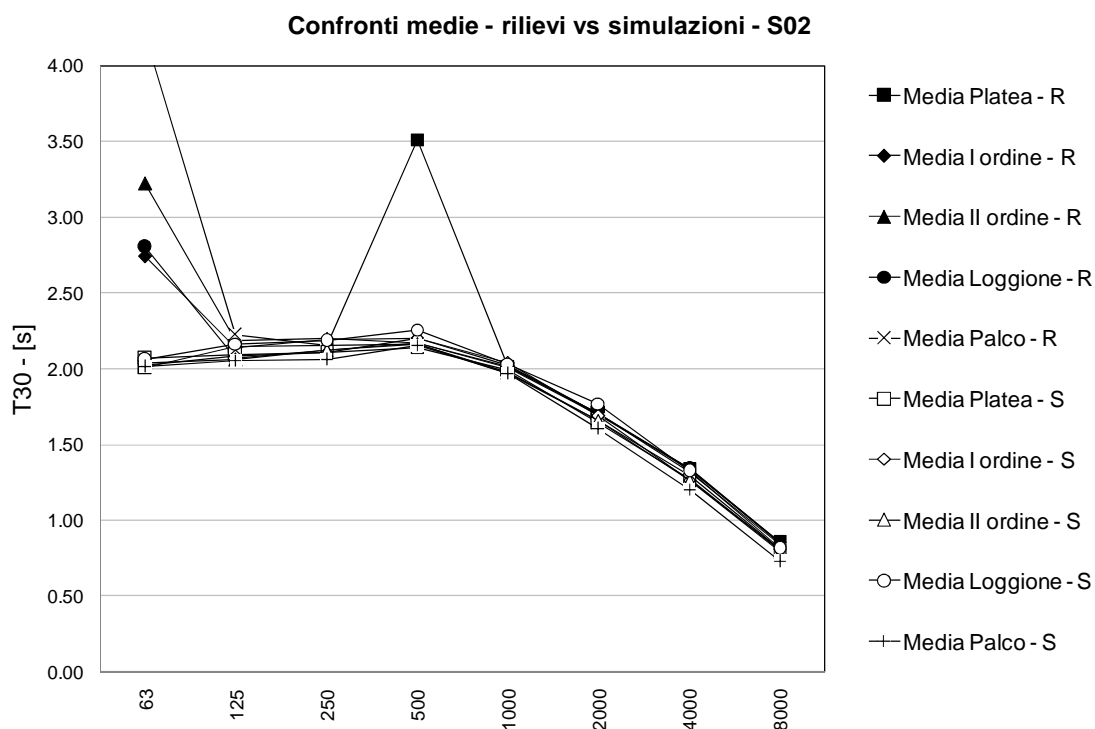
47 ricevitori su 49 presentano una variazione percentuale del parametro entro il 10%,

45 ricevitori su 49 presentano una variazione percentuale del parametro entro il 7%,

38 ricevitori su 49 presentano una variazione percentuale del parametro entro il 5%.

(verifica effettuata alla frequenza campione di 1000 Hz)

Grafici di confronto tra i valori rilevati e simulati. Vengono riportate le medie delle zone significative del teatro: palcoscenico, platea, I ordine di palchi, II ordine di palchi, loggione.



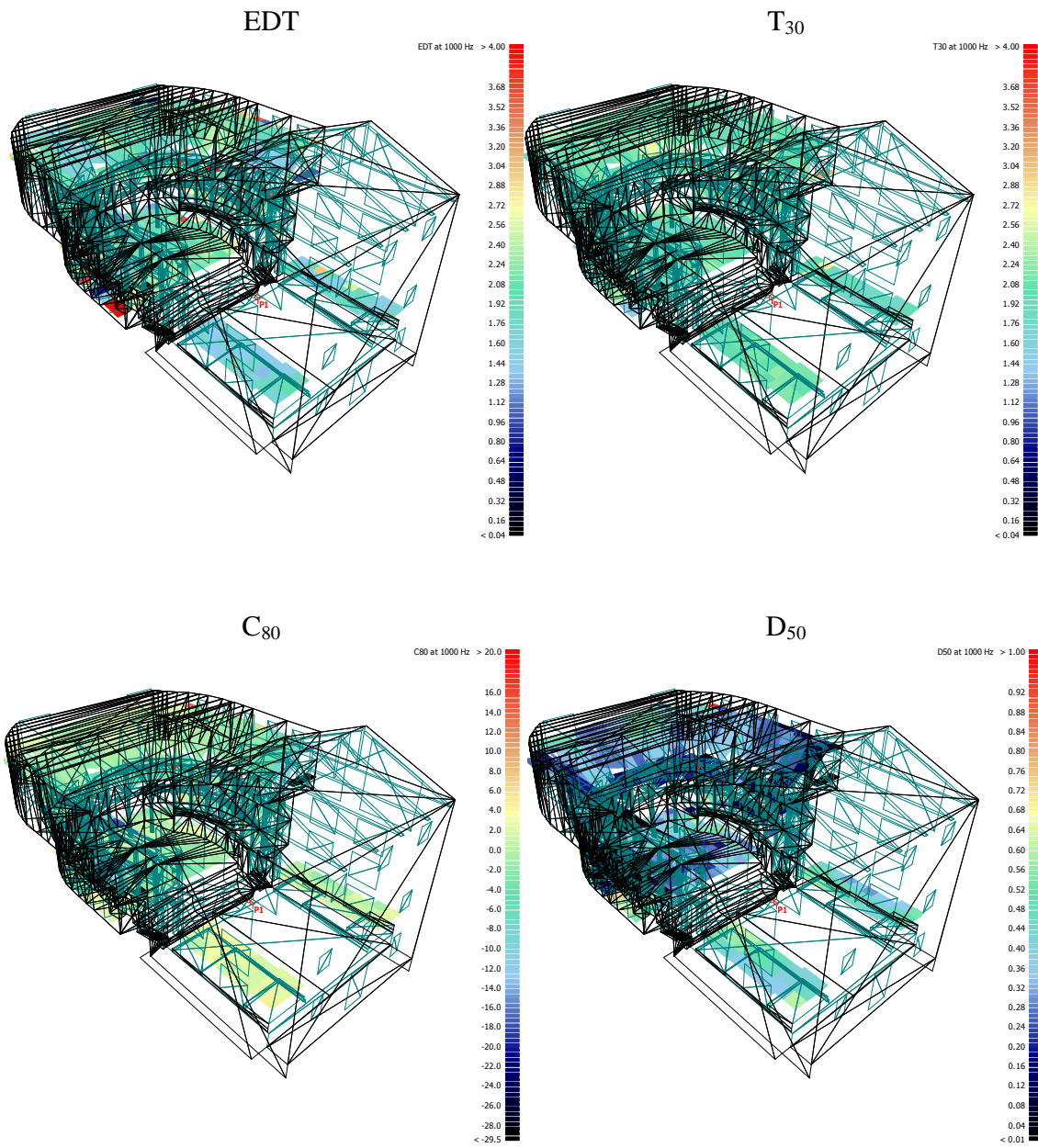
Con la lettera “R” finale vengono indicate le curve relative ai rilievi, con “S” quelle relative alle simulazioni.

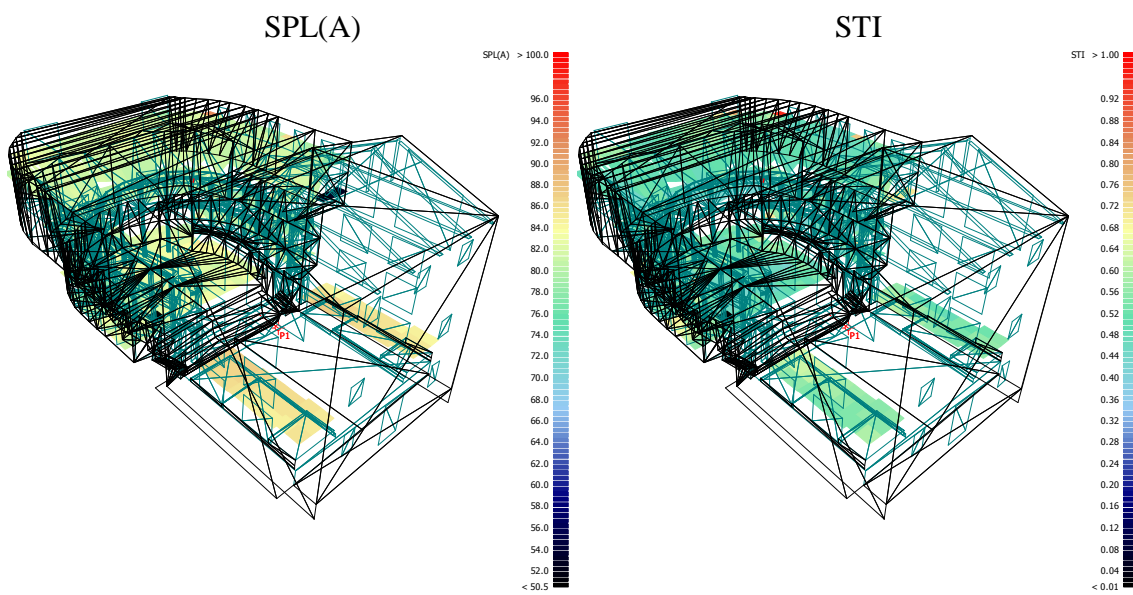
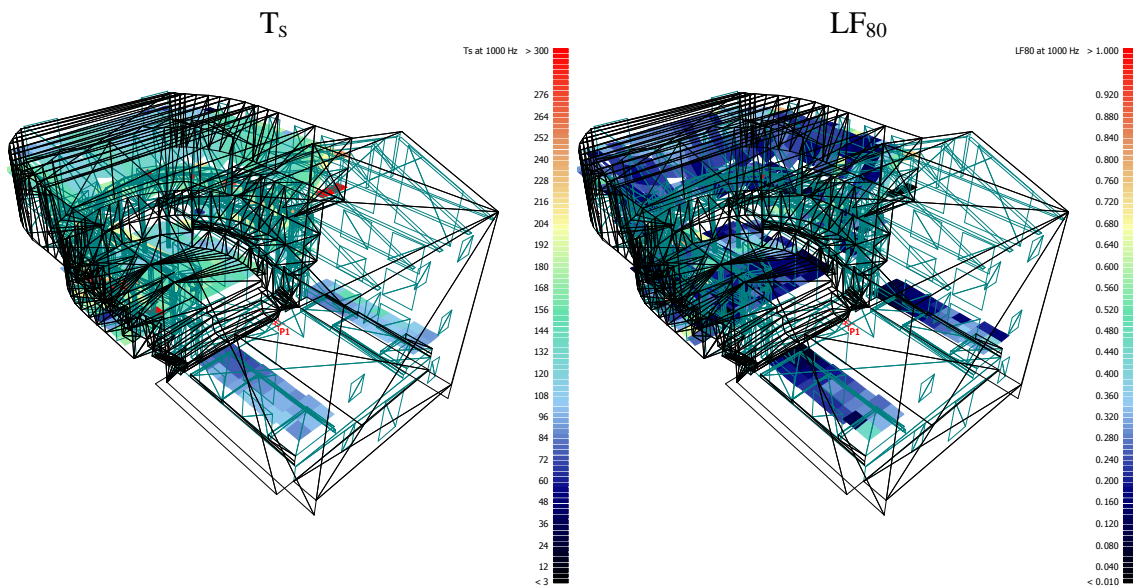
Nel grafico su riportato è presente un’anomalia nelle misure a 500 Hz in platea: in una posizione microfonica si è registrato un valore eccessivamente elevato, frutto sicuramente di un errore software di elaborazione.

