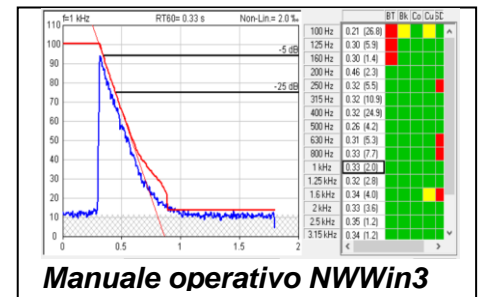


RT60 Tempo di riverberazione



Manuale operativo NWWin3

Alberto Armani
Giugno 2016
(Revisione 2024)

Premessa

Con la pubblicazione della nuova serie di normative UNI EN ISO 16283 si è provveduto alla riscrittura completa dell'intero sistema di riferimento per le misure di acustica edilizia in opera.

In relazione alla valutazione del tempo di riverberazione, il riferimento normativo richiamato da queste nuove norme è costituito dalla UNI EN ISO 3382-2-2008.

In questo contesto si è dovuto provvedere ad aggiornare il software Noise & Vibration Works sia per inserire le procedure ed i metodi di calcolo richiesti dalla serie ISO 16283, sia per adeguare la misura del tempo di riverberazione ai requisiti della ISO 3382-2.

La misura del Tempo di Riverbero in NWWin3

La misura del tempo di riverbero è stata sempre inserita nel software NoiseWorks come funzione base fino dalle prime versioni; con gli anni sono stati migliorati gli algoritmi di calcolo ed aggiunti vari tipi di controllo volti a ridurre i vari artefatti spesso prodotti da questo tipo di misure.

Nel 2008, con il sopraggiungere della ISO 3382-2 che forniva una più accurata definizione per i parametri di calcolo dei tempi di riverberazione, molti costruttori di fonometri decisero di inserire nella loro strumentazione anche le funzioni specifiche dedicate alla misura diretta della riverberazione.

Come conseguenza si è reso necessario adattare le funzioni di importazione dati di NWWin3 per il supporto delle misure di riverbero acquisite direttamente dai fonometri e considerata la particolarità della misura si è pensato anche di aggiungere la possibilità di un controllo diretto del fonometro per consentire una gestione completa via.

La Gestione delle misure di riverberazione in NWWin3

In NoiseWorks ci sono 3 modalità distinte di gestione delle misure di tempo di riverberazione:

- Modalità esecuzione Real-Time
- Modalità importazione diretta
- Modalità Post-elaborazione

Nella modalità esecuzione Real-Time, il software NWWin3 controlla completamente tutte le fasi di misura del fonometro Larson Davis LxT, 831 o 831C allo scopo di consentire una sequenza predefinita di acquisizioni di rumore interrotto o impulsi, da cui poi vengono calcolati automaticamente i tempi di riverberazione per le singole bande di ottava o 1/3 d'ottava e visualizzati in forma sia grafica che numerica, completi di 5 indicatori di qualità per indicare la corretta esecuzione della misura.

Con la modalità d'importazione diretta, il software NWWin3, si collega via interfaccia USB al fonometro Larson Davis 831 o 831C e nel modo 'Misura RT60' si procede a scaricare i files di misura del riverbero precedentemente acquisiti in campo direttamente con il fonometro dotato di apposita opzione 831-RT.

La modalità Post-elaborazione è stata aggiunta in NWWin3 in tempi più recenti, allo scopo di consentire un ricalcolo dei tempi di riverberazione su misure già acquisite in precedenza o calcolate direttamente dal fonometro. La stessa modalità può essere impiegata per correggere a posteriori, alcune situazioni particolarmente critiche sfuggite ai vari controlli degli algoritmi di calcolo automatico.

La funzione di Post-elaborazione è in grado anche di estrarre il tempo di riverberazione direttamente dalle 'time history' indipendentemente si tratti di rumore interrotto, di eccitazione impulsiva o che siano costituiti da eventi singoli o da sequenze di più eventi.

MODALITA' REAL-TIME

La modalità Real-Time per la misura del tempo di riverberazione prevede il controllo del fonometro collegato al PC.

Per aprire la finestra che consente il collegamento diretto con lo strumento, iniziare dal menu Start e individuare il gruppo NWWin3; al suo interno selezionate il comando "LD LxT - 831 – 831C".

Eeguire la connessione con lo strumento e selezionare il Modo RT60 dalla scheda Misura della barra multifunzione. Nella finestra visualizzata selezionare "Esecuzione di una nuova misura in