6.9 Risultati spaziali delle simulazioni

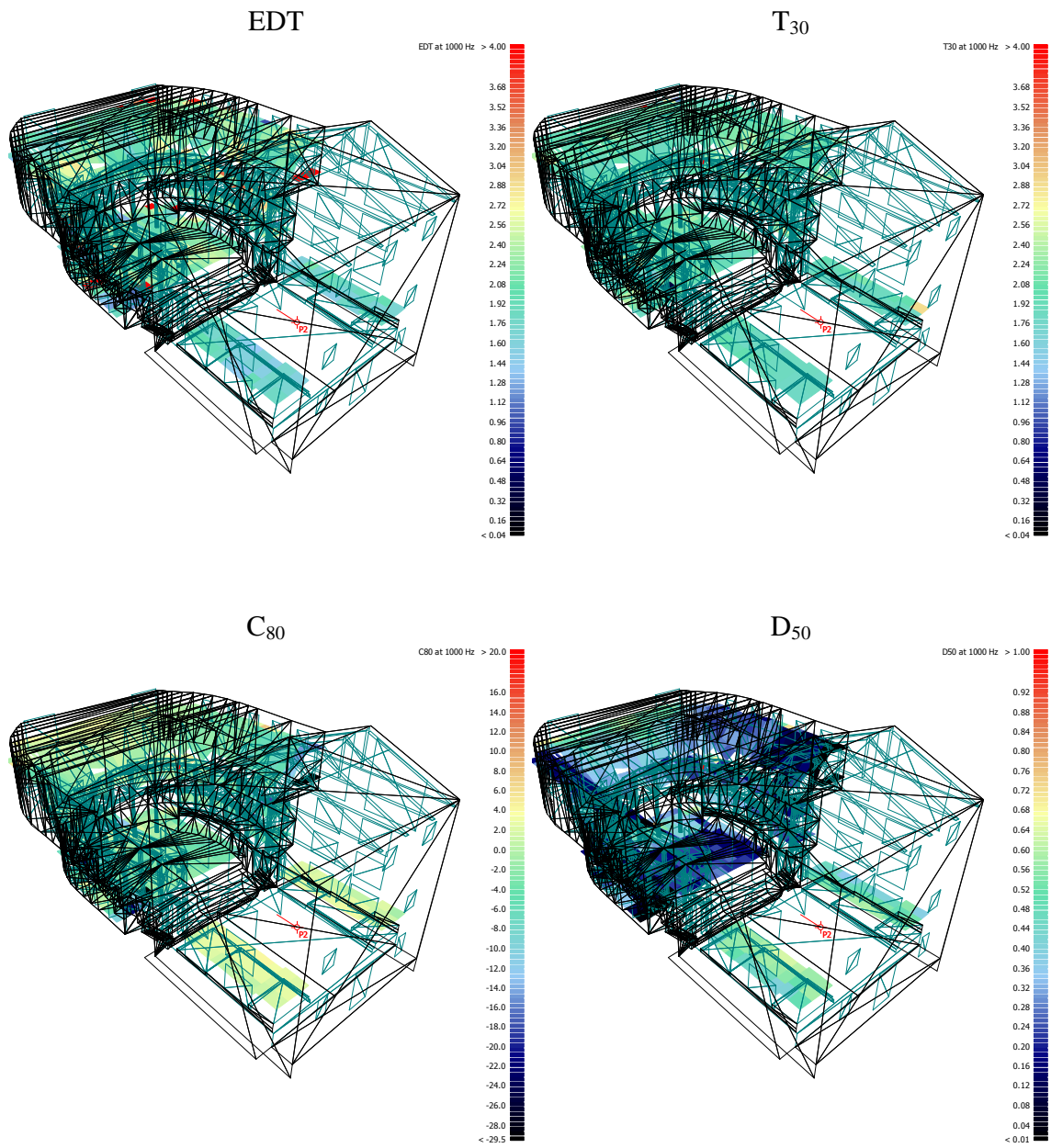
Nelle pagine seguenti vengono riportati i risultati delle simulazioni sotto forma di griglia colorata. Verranno evidenziati in frequenza i risultati dei seguenti parametri a 1000 Hz: EDT, T_{30} , C_{80} , D_{50} , T_s , LF, STI, SPL(A)

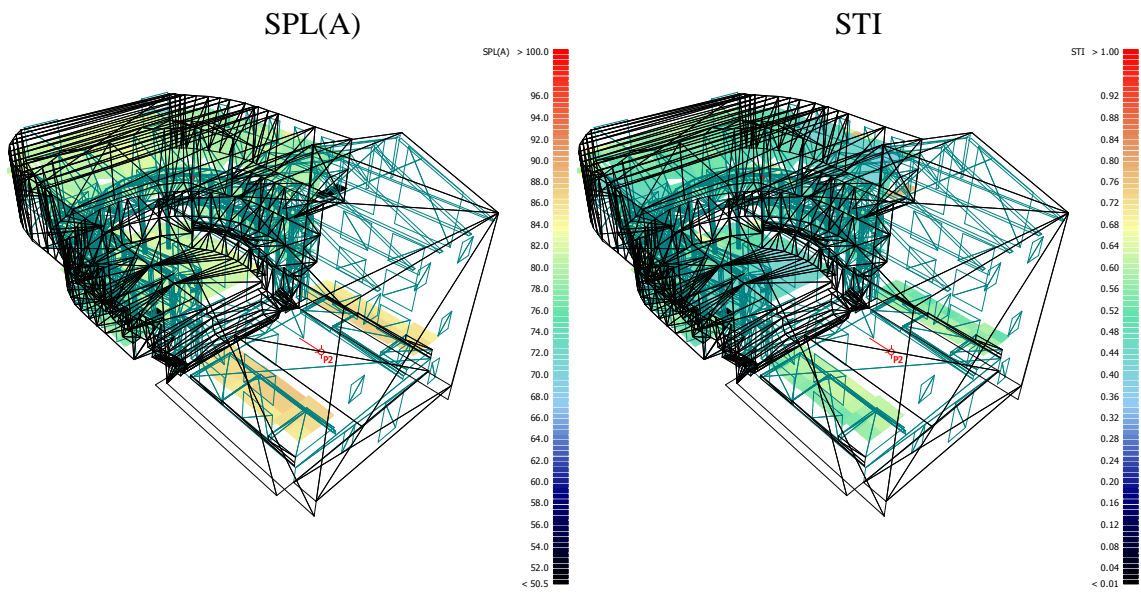
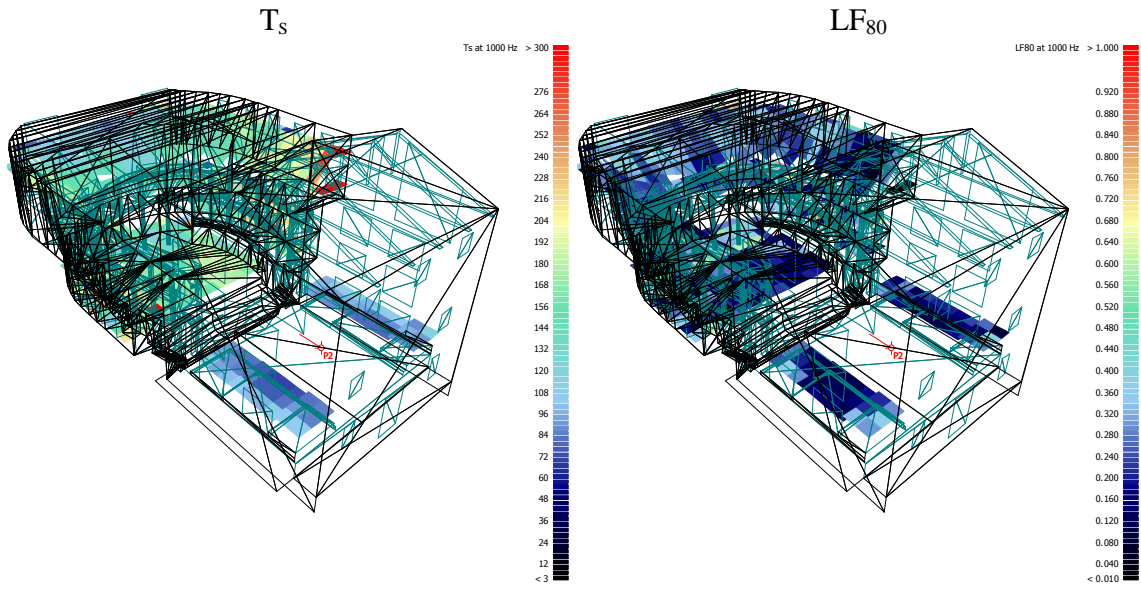
6.9.1 Risultati della simulazione: sorgente in posizione S01 - 1000 Hz





6.9.2 Risultati della simulazione: sorgente in posizione S02 - 1000 Hz





6.10 Confronti dei risultati delle simulazioni tra i tre gradi di precisione di calcolo

Il programma, come già anticipato, permette di eseguire simulazioni con diversi gradi di precisione. La differenza tra i 3 gradi di precisione si ripercuote in parte sull'attendibilità e sulla correttezza dei risultati, e soprattutto sul tempo effettivo di simulazione passando da alcuni minuti in modalità "survey" ad alcuni giorni in modalità "precision" a parità di altre impostazioni.

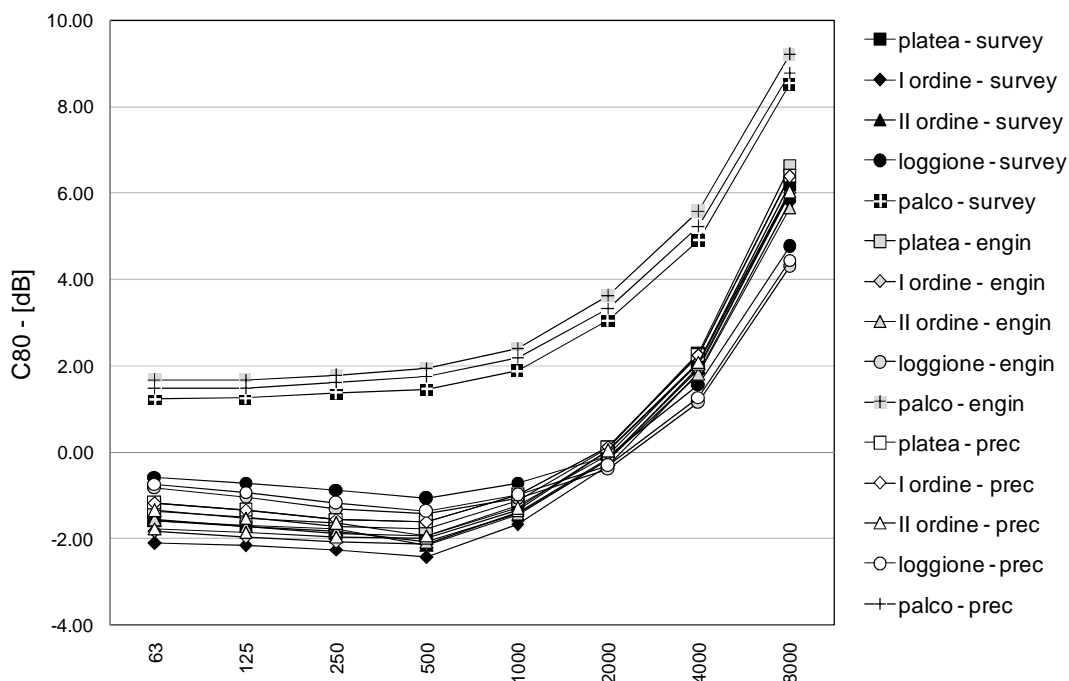
Nel seguito si riportano i confronti di alcune simulazioni effettuate per il modello oggetto di analisi nelle tre modalità: survey, engineerig e precision. Dai grafici e dalle tabelle è possibile eseguire un confronto tra le 3 modalità.

6.10.1 Confronti: sorgente in posizione S01

Risultati relativi al parametro C_{80} - S01

SURVEY								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - survey	-1,59	-1,70	-1,87	-1,94	-1,22	-0,07	2,08	6,20
I ordine - survey	-2,10	-2,14	-2,24	-2,43	-1,66	-0,31	1,83	5,79
II ordine - survey	-1,57	-1,69	-1,77	-2,14	-1,44	-0,16	1,97	5,97
loggione - survey	-0,56	-0,70	-0,87	-1,07	-0,70	-0,09	1,58	4,77
palco - survey	1,23	1,27	1,38	1,47	1,88	3,05	4,90	8,53
ENGINEERING								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - engineering	-1,35	-1,51	-1,70	-1,77	-1,11	0,09	2,31	6,61
I ordine - engineering	-1,83	-1,96	-2,07	-2,11	-1,40	-0,14	1,91	6,00
II ordine - engineering	-1,56	-1,70	-1,82	-2,06	-1,42	-0,16	1,82	5,67
loggione - engineering	-0,82	-1,03	-1,30	-1,42	-1,07	-0,39	1,16	4,30
palco - engineering	1,67	1,68	1,78	1,95	2,42	3,62	5,57	9,20
PRECISION								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - precision	-1,18	-1,34	-1,54	-1,61	-0,99	0,14	2,25	6,38
I ordine - precision	-1,76	-1,84	-1,94	-1,97	-1,33	0,04	2,06	6,04
II ordine - precision	-1,34	-1,51	-1,63	-1,92	-1,28	0,04	2,09	6,03
loggione - precision	-0,73	-0,92	-1,17	-1,37	-0,98	-0,31	1,28	4,45
palco - precision	1,48	1,48	1,62	1,75	2,18	3,33	5,22	8,78

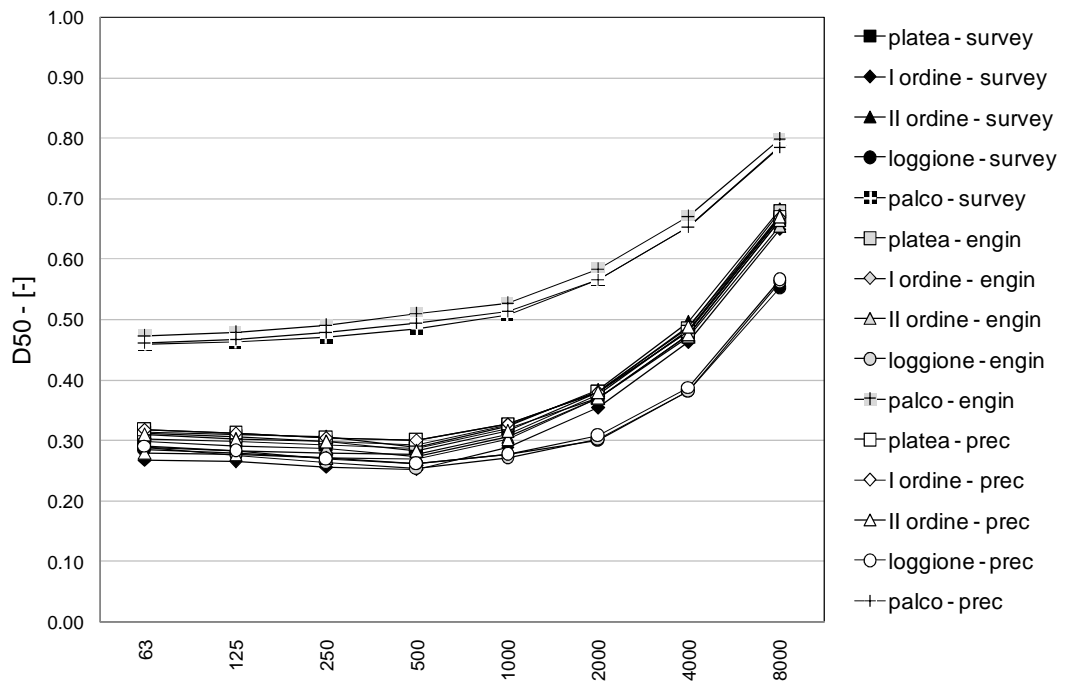
Confronti medie - simulazioni - S01



Risultati relativi al parametro D₅₀ – S01

SURVEY								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - survey	0,30	0,30	0,29	0,29	0,32	0,37	0,48	0,66
I ordine - survey	0,27	0,27	0,26	0,25	0,29	0,35	0,46	0,65
II ordine - survey	0,31	0,31	0,31	0,29	0,32	0,38	0,50	0,68
loggione - survey	0,29	0,28	0,27	0,26	0,28	0,30	0,38	0,55
palco - survey	0,46	0,46	0,47	0,49	0,51	0,57	0,65	0,79
ENGINEERING								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - engineering	0,31	0,31	0,30	0,29	0,33	0,38	0,49	0,68
I ordine - engineering	0,29	0,28	0,28	0,28	0,31	0,38	0,48	0,67
II ordine - engineering	0,30	0,29	0,29	0,27	0,31	0,37	0,47	0,66
loggione - engineering	0,29	0,28	0,26	0,26	0,27	0,30	0,38	0,56
palco - engineering	0,47	0,48	0,49	0,51	0,53	0,58	0,67	0,80
PRECISION								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - precision	0,32	0,31	0,31	0,30	0,33	0,38	0,48	0,67
I ordine - precision	0,28	0,28	0,27	0,27	0,30	0,37	0,48	0,66
II ordine - precision	0,31	0,30	0,30	0,28	0,32	0,38	0,49	0,67
loggione - precision	0,29	0,28	0,27	0,26	0,28	0,31	0,39	0,57
palco - precision	0,46	0,47	0,48	0,50	0,51	0,57	0,65	0,79

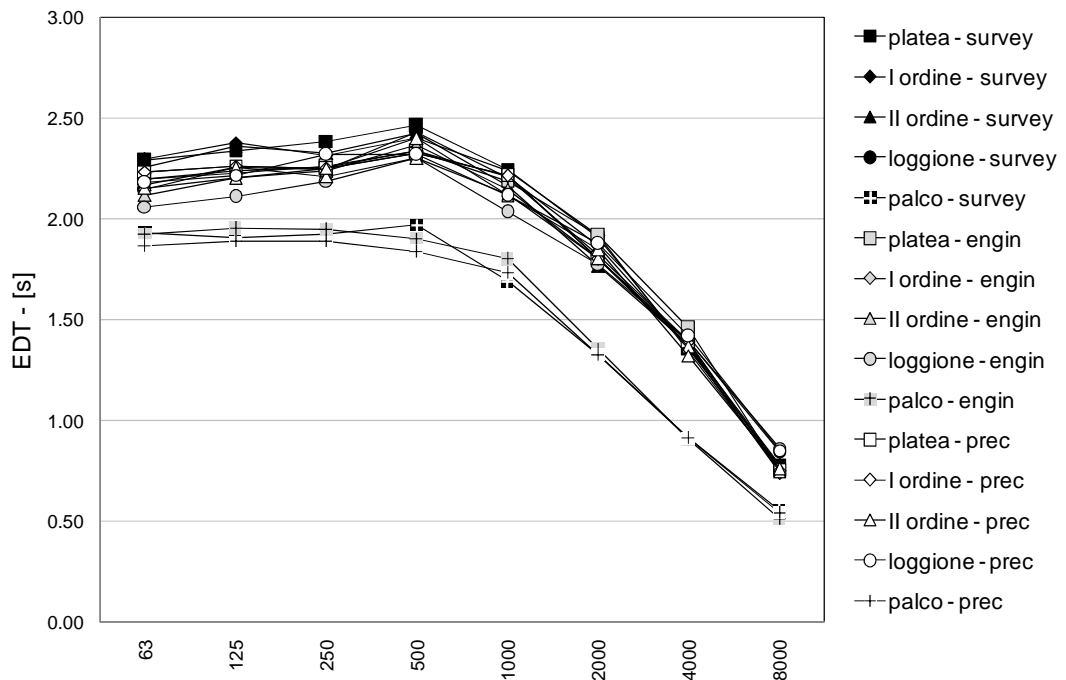
Confronti medie - simulazioni - S01



Risultati relativi al parametro EDT – S01

SURVEY								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - survey	2,29	2,34	2,38	2,46	2,24	1,91	1,36	0,77
I ordine - survey	2,30	2,38	2,31	2,40	2,24	1,92	1,34	0,75
II ordine - survey	2,26	2,36	2,32	2,42	2,17	1,77	1,38	0,78
loggione - survey	2,15	2,26	2,25	2,43	2,20	1,82	1,40	0,85
palco - survey	1,93	1,91	1,93	1,97	1,69	1,33	0,91	0,56
ENGINEERING								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - engineering	2,20	2,23	2,26	2,34	2,18	1,92	1,46	0,75
I ordine - engineering	2,20	2,24	2,26	2,34	2,21	1,87	1,37	0,74
II ordine - engineering	2,12	2,20	2,24	2,37	2,14	1,80	1,37	0,77
loggione - engineering	2,06	2,11	2,19	2,30	2,03	1,78	1,40	0,86
palco - engineering	1,93	1,95	1,95	1,90	1,80	1,36	0,91	0,51
PRECISION								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - precision	2,23	2,26	2,25	2,33	2,21	1,80	1,39	0,75
I ordine - precision	2,17	2,26	2,21	2,30	2,12	1,80	1,36	0,75
II ordine - precision	2,15	2,20	2,25	2,40	2,12	1,85	1,32	0,76
loggione - precision	2,18	2,22	2,32	2,32	2,12	1,88	1,42	0,85
palco - precision	1,87	1,89	1,89	1,84	1,73	1,33	0,91	0,54

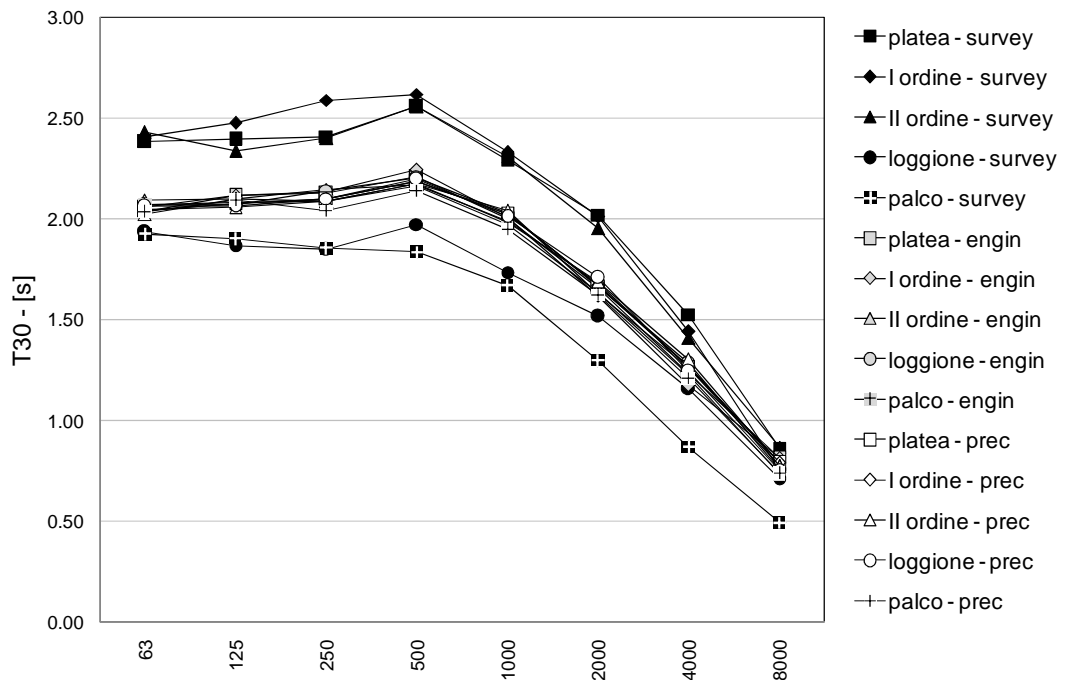
Confronti medie - simulazioni - S01



Risultati relativi al parametro T₃₀ – S01

SURVEY								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - survey	2,38	2,39	2,41	2,55	2,29	2,02	1,53	0,86
I ordine - survey	2,41	2,48	2,59	2,62	2,33	2,01	1,44	0,75
II ordine - survey	2,43	2,34	2,40	2,56	2,31	1,95	1,41	0,87
loggione - survey	1,94	1,87	1,85	1,97	1,74	1,52	1,16	0,71
palco - survey	1,93	1,90	1,86	1,84	1,67	1,30	0,87	0,50
ENGINEERING								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - engineering	2,06	2,11	2,13	2,21	2,00	1,66	1,23	0,82
I ordine - engineering	2,04	2,11	2,13	2,24	2,01	1,62	1,17	0,81
II ordine - engineering	2,09	2,10	2,15	2,17	1,99	1,68	1,27	0,79
loggione - engineering	2,07	2,07	2,14	2,20	2,03	1,66	1,29	0,76
palco - engineering	2,07	2,08	2,09	2,16	1,97	1,64	1,23	0,74
PRECISION								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - precision	2,04	2,08	2,10	2,18	2,02	1,67	1,27	0,79
I ordine - precision	2,02	2,10	2,09	2,17	2,04	1,63	1,26	0,77
II ordine - precision	2,04	2,06	2,09	2,17	1,99	1,69	1,30	0,77
loggione - precision	2,06	2,06	2,10	2,20	2,01	1,71	1,24	0,75
palco - precision	2,04	2,09	2,04	2,14	1,95	1,63	1,21	0,74

Confronti medie - simulazioni - S01

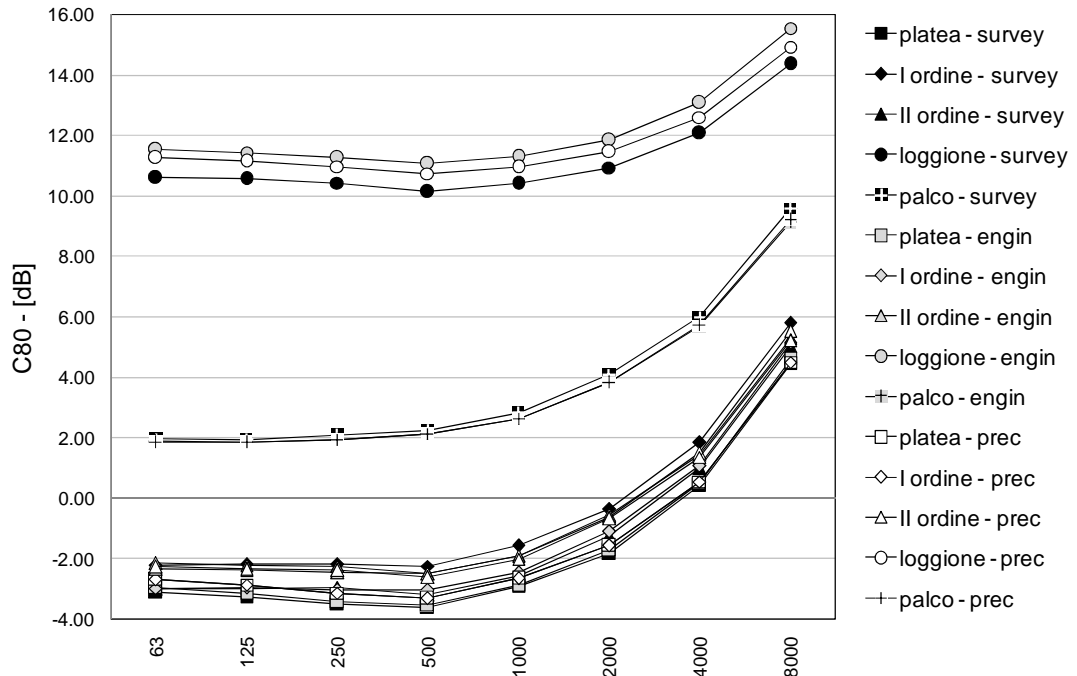


6.10.2 Confronti: sorgente in posizione S02

Risultati relativi al parametro C_{80} – S02

SURVEY								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - survey	-3,09	-3,23	-3,46	-3,61	-2,90	-1,81	0,44	4,45
I ordine - survey	-2,19	-2,17	-2,17	-2,23	-1,56	-0,36	1,84	5,81
II ordine - survey	-2,98	-2,96	-2,93	-3,18	-2,54	-1,22	1,00	5,02
loggione - survey	10,60	10,57	10,43	10,15	10,42	10,93	12,07	14,35
palco - survey	1,97	1,95	2,10	2,27	2,83	4,10	5,98	9,58
ENGINEERING								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - engineering	-2,95	-3,12	-3,39	-3,53	-2,85	-1,70	0,52	4,60
I ordine - engineering	-2,96	-2,94	-3,03	-3,01	-2,43	-1,09	1,07	5,16
II ordine - engineering	-2,13	-2,22	-2,23	-2,47	-1,88	-0,55	1,45	5,31
loggione - engineering	11,53	11,43	11,25	11,07	11,30	11,85	13,07	15,53
palco - engineering	1,88	1,85	1,93	2,15	2,65	3,83	5,68	9,15
PRECISION								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - precision	-2,69	-2,85	-3,12	-3,28	-2,64	-1,56	0,57	4,51
I ordine - precision	-2,33	-2,37	-2,43	-2,47	-1,90	-0,60	1,51	5,53
II ordine - precision	-2,24	-2,33	-2,36	-2,59	-2,00	-0,66	1,37	5,22
loggione - precision	11,27	11,13	10,97	10,73	10,95	11,45	12,60	14,92
palco - precision	1,85	1,85	1,95	2,15	2,65	3,82	5,72	9,20

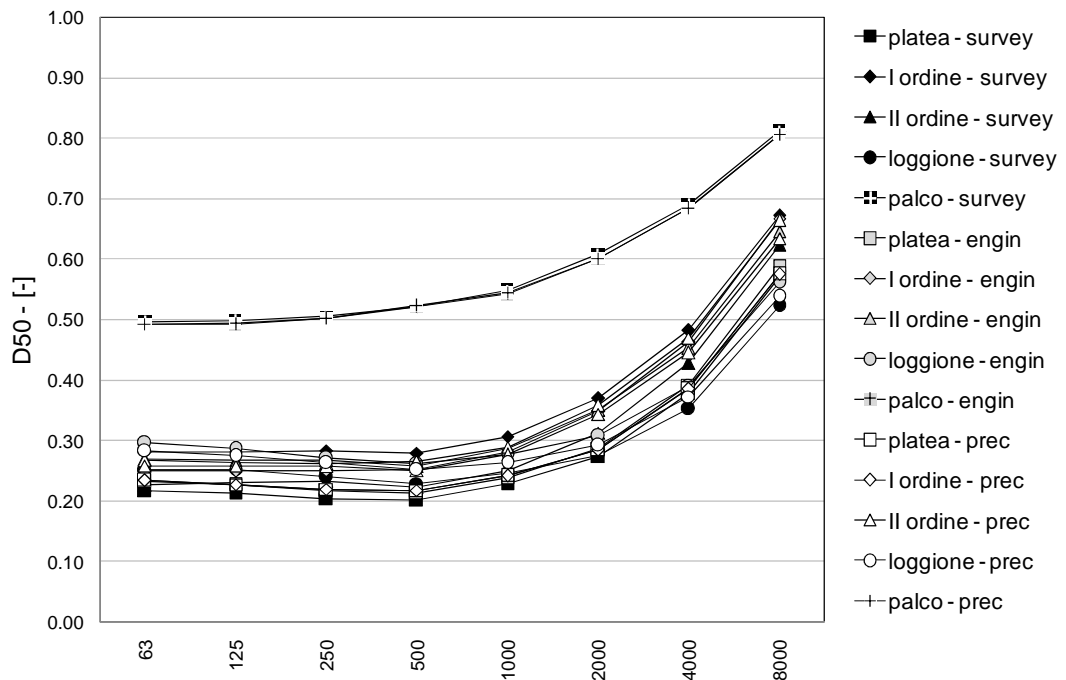
Confronti medie - simulazioni - S02



Risultati relativi al parametro D_{50} - S02

SURVEY								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - survey	0,22	0,21	0,21	0,20	0,23	0,27	0,38	0,57
I ordine - survey	0,28	0,28	0,28	0,28	0,31	0,37	0,48	0,67
II ordine - survey	0,23	0,23	0,23	0,22	0,25	0,31	0,43	0,62
loggione - survey	0,25	0,25	0,24	0,23	0,25	0,28	0,35	0,52
palco - survey	0,50	0,50	0,51	0,52	0,55	0,61	0,69	0,81
ENGINEERING								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - engineering	0,23	0,23	0,22	0,21	0,24	0,29	0,39	0,59
I ordine - engineering	0,25	0,25	0,25	0,25	0,28	0,35	0,46	0,67
II ordine - engineering	0,27	0,27	0,27	0,26	0,29	0,35	0,45	0,65
loggione - engineering	0,30	0,29	0,27	0,26	0,28	0,31	0,39	0,56
palco - engineering	0,49	0,49	0,50	0,52	0,54	0,60	0,68	0,81
PRECISION								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - precision	0,24	0,23	0,22	0,22	0,24	0,28	0,39	0,58
I ordine - precision	0,27	0,26	0,26	0,27	0,29	0,36	0,47	0,66
II ordine - precision	0,26	0,26	0,26	0,25	0,28	0,34	0,45	0,63
loggione - precision	0,28	0,28	0,26	0,25	0,26	0,29	0,37	0,54
palco - precision	0,49	0,50	0,50	0,52	0,55	0,60	0,68	0,81

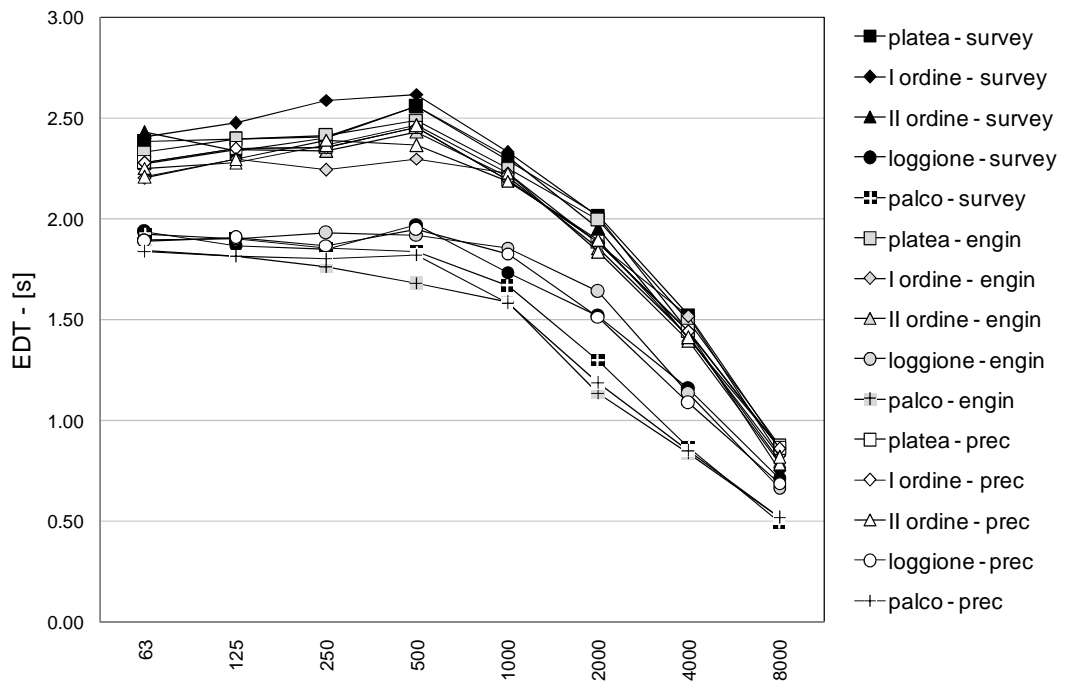
Confronti medie - simulazioni - S02



Risultati relativi al parametro EDT – S02

SURVEY								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - survey	2,38	2,39	2,41	2,55	2,29	2,02	1,53	0,86
I ordine - survey	2,41	2,48	2,59	2,62	2,33	2,01	1,44	0,75
II ordine - survey	2,43	2,34	2,40	2,56	2,31	1,95	1,41	0,87
loggione - survey	1,94	1,87	1,85	1,97	1,74	1,52	1,16	0,71
palco - survey	1,93	1,90	1,86	1,84	1,67	1,30	0,87	0,50
ENGINEERING								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - engineering	2,33	2,39	2,41	2,49	2,25	1,99	1,50	0,87
I ordine - engineering	2,20	2,30	2,24	2,30	2,23	1,88	1,52	0,83
II ordine - engineering	2,27	2,35	2,34	2,43	2,21	1,85	1,42	0,80
loggione - engineering	1,90	1,90	1,93	1,92	1,86	1,64	1,13	0,67
palco - engineering	1,84	1,82	1,76	1,68	1,59	1,14	0,84	0,52
PRECISION								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - precision	2,28	2,35	2,35	2,46	2,19	1,88	1,44	0,86
I ordine - precision	2,25	2,28	2,36	2,46	2,23	1,84	1,40	0,79
II ordine - precision	2,21	2,29	2,39	2,36	2,19	1,89	1,41	0,82
loggione - precision	1,89	1,91	1,87	1,95	1,83	1,51	1,09	0,69
palco - precision	1,84	1,81	1,81	1,82	1,58	1,19	0,85	0,52

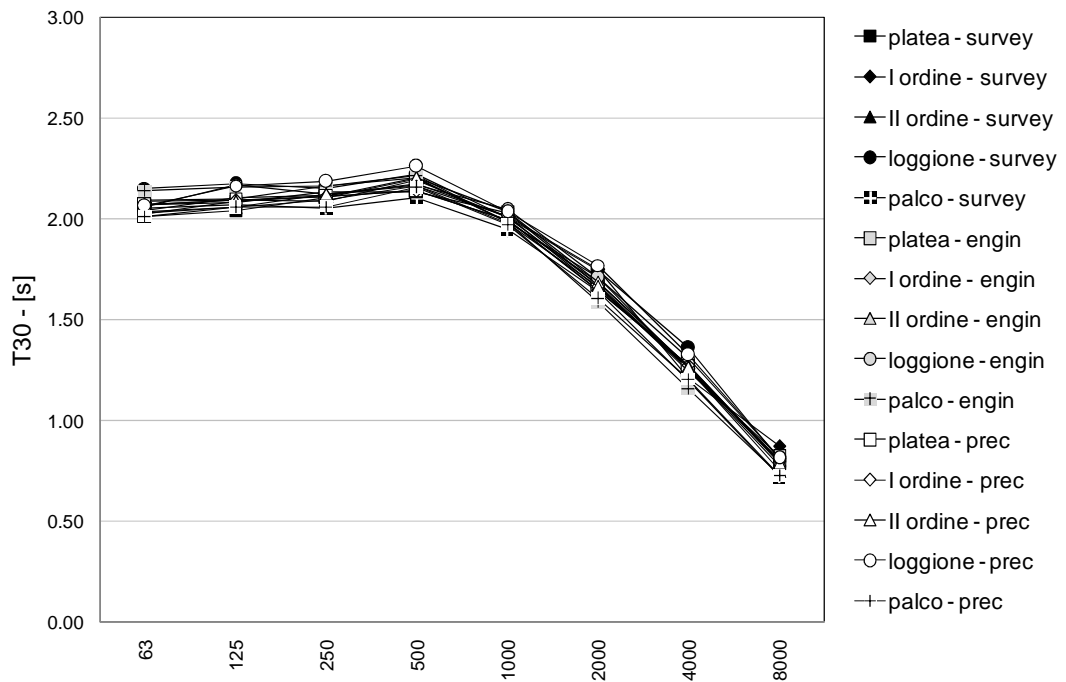
Confronti medie - simulazioni - S02



Risultati relativi al parametro $T_{30} - S02$

SURVEY								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - survey	2,01	2,04	2,10	2,20	1,99	1,69	1,27	0,79
I ordine - survey	2,04	2,10	2,11	2,18	2,01	1,75	1,21	0,87
II ordine - survey	2,03	2,06	2,09	2,16	2,01	1,66	1,25	0,80
loggione - survey	2,15	2,17	2,15	2,22	2,01	1,74	1,36	0,80
palco - survey	2,05	2,07	2,05	2,10	1,95	1,64	1,20	0,72
ENGINEERING								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - engineering	2,07	2,08	2,13	2,14	2,03	1,67	1,24	0,82
I ordine - engineering	2,09	2,10	2,16	2,20	1,98	1,71	1,26	0,78
II ordine - engineering	2,09	2,09	2,09	2,19	2,00	1,68	1,26	0,75
loggione - engineering	2,06	2,17	2,12	2,17	2,05	1,71	1,31	0,82
palco - engineering	2,14	2,16	2,16	2,22	1,98	1,59	1,16	0,73
PRECISION								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea - precision	2,07	2,09	2,11	2,14	1,99	1,65	1,28	0,80
I ordine - precision	2,03	2,09	2,11	2,20	2,04	1,69	1,27	0,81
II ordine - precision	2,04	2,06	2,12	2,16	1,98	1,66	1,26	0,79
loggione - precision	2,06	2,17	2,18	2,26	2,04	1,77	1,33	0,81
palco - precision	2,01	2,06	2,06	2,16	1,97	1,60	1,21	0,73

Confronti medie - simulazioni - S02



6.11 Differenze percentuali tra i valori misurati e simulati

6.11.1 Parametro C_{80} sorgente in posizione S01

differenza percentuale RILIEVI/SURVEY								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	-4323%	-435%	-128%	-38%	-16%	75%	7%	18%
I ordine	-276%	-1110%	-23%	-504%	-371%	-128%	-41%	-11%
II ordine	-266%	-177%	-98%	-80%	-49%	-116%	13%	4%
loggione	83%	25%	-57%	24%	-18%	72%	83%	-3%
palco	-3%	-55%	2607%	320%	95%	151%	83%	38%

differenza percentuale RILIEVI/ENGINEERING								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	-3667%	-397%	-107%	-26%	-6%	132%	19%	26%
I ordine	-227%	-1005%	-14%	-425%	-298%	-113%	-38%	-8%
II ordine	-265%	-178%	-104%	-73%	-47%	-116%	4%	-1%
loggione	75%	-11%	-136%	-2%	-80%	-22%	35%	-12%
palco	31%	-40%	3389%	459%	151%	197%	108%	49%

differenza percentuale RILIEVI/PRECISION								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	-3179%	-363%	-87%	-15%	6%	149%	16%	21%
I ordine	-214%	-940%	-7%	-390%	-278%	-96%	-34%	-7%
II ordine	-242%	-147%	-82%	-62%	-32%	154%	20%	5%
loggione	78%	1%	-111%	2%	-66%	4%	48%	-9%
palco	17%	-47%	3063%	402%	126%	174%	95%	42%

6.11.2 Parametro C_{80} sorgente in posizione S02

differenza percentuale RILIEVI/SURVEY								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	-135%	-43%	-24%	-26%	-33%	-23%	342%	11%
I ordine	4%	-30%	22%	37%	-4%	54%	38%	13%
II ordine	-169%	-81%	-5%	-10%	-40%	-115%	-41%	-7%
loggione	538%	408%	619%	454%	576%	1423%	694%	250%
palco	93%	212%	216%	348%	1587%	2402%	296%	85%

differenza percentuale RILIEVI/ENGINEERING								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	-124%	-38%	-21%	-23%	-30%	-15%	423%	14%
I ordine	-30%	-76%	-9%	14%	-62%	-40%	-20%	0%
II ordine	-92%	-36%	20%	15%	-4%	3%	-14%	-2%
loggione	577%	433%	660%	486%	617%	1534%	760%	279%
palco	85%	196%	207%	335%	1491%	2239%	276%	77%

differenza percentuale RILIEVI/PRECISION								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	-105%	-26%	-12%	-15%	-21%	-6%	474%	12%
I ordine	-3%	-42%	13%	30%	-26%	22%	13%	8%
II ordine	-102%	-42%	15%	11%	-11%	-16%	-19%	-3%
loggione	566%	424%	646%	475%	601%	1486%	729%	264%
palco	82%	196%	208%	335%	1491%	2229%	278%	78%

6.11.3 Parametro D_{50} sorgente in posizione S01

differenza percentuale RILIEVI/SURVEY								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	-23%	-22%	-2%	-2%	0%	6%	5%	11%
I ordine	-36%	-39%	-12%	-32%	-21%	-18%	-15%	-3%
II ordine	-17%	-17%	-15%	-11%	-3%	4%	7%	9%
loggione	-10%	-18%	-17%	-15%	-15%	-10%	0%	-5%
palco	0%	-15%	61%	20%	16%	26%	31%	22%

differenza percentuale RILIEVI/ENGINEERING								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	-21%	-21%	1%	1%	2%	10%	8%	13%
I ordine	-32%	-35%	-5%	-25%	-15%	-13%	-11%	0%
II ordine	-21%	-22%	-20%	-16%	-9%	0%	2%	4%
loggione	-9%	-20%	-20%	-17%	-17%	-9%	0%	-4%
palco	3%	-12%	67%	26%	20%	30%	34%	24%

differenza percentuale RILIEVI/PRECISION								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	-19%	-19%	2%	3%	3%	9%	6%	11%
I ordine	-34%	-36%	-8%	-27%	-17%	-14%	-12%	-1%
II ordine	-18%	-19%	-17%	-13%	-6%	2%	5%	7%
loggione	-8%	-17%	-18%	-15%	-15%	-7%	2%	-3%
palco	0%	-14%	63%	22%	17%	27%	31%	22%

6.11.4 Parametro D_{50} sorgente in posizione S02

differenza percentuale RILIEVI/SURVEY								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	-25%	-13%	-1%	-3%	-4%	4%	13%	12%
I ordine	-9%	-17%	3%	19%	-1%	8%	6%	7%
II ordine	-37%	-20%	-9%	-14%	-19%	-15%	-8%	-1%
loggione	-18%	13%	-15%	-13%	-14%	-18%	-23%	-5%
palco	1%	10%	74%	27%	40%	57%	55%	36%

differenza percentuale RILIEVI/ENGINEERING								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	-20%	-7%	5%	3%	0%	9%	17%	15%
I ordine	-19%	-26%	-9%	8%	-10%	2%	1%	6%
II ordine	-26%	-8%	4%	-1%	-7%	-5%	-2%	2%
loggione	-4%	28%	-4%	-1%	-4%	-7%	-15%	2%
palco	1%	8%	73%	27%	39%	55%	53%	36%

differenza percentuale RILIEVI/PRECISION								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	-19%	-7%	7%	5%	1%	7%	15%	13%
I ordine	-14%	-22%	-4%	13%	-7%	4%	3%	6%
II ordine	-29%	-10%	1%	-4%	-10%	-7%	-4%	0%
loggione	-8%	23%	-7%	-5%	-8%	-12%	-18%	-2%
palco	1%	9%	73%	27%	40%	55%	53%	36%

6.11.5 Parametro EDT sorgente in posizione S01

differenza percentuale RILIEVI/SURVEY								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	7%	14%	12%	9%	6%	7%	-2%	-9%
I ordine	0%	0%	6%	3%	7%	8%	0%	-10%
II ordine	10%	8%	7%	6%	-1%	-1%	-2%	-9%
loggione	10%	2%	1%	16%	7%	6%	3%	-1%
palco	-49%	-8%	-1%	-2%	-9%	-19%	-31%	-38%

differenza percentuale RILIEVI/ENGINEERING								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	2%	8%	7%	4%	3%	7%	6%	-12%
I ordine	-4%	-6%	3%	0%	5%	5%	2%	-11%
II ordine	3%	1%	3%	3%	-2%	0%	-3%	-11%
loggione	6%	-5%	-2%	10%	-1%	3%	3%	1%
palco	-49%	-6%	1%	-5%	-3%	-17%	-31%	-43%

differenza percentuale RILIEVI/PRECISION								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	4%	10%	6%	3%	5%	1%	1%	-11%
I ordine	-5%	-6%	1%	-1%	1%	1%	2%	-10%
II ordine	5%	1%	3%	5%	-4%	3%	-6%	-12%
loggione	12%	0%	4%	11%	3%	9%	4%	0%
palco	-50%	-9%	-3%	-8%	-7%	-19%	-31%	-39%

6.11.6 Parametro EDT sorgente in posizione S02

differenza percentuale RILIEVI/SURVEY								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	3%	9%	7%	11%	6%	9%	3%	-10%
I ordine	5%	-1%	10%	5%	4%	9%	-2%	-19%
II ordine	-15%	3%	5%	8%	3%	0%	-6%	-5%
loggione	-21%	-20%	-21%	-13%	-15%	-16%	-16%	-20%
palco	-8%	0%	-10%	-8%	-9%	-19%	-33%	-43%

differenza percentuale RILIEVI/ENGINEERING								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	1%	9%	7%	8%	4%	8%	1%	-9%
I ordine	-4%	-8%	-5%	-8%	0%	2%	3%	-11%
II ordine	-21%	4%	2%	2%	-1%	-5%	-6%	-13%
loggione	-23%	-19%	-18%	-16%	-10%	-10%	-17%	-25%
palco	-12%	-5%	-15%	-16%	-14%	-29%	-36%	-41%

differenza percentuale RILIEVI/PRECISION								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	-2%	7%	4%	6%	1%	2%	-3%	-10%
I ordine	-2%	-9%	0%	-1%	0%	0%	-6%	-15%
II ordine	-23%	1%	5%	-1%	-2%	-3%	-6%	-11%
loggione	-23%	-19%	-20%	-15%	-11%	-17%	-21%	-23%
palco	-12%	-5%	-13%	-9%	-14%	-26%	-35%	-41%

6.11.7 Parametro T30 sorgente in posizione S01

differenza percentuale RILIEVI/SURVEY								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	-13%	14%	13%	17%	15%	19%	15%	3%
I ordine	-43%	15%	22%	19%	17%	19%	10%	-8%
II ordine	-29%	9%	11%	17%	15%	15%	6%	4%
loggione	-17%	-11%	-14%	-11%	-13%	-11%	-13%	-15%
palco	-69%	-11%	-14%	-15%	-15%	-22%	-33%	-40%

differenza percentuale RILIEVI/ENGINEERING								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	-25%	0%	-1%	1%	1%	-2%	-7%	-3%
I ordine	-52%	-2%	0%	2%	1%	-4%	-10%	0%
II ordine	-39%	-2%	0%	-1%	-1%	-1%	-5%	-5%
loggione	-12%	-2%	0%	-1%	1%	-2%	-3%	-10%
palco	-67%	-2%	-3%	0%	0%	-2%	-6%	-11%

differenza percentuale RILIEVI/PRECISION								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	-25%	-1%	-2%	0%	2%	-1%	-4%	-6%
I ordine	-52%	-3%	-2%	-1%	2%	-3%	-3%	-5%
II ordine	-41%	-4%	-3%	-1%	-2%	-1%	-2%	-7%
loggione	-12%	-2%	-2%	-1%	1%	0%	-6%	-10%
palco	-68%	-2%	-5%	-1%	-1%	-2%	-7%	-10%

6.11.8 Parametro T30 sorgente in posizione S02

differenza percentuale RILIEVI/SURVEY								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	0%	-5%	-2%	-37%	-2%	-1%	-5%	-8%
I ordine	-26%	-2%	-4%	-1%	-1%	2%	-8%	4%
II ordine	-37%	-6%	-5%	-1%	0%	-3%	-6%	-7%
loggione	-23%	5%	1%	2%	0%	2%	1%	-5%
palco	-51%	-7%	-5%	-3%	-1%	-1%	-7%	-11%

differenza percentuale RILIEVI/ENGINEERING								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	3%	-3%	-1%	-39%	0%	-2%	-7%	-4%
I ordine	-24%	-2%	-2%	0%	-2%	0%	-5%	-8%
II ordine	-35%	-4%	-5%	1%	-1%	-2%	-6%	-12%
loggione	-27%	5%	0%	0%	2%	0%	-2%	-4%
palco	-49%	-3%	0%	2%	1%	-4%	-11%	-10%

differenza percentuale RILIEVI/PRECISION								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
platea	3%	-3%	-2%	-39%	-1%	-3%	-4%	-6%
I ordine	-26%	-2%	-4%	0%	1%	-1%	-4%	-4%
II ordine	-37%	-6%	-4%	0%	-2%	-3%	-6%	-7%
loggione	-26%	4%	3%	4%	1%	4%	-1%	-4%
palco	-52%	-7%	-5%	0%	0%	-3%	-7%	-10%

6.12 Considerazioni sull'assorbimento acustico e sul calcolo semplificato dei tempi di riverberazione

Due sono i fattori che influenzano la distribuzione spaziale del tempo di riverberazione: la forma e il volume della sala e la distribuzione dell'assorbimento. Per il calcolo previsionale del tempo di riverberazione esistono numerose relazioni più o meno attendibili in funzione della geometria e della distribuzione dell'assorbimento acustico all'interno dell'ambiente oggetto di studio.

Utilizzando alcune tra le più note relazioni per il calcolo previsionale del tempo di riverberazione si sono eseguiti dei confronti incrociati con i dati rilevati, includendo nei confronti anche il calcolo previsionale effettuato con le tecniche di ray-tracing. Le formule tengono conto dell'assorbimento dell'aria.

Vengono di seguito confrontati i risultati del calcolo previsionale mediante diverse tecniche del tempo di riverberazione medio in frequenza e i risultati dei rilievi.

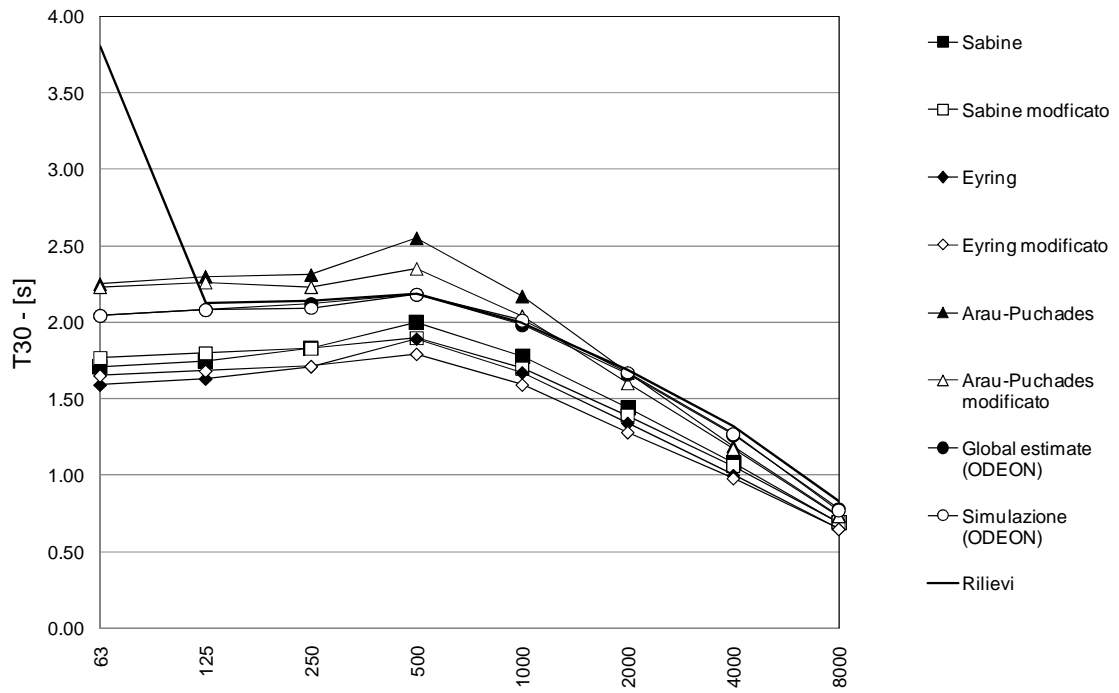
SORGENTE IN POSIZIONE 01

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Sabine	1,71	1,75	1,83	2,00	1,78	1,44	1,08	0,69
Eyring	1,59	1,63	1,71	1,89	1,67	1,34	1,00	0,65
Arau-Puchades	2,25	2,30	2,31	2,55	2,17	1,67	1,19	0,74
Global estimate (ODEON)	2,04	2,08	2,12	2,18	1,98	1,66	1,26	0,78
Simulazione (ODEON)	2,04	2,08	2,09	2,18	2,01	1,67	1,27	0,77
Rilievi	3,80	2,13	2,14	2,19	1,99	1,69	1,32	0,83

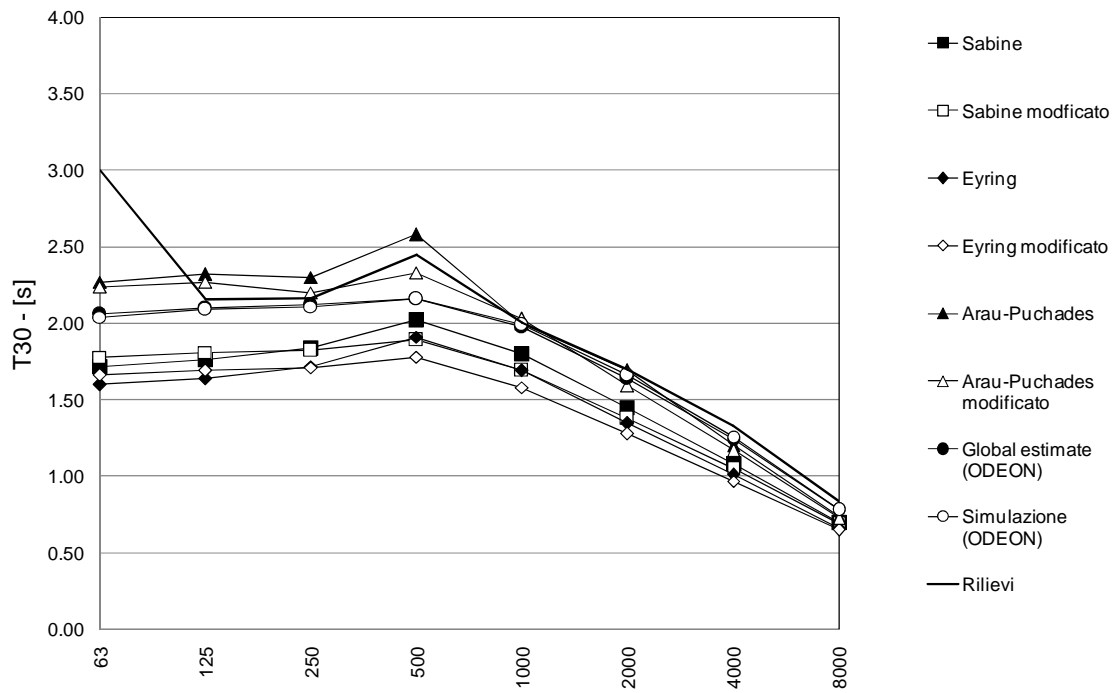
SORGENTE IN POSIZIONE 02

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Sabine	1,72	1,76	1,84	2,02	1,80	1,45	1,08	0,70
Eyring	1,60	1,64	1,72	1,91	1,69	1,35	1,01	0,66
Arau-Puchades	2,27	2,32	2,30	2,58	2,00	1,69	1,20	0,74
Global estimate (ODEON)	2,06	2,10	2,12	2,16	1,98	1,64	1,24	0,78
Simulazione (ODEON)	2,04	2,09	2,11	2,16	1,99	1,66	1,26	0,78
Rilievi	3,00	2,15	2,17	2,44	2,01	1,70	1,33	0,84

Sorgente 01



Sorgente 02



Utilizzando la formula di Sabine e di Eyring si nota una leggera sottostima del tempo di riverberazione, mentre la formula di Arau-Puchades tende a sovrastimare il tempo di riverberazione. E' importante comunque sottolineare che i dati d'ingresso dimensionali e di assorbimento acustico nel calcolo dei tempi di riverbero sono affetti da approssimazioni legate ad una imprecisa conoscenza delle effettive proprietà di assorbimento dei materiali presenti in opera, motivo questo non secondario ai fini di una corretta valutazione comparativa coi risultati dei rilievi.

Inoltre è opportuno sottolineare anche che le relazioni di Sabine ed Eyring non tengono in alcun modo in considerazione la distribuzione spaziale dell'assorbimento acustico all'interno dell'ambiente; tuttavia restituiscono dei valori di tempo di riverbero che sono indicativi della qualità acustica dell'ambiente. Lo stesso problema si presenta nell'utilizzo della relazione di Arau-Puchades, la quale se da un lato considera gli assorbimenti differenziati, dall'altro restituisce valori più attendibili quanto più la forma della sala si avvicina a quella di un parallelepipedo. Esistono tuttavia altre relazioni per predire in via semplificata i tempi di riverbero in ambienti con geometrie complesse, non considerate in questo lavoro.

A titolo indicativo, si ricavano di seguito i valori di assorbimento (unità assorbenti in m^2) dei teatri campionati utilizzando la formula semplificata di Sabine. Inoltre si riportano i m^3 e i m^2 di unità assorbenti per spettatore.

TEATRO DI ADRIA

Volume: 13600 m³

Spettatori: 1300

Volume/spettatore: 10,5 m³/persona

	125	250	500	1000	2000	4000
A medio platea S01 [m ²]	615,44	716,21	747,97	733,68	778,47	928,23
A medio palchi S01 [m ²]	628,65	718,56	744,53	721,49	770,38	916,34
A medio platea S02 [m ²]	631,17	712,41	747,21	745,17	774,13	947,54
A medio palchi S02 [m ²]	637,94	715,50	739,11	732,47	770,51	928,55
A medio/spettatore platea S01 [m ² /persona]	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
A medio/spettatore palchi S01 [m ² /persona]	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
A medio/spettatore platea S02 [m ² /persona]	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
A medio/spettatore palchi S02 [m ² /persona]	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002

TEATRO DI ROVIGO

Volume: 10900 m³

Spettatori: 1200

Volume/spettatore: 9,1 m³/persona

	125	250	500	1000	2000	4000
A medio platea S01 [m ²]	978,61	1124,70	1357,13	1595,80	1866,83	2319,74
A medio palchi S01 [m ²]	993,91	1169,33	1354,77	1576,82	1886,19	2319,75
A medio platea S02 [m ²]	950,93	1187,78	1403,61	1642,55	1907,63	2330,91
A medio palchi S02 [m ²]	1042,57	1170,33	1402,05	1641,69	1897,12	2312,92
A medio/spettatore platea S01 [m ² /persona]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
A medio/spettatore palchi S01 [m ² /persona]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
A medio/spettatore platea S02 [m ² /persona]	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
A medio/spettatore palchi S02 [m ² /persona]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

TEATRO DI TREVISO

Volume: 8100 m³

Spettatori: 750

Volume/spettatore: 10,8 m³/persona

	125	250	500	1000	2000	4000
A medio platea S01 [m ²]	841,03	924,19	1105,71	1255,61	1379,04	1517,34
A medio palchi S01 [m ²]	912,17	936,49	1130,98	1280,75	1391,74	1555,69
A medio platea S02 [m ²]	879,87	926,60	1153,93	1267,04	1364,65	1454,63
A medio palchi S02 [m ²]	906,01	953,63	1187,25	1309,36	1382,70	1498,67
A medio/spettatore platea S01 [m ² /persona]	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001
A medio/spettatore palchi S01 [m ² /persona]	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001
A medio/spettatore platea S02 [m ² /persona]	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001
A medio/spettatore palchi S02 [m ² /persona]	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001

TEATRO DI TRIESTE

Volume: 12140 m³

Spettatori: 1400

Volume/spettatore: 8,7 m³/persona

	125	250	500	1000	2000	4000
A medio platea S01 [m ²]	1408,94	1629,82	1747,20	1835,64	1952,14	2121,90
A medio palchi S01 [m ²]	1392,02	1665,13	1747,89	1851,05	1942,64	2097,68
A medio platea S02 [m ²]	1399,02	1620,97	1760,31	1858,00	1966,97	2155,88
A medio palchi S02 [m ²]	1459,59	1643,39	1751,35	1826,13	1962,18	2111,61
A medio/spettatore platea S01 [m ² /persona]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
A medio/spettatore palchi S01 [m ² /persona]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
A medio/spettatore platea S02 [m ² /persona]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
A medio/spettatore palchi S02 [m ² /persona]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

TEATRO DI VENEZIA

Volume: 15800 m³

Spettatori: 1000

Volume/spettatore: 15,8 m³/persona

	125	250	500	1000	2000	4000
A medio platea S01 [m ²]	1256,14	1457,64	1557,97	1633,94	1685,82	1946,42
A medio palchi S01 [m ²]	1365,94	1512,62	1557,95	1611,01	1665,45	1922,12
A medio platea S02 [m ²]	1199,83	1522,55	1692,47	1791,14	1826,64	2070,75
A medio palchi S02 [m ²]	1379,11	1575,87	1716,62	1799,36	1816,52	2049,42
A medio/spettatore platea S01 [m ² /persona]	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001
A medio/spettatore palchi S01 [m ² /persona]	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001
A medio/spettatore platea S02 [m ² /persona]	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
A medio/spettatore palchi S02 [m ² /persona]	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001

TEATRO DI SCHIO

Volume: 7200 m³

Spettatori: 750 (stimati dopo il restauro)

Volume/spettatore: 9,6 m³/persona

	125	250	500	1000	2000	4000
A medio platea S01 [m ²]	547,09	538,99	528,49	580,20	681,23	870,49
A medio palchi S01 [m ²]	634,78	691,21	719,02	734,23	757,94	871,62
A medio platea S02 [m ²]	536,66	535,12	328,06	570,44	675,70	862,87
A medio palchi S02 [m ²]	535,15	530,78	528,97	575,05	679,63	870,41
A medio/spettatore platea S01 [m ² /persona]	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002
A medio/spettatore palchi S01 [m ² /persona]	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
A medio/spettatore platea S02 [m ² /persona]	0,003	0,003	0,005	0,003	0,002	0,002
A medio/spettatore palchi S02 [m ² /persona]	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002

7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SUI RILIEVI E SUI RISULTATI DELLA SIMULAZIONE

7.1 Parte prima

Dai rilievi effettuati presso i teatri, è emerso quanto segue:

C₈₀

Il Teatro di Adria presenta valori del parametro C_{80} che variano mediamente tra -5 dB e 3 dB sia per la sorgente in S01 (sul palcoscenico) che in S02 (nella fossa d'orchestra), collocando il Teatro a cavallo di un intervallo di valori del parametro da letteratura che lo definiscono più che discreto sia per l'ascolto di musica sinfonica che d'organo.

Nel Teatro di Rovigo, con la sorgente in posizione 01 il parametro varia mediamente tra 0 e 10 dB definendo un ambiente valido sia per l'ascolto di musica sinfonica che leggera, mentre con la sorgente in posizione 02 la variazione media del parametro definisce l'acustica ottima per la musica sinfonica.

Il Teatro di Treviso presenta variazioni del parametro contenute mediamente tra -3 dB e 6 dB, indicando una buona acustica per la musica sinfonica sia con la sorgente in posizione 01 che 02.

A Trieste il parametro varia mediamente sempre tra -1 dB e 5 dB, evidenziando una buona acustica per la musica sinfonica.

Nel Teatro di Venezia, con la sorgente in S01, il parametro varia tra -1 dB e 5 dB definendo una buona qualità d'ascolto per la musica sinfonica; con la sorgente in S02 il parametro ha una variazione compresa tra -5 dB e 2 dB, ponendo il Teatro in un intervallo di letteratura che lo definisce discreto sia per musica d'organo che sinfonica.

Per quanto riguarda il Teatro di Schio, il rilievi sono stati eseguiti con la sorgente posta sul palcoscenico, in due diverse posizioni (una avanzata e una arretrata sul palcoscenico). L'andamento del parametro risulta molto variabile al variare della posizione, con valori compresi tra -5 e 5 dB alle basse frequenze, con andamento leggermente crescente verso le alte frequenze, con valori compresi tra 3 e 9 dB per la posizione di sorgente 1. La media della platea restituisce valori del parametro compresi tra -2 e 6 dB. Per la posizione 2, il parametro varia tra -6 e 3 dB alle basse, e tra 3 e 7 dB alle alte. L'andamento medio è compreso tra -3 e 4 dB. Nel I ordine di palchi laterali, la situazione è analoga a quella rilevata in platea per entrambe le posizioni di sorgente, con variazioni non trascurabili del parametro da posizione a posizione. Nel II ordine il parametro vede diminuire i suoi valori mediamente di 2 dB soprattutto alle basse frequenze. Analoghe considerazioni sulla variabilità del parametro nel loggione. Nel complesso i valori rilevati definiscono un'acustica mediamente buona per l'esecuzione di musica sinfonica e musica d'organo distinguendo le diverse zone del Teatro: in platea il parametro evidenzia valori più spostati verso l'esecuzione di musica sinfonica e leggera, nei palchi alti e loggione, musica sinfonica e d'organo.

D₅₀

Il Teatro di Adria presenta valori del parametro D₅₀ che varia mediamente tra 0,1 e 0,5, evidenziando una qualità medio-bassa per il parlato sia con la sorgente sul palcoscenico che nella fossa.

Migliore è la qualità del Teatro di Rovigo, con variazioni comprese tra 0,3 e 0,8.

Per Treviso, Adria e Venezia, il parametro si colloca su valori inferiori a 0,6, evidenziando una qualità discreta in alcune posizioni e appena sufficiente in altre, soprattutto nei palchi laterali.

Il valore del parametro nel Teatro di Schio, si attesta sempre su valori mediamente inferiori a 0,3 con alcune eccezioni in alcune posizioni microfoniche). Tali valori definiscono un ambiente con acustica scadente per la prosa (fatta eccezione per le posizioni prossime alla sorgente) e più adatto ad un ascolto di tipo “musicale”.

EDT

In tutti i teatri, il parametro presenta un andamento decrescente al crescere della frequenza con scostamenti anche significativi in frequenza nelle diverse postazioni microfoniche.

Il Teatro di Adria restituisce valori del parametro con andamenti medi che vanno dai 3,5-4 secondi alle basse frequenze, fino a circa 2 secondi alle alte, evidenziando un ambiente ricco di prima riverberazione sia con la sorgente in posizione 01 (palcoscenico) che 02 (fossa d'orchestra).

Nel Teatro di Rovigo invece l'andamento del parametro si attesta su valori molto inferiori rispetto al Teatro di Adria, con valori alle basse sull'ordine dei 1,5-2 secondi per diminuire a 1 alle alte.

Treviso mostra una situazione di generale uniformità nella variazione del parametro da postazione a postazione, con scostamenti contenuti, salvo alcune eccezioni. Il parametro varia mediamente, per entrambe le posizioni di sorgente, tra valori compresi tra 1,5 secondi alle basse frequenze e 1 secondo alle alte.

Per quanto riguarda Trieste, si riscontrano andamenti medi molto simili al Teatro di Treviso, con valori per entrambe le posizioni di sorgente, compresi tra 1,5 secondi alle basse frequenze e 1 secondo alle alte frequenze. In alcune postazioni microfoniche, il parametro scende anche sotto al secondo alle basse, e sotto 0,5 secondi alle alte.

Il Teatro di Venezia presenta valori nella platea con sorgente sul palcoscenico che vanno da 2 secondi alle basse frequenze fino a circa 1,3 secondi alle alte per diminuire leggermente nelle postazioni microfoniche nei palchetti laterali. Con la sorgente in fossa, i valori del parametro diminuiscono di circa 0,3-0,4 secondi.

Il parametro, nel Teatro di Schio, è molto variabile in funzione della posizione (anche 1 secondo). I valori medi tuttavia vanno da valori prossimi a 2,3 secondi alle basse frequenze fino a 0,8-1 secondi alle alte sia con la sorgente in posizione avanzata che arretrata sul palcoscenico.

T30

In tutti i teatri il parametro presenta un andamento decrescente al crescere della frequenza con scostamenti contenuti in frequenza nelle diverse postazioni microfoniche.

Il Teatro di Adria restituisce valori del parametro con andamenti medi che vanno dai 3,5-3,8 secondi alle basse frequenze, fino a circa 2-2,3 secondi alle alte, evidenziando un ambiente ricco di riverberazione sia con la sorgente in posizione 01 (palcoscenico) che 02 (fossa d'orchestra).

Presso il Teatro di Rovigo si registra un quadro acustico decisamente meno riverberante con un ambiente che presenta un tempo di riverbero che varia da 1,8 secondi alle basse frequenze, fino a 0,8 secondi alle alte, con scostamenti irrilevanti nelle diverse posizioni microfoniche.

Il Teatro di Treviso, presenta dei tempi ulteriormente ridotti alle basse frequenze, con valori attorno a 1,5 secondi per scendere fino a 0,7 secondi alle alte.

A Trieste i tempi scendono a 1,3 secondi alle basse frequenze e 0,9 alle alte, definendo un ambiente abbastanza asciutto con curve di decadimento molto uniformi al variare della posizione di sorgente e ricevitori.

Presso il Teatro di Venezia, i tempi vanno da 2-2,3 secondi alle basse, fino a 1,2-1,5 alle alte, con variazioni del parametro anche di 0,5 secondi alle basse frequenze nelle diverse posizioni microfoniche.

Nel Teatro di Schio, il parametro presenta una variabilità contenuta al variare della posizione microfonica e della sorgente con un andamento medio attorno ai 2 secondi alle medio-basse frequenze, che scende fino a 0,8 secondi alle alte, definendo un ambiente abbastanza riverberante alle frequenze del parlato.

Per quanto riguarda la prima parte del lavoro di tesi, relativo dalla campagna di rilievi eseguiti presso un campione rappresentativo di teatri storici è emerso che è difficile pervenire alla formulazione di un metodo unificato per il rilievo acustico. Dalle indicazioni fornite dalla norma UNI EN ISO 3382 e dalla carta di Ferrara, molto utili in sede di "collaudo acustico", ma che lasciano comunque ampio margine interpretativo ai tecnici nella scelta delle posizioni microfoniche e di sorgente, non deriva una prassi metodologica tale da portare a differenze accettabili nella variabilità dei valori rilevati per alcuni parametri chiave.

I rilievi effettuati, oltre che diventare un prezioso contributo alla catalogazione dei teatri storici censandone le principali caratteristiche acustiche, permettono di condurre una serie di analisi puntuali e dettagliate al fine di studiare e definire la qualità acustica degli ambienti campionati secondo i criteri proposti in letteratura e migliorare gli aspetti relativi alle tecniche di campionamento.

Tuttavia la variabilità dei parametri di maggior interesse è influenzata da numerosi fattori legati a variabili ambientali e umane.

Un recente round robin test di misura tenutosi presso il Teatro Bonci di Cesena, che ha coinvolto una decina di gruppi di lavoro di diverse università italiane, si è proposto di indagare quali possano essere i fattori di incertezza nell'acquisizione dei parametri acustici legati alla qualità dell'ascolto all'interno di ambienti confinati. Il round robin test si è svolto in concomitanza, ed è entrato a far parte, del PRIN 2003 "*The acoustics of large rooms for*

music performance”. Da questo test-confronto interuniversitario è emerso che, nonostante l’adozione di metodi normati e procedure codificate per l’acquisizione dei parametri e la scelta delle posizioni di sorgente e microfoni, rimangono comunque numerosi fattori e variabili che condizionano l’attendibilità dei risultati. Alcuni fattori sono riconducibili a: differenza tra le catene strumentali; operatori diversi, diverse tecniche e software di acquisizione. Anche se i dati del round robin test non sono ancora ufficialmente disponibili, un’analisi parziale del confronto dei dati acquisiti dalle numerose squadre partecipanti, ha evidenziato scostamenti anche elevati di alcuni parametri considerati “importanti” per la definizione della qualità acustica.

Esistono allo stato attuale tecniche di acquisizione e normative molto sviluppate e precise, tuttavia il problema dell’attendibilità dei dati acquisiti rimane ancora un obiettivo da inseguire e da raggiungere.

7.2 Parte seconda

La taratura del modello del Teatro Civico di Schio è risultata particolarmente impegnativa, già in fase di definizione geometrica delle superfici e dei volumi degli elementi della sala. In particolar modo è risultata complicata e a volte arbitraria l’assegnazione delle proprietà di assorbimento e scatter alle diverse superfici e materiali del modello. Gli scarti percentuali dei parametri simulati rispetto ai valori rilevati sono molto ridotti. Le simulazioni restituiscono valori dei parametri praticamente analoghi, se non coincidenti, ai valori rilevati per quasi tutte le postazioni microfoniche in platea e sui palchi laterali a tutte le frequenze (con qualche eccezione alle basse ed alle alte frequenze).

Gli scarti rispetto ai dati rilevati, a parità di proprietà assegnate ai materiali, sono più elevati nelle modalità di simulazione semplificate, per diventare minimi nelle modalità di calcolo più dettagliate.

Nel complesso i risultati finali di taratura del modello sono molto incoraggianti. Dai risultati e dal confronto con i valori misurati, è emerso quanto segue:

C₈₀

Il parametro C₈₀ presenta variazioni percentuali anche significativamente elevate sia per la sorgente in posizione S01 che S02. E’ un parametro fortemente influenzato dalla posizione del microfono in sala. Tuttavia è importante ricordare e sottolineare, che scostamenti percentuali elevati corrispondono a differenze dell’ordine massimo di 5 dB in qualche posizione e a qualche frequenza. Per la maggior parte delle postazioni microfoniche, le differenze sono contenute entro i 2 dB, differenza difficilmente quantificabile dall’orecchio umano in termini di sensazione soggettiva.

D₅₀

Il parametro D₅₀ presenta variazioni percentuali abbastanza simili nelle tre modalità di precisione di calcolo, con variazioni dal 3% al 20% circa a tutte le frequenze per la

sorgente in posizione 01, salvo alcune eccezioni che arrivano fino al 35% circa. Analoga è la situazione restituita con la sorgente in posizione 02.

EDT

Il parametro EDT, con la sorgente in posizione S01, presenta variazioni percentuali inferiori al 10% a tutte le frequenze in tutte le zone del Teatro per i tre gradi di precisione di calcolo, eccetto che nella zona del palcoscenico, dove si hanno scostamenti del parametro superiori al 30% a 63 Hz e a 4000 e 8000 Hz. Per quanto riguarda la posizione S02, le differenze percentuali sono leggermente più elevate rispetto ad S01, ma si mantengono sotto il 15% a tutte le frequenze per ogni zona del Teatro, eccetto che nel palcoscenico e nel loggione, dove alle basse e alle alte frequenze si arriva a differenze percentuali rispetto ai rilievi anche dell'ordine del 30-40%.

T30

Per quanto riguarda il parametro T_{30} , con la sorgente in posizione S01 si nota un significativo scostamento delle variazioni percentuali del parametro passando dalla modalità survey alle modalità engineering e precision (queste ultime due, molto simili tra loro). Tale differenza diminuisce parecchio con la sorgente in posizione S02, restituendo variazioni percentuali del parametro molto simili nelle diverse zone del Teatro per i tre gradi di precisione di calcolo. Escluse le basse frequenze, e in alcune zone del Teatro le alte, la variazione percentuale del parametro si colloca sempre sotto il 10%; la variazione è contenuta entro il 5% per le frequenze da 125 a 2000 Hz. L'errore percentuale aumenta molto alle basse frequenze (anche oltre 40% a 63 Hz) e leggermente alle alte (al massimo 10%). Per le alte frequenze la causa degli scostamenti percentuali potrebbe essere legata all'assorbimento dell'aria e alle variazioni di temperatura e umidità relativa durante il tempo necessario per eseguire i rilievi (l'umidità e la temperatura riportata durante i rilievi è una media di campionamenti e può verificarsi che in diverse posizione microfoniche, la temperatura e l'umidità relativa vari localmente); il software invece, impostata una temperatura e un valore di umidità relativa che rimangono costanti per tutte le posizioni microfoniche, effettua una restituzione dei parametri alle medesime condizioni termigrometriche in ogni posizione all'interno della sala. Alle basse frequenze invece (63 Hz), gli elevati scostamenti percentuali sono imputabili a valori non attendibili nei rilievi in quanto alle basse frequenze si riscontrano problemi di emissione da parte della sorgente dodecaedrica.

Come noto, le problematiche legate ad una corretta modellizzazione acustica che fornisca risultati attendibili e validi in fase di progettazione e restauro è di tutt'altro che semplice risoluzione. Negli ultimi anni si è assistito a grandi passi in avanti della tecnologia che ha portato ad uno sviluppo impensabile, fino a qualche anno fa, delle piattaforme hardware. Di pari passo con questo sviluppo, sono state approfondite e migliorate le tecniche di simulazione al calcolatore, sviluppando nuove teorie, riducendo i tempi di calcolo, aumentando la complessità dei modelli.

Tuttavia, anche in questo ambito, numerosi sono i fattori di incertezza che accompagnano il complesso iter della progettazione, a partire dai casi applicati di recupero,

fino alla progettazione *ex novo*. Soffermando l'attenzione sugli aspetti relativi al recupero di ambienti esistenti e in particolar modo alla taratura dei modelli di simulazione, numerosi sono i fattori e le variabili che presentano, allo stato attuale, un troppo elevato grado di "arbitrarietà" nella scelta. I principali fattori sono legati ai dati di input della modellizzazione, tra cui l'assegnazione dei valori dei coefficienti scatter e di assorbimento, la definizione geometrica del modello, la taratura del modello stesso e, non meno importanti, la qualità dei rilievi in opera e le incertezze che questi ultimi comportano.

Nel caso di un recupero, ma a maggior ragione in casi di progettazione *ex novo*, le proprietà dei materiali e la loro interazione con l'ambiente in cui sono inseriti, è di fondamentale importanza per indirizzare i risultati della modellizzazione verso conclusioni attendibili.

Nel caso specifico, portato ad esempio, l'assegnazione dei coefficienti di scatter alle superfici e ai materiali non è banale, perché il coefficiente di scatter è un coefficiente difficilmente quantificabile, frutto dell'interazione del materiale con l'ambiente circostanze e con la distribuzione spaziale delle onde sonore.

Inoltre le superfici assorbenti all'interno delle sale teatrali presentano dei coefficienti di assorbimento molto disomogenei da zona a zona e da elemento ad elemento. Il coefficiente della zona della platea occupata dalle sedute solitamente presenta valori che variano da 0,6 a 1 e le altre superfici solitamente coefficienti che variano tra 0,02 e 0,3. L'effetto di questa disomogeneità non è trascurabile ed è uno dei principali motivi che porta ad una difformità del comportamento dei materiali all'interno dei software di simulazione rispetto all'effettiva risposta dell'ambiente reale; inoltre, tali valori assegnati ai materiali, sono spesso frutto di misure in camera riverberante (per incidenza diffusa), o ricavati con tecniche "per incidenza normale". Riuscire ad avere coefficienti di assorbimento e scatter corretti ricavati in camera riverberante o mediante altre tecniche, non sempre è sufficiente a garantire una buona attendibilità dei risultati. Nella fase di taratura inoltre, dovendo necessariamente approssimare la geometria del modello, spesso i coefficienti e le proprietà specifiche dei materiali assegnati vengono alterate al fine di ridurre al minimo gli scostamenti tra valori rilevati e simulati, introducendo nuovi fattori d'incertezza sulla corretta scelta di materiali da inserire nel modello per il recupero.

Questi sono solo alcuni dei nodi e delle problematiche ancora da risolvere per arrivare ad avere un buon grado di attendibilità in via previsionale. Per il momento, la differenza in termini qualitativi di una buona progettazione acustica è ancora fortemente legata all'esperienza del tecnico che si pone di fronte al problema da gestire e risolvere.

Esiste poi una moltitudine di fattori legati agli aspetti soggettivi della percezione sonora che sono ancora lontani dal raggiungere una corretta correlazione con gli aspetti oggettivi legati alla definizione dei parametri acustici. Questo diventa un ulteriore fattore d'incertezza in fase di modellizzazione, ma non è oggetto di questo lavoro.

Fondamentale a questo punto sarebbe l'elaborazione di un metodo unificato, come è avvenuto in ambito ambientale, che definisca procedure di taratura unificate dei modelli di simulazione.

Analisi come quelle qui presentate possono costituire la base di tale elaborazione e fornire utili indicazioni sulle problematiche di modellizzazione e valutazione delle proprietà acustiche dei grandi ambienti per l'ascolto musicale.

8 CONCLUSIONI

Nel presente lavoro di tesi sono stati affrontati e approfonditi gli aspetti relativi alle problematiche connesse alle moderne tecniche di acquisizione e studio dei parametri acustici in ambienti di grandi dimensioni, specificamente nei teatri d'opera.

Partendo da rilievi in opera presso teatri esistenti e artisticamente attivi, è stato possibile acquisire e approfondire una serie di conoscenze relative alle tecniche di campionamento e all'acustica dei grandi ambienti adibiti alla rappresentazione musicale; in particolare sono state rilevate e criticamente analizzate le incertezze di cui soffrono tali tecniche.

Il lavoro ha permesso di raccogliere una notevole quantità di dati acustici e parametri oggettivi, utili per la tutela del patrimonio acustico dei teatri storici all'italiana.

Si sono inoltre approfonditi gli aspetti riguardanti la modellizzazione e taratura dei modelli numerici di simulazione, concentrando l'attenzione su un caso reale di teatro storico all'italiana in fase di restauro, e fornendo un metodo specifico e dettagliato di analisi e soluzione dei problemi relativi alla modellizzazione stessa.

Frutto del lavoro di taratura al calcolatore, è un modello virtuale del Teatro Civico di Schio calibrato sui valori dei parametri rilevati in opera. Tale modello sarà lo strumento base per lo studio e l'analisi dei futuri interventi di restauro in fase di progettazione.

BIBLIOGRAFIA

Testi consultati:

Harris C.M., *Manuale del controllo del rumore*, Mc Graw Hill, New York 1979

Bose Prodotti professionali, *Guida al progetto. Una introduzione sistematica alla progettazione di sistemi acustici*. Roma 1991

Pierce J.R., *La scienza del suono*, Bologna, Zanichelli 1988

Seto W., *Acustica*, Milano, Etas Libri 1978

Zwicker E. , Fastl H., *Psycho-Acoustics*, Springer 1999

Spagnolo R., *Manuale di Acustica Applicata*, UTET, Torino, 2001

Lazzarin R., Strada M., *Elementi di Acustica Tecnica*, CLEUP, Padova, 2001

Moncada Lo Giudice G., Santoboni S., *Acustica*, Masson, Milano, 1997

Butera L., *Architettura Acustica*, Görlich, 1975

Beranek L. L., *Music, Acoustics and Architecture*, J. Wiley & Sons, New York, 1962

Rocco L., *Fondamenti di Acustica Ambientale*, Alinea, Firenze, 1984

Alziati A., *Acustica Ambientale e Insonorizzazioni*, Etas Libri, Sonzogno, 1979

Alton Everest F., *Manuale di Acustica*, Hoepli, Milano, 1994

Cirillo E., *Acustica Applicata*, Mc Graw-Hill, Milano, 1997

Boulet M., Moissinac C., Soullignac F., *Sale da Concerto*, Tecniche Nuove, Milano, 1992

Tronchin L., *“La progettazione acustica e le applicazioni virtuali e multimediali: l’auditorium del conservatorio di Parma”*, Seminario A.I.A., Trani, 2000

Magrini A., Magrini U., *“Auditorium realizzato in una chiesa romanico-gotica: S.Agostino in Genova”*, Seminario A.I.A., Abbazia di Praglia, 1993

Cocchi A., Farina A., “*Utilizzo di Ex-chiese come sale polifunzionali: la chiesa di S.Lucia a Bologna*”, Seminario A.I.A., L’Aquila, 1990

Cocchi A., Fausti P., Farina A., “*Qualificazione acustica dei palazzi dello sport: alcuni casi sperimentali*”, Seminario A.I.A., Napoli, 1991

Cocchi A., Farina A., “*Correzione acustica di ex-chiese riadattate per utilizzo concertistico: un esempio di progettazione di interventi non Sabiniani con l’ausilio del calcolatore*”, Conferenza Internazionale “Acoustics and recovery of spaces for music”, Ferrara, 1993

Neufert E. “*Enciclopedia pratica per progettare e costruire*”, Hoepli, Milano, 1999

Garai M., Secchi S., Semproni G., “*Isolamento acustico degli edifici*”, Maggioli, Rimini, 2000

Baice G., “*Il teatro Civico di Schio*”, Edizioni Menin, 1993

Beranek L.L., “*Concert and opera halls: how they sound*”, Acoustical Society of America, New York, 1996

Christensen C.L., “*Odeon Room Acoustic Program, Version 8.0; User Manual, Industrial, Auditorium and Combined Editions*”, ODEON A/S, Lyngby, Denmark, 2005

Cingolani S., Spagnolo R., “*Acustica musicale e architettonica*”, UTET, Torino, 2005

Mancini F., Muraro M.T., Povoledo E., “*I teatri del Veneto – Vol. II*”, Regione Veneto – Giunta Regionale, Corbo e Fiore, Venezia, 1985

Norma UNI EN ISO 3382 del Novembre 2001

Zironda G., “*Restauro del teatro Civico. Relazione storica*”, Schio, 1982

San Martin R., Arana M., “*Predicted and experimental results of acoustic parameters in the new Symphony Hall in Pamplona, Spain*”, Applied Acoustics 67 (2006) 1-14

Zeng X., Christensen C.L., Rindel J.H., “*Practical method to define scattering coefficients in room acoustic model*”, Applied Acoustics 67 (2006) 771-786

Chatillon J., “*Influence of source directivity on noise level in industrial halls: Simulation and experiments*”, Applied Acoustics 68 (2007) 682-698

Bowden E.E., Wang L.M., “*Verifying two commercial software implementations of impulse-response-based speech intelligibility measurements*”, Applied Acoustics 68 (2007) 717-728

Zhu X., Ma Q., Zhu Z., Cheng J., “*Validation o fan optimizzation procedure to improve low frequency characteristics of rooms*”, *Applied Acoustics* 67 (2006) 529-540

Zhang Y., “*A method to predict reverberation time in concert hall preliminary design stage*”, Tesi di dottorato, Georgia Institute of Tecnology, 12/2005

Fausti P., Farina A., “*Acoustic measurements in opera houses: comparison between different techniques and equipment*”, *Journal of Sound and Vibration* (2000) 232 (1), 213-229.

Iannace G., Ianniello C., Maffei L., Romano R., “*Objective measurement of the listening condition in the old Italian opera house Teatro di San Carlo*”, *Journal of Sound and Vibration* (2000) 232 (1), 239-249.

Prodi N., Pompoli R., “*Guidelines for acoustical measurements inside historical opera houses: procedures and validation*”, *J Journal of Sound and Vibration*, (2000), 232 (1), pp. 281 – 301.

Ianniello C., “*The acoustics of the Italian-Style Opera House*”, Proc. 17th International Congress on Acoustics. Rome 2-7 september 2001.

UNI EN ISO 3382:2001, Acustica - Misurazione del tempo di riverberazione di ambienti con riferimento ad altri parametri acustici.

Fausti P., Prodi N., “*On the testing of renovations inside historical opera houses*”, *Journal of Sound and Vibration* (2002) 258 (3), 563–575.

Boniotto E., Boscolo S., Bovo M.E., Di Bella A., Granzotto N., Rinaldi C., Zecchin R., “*Risultati di un’indagine sui teatri d’opera nel triveneto: analisi dei principali parametri acustici*”, 33° Convegno A.I.A., Ischia, 2006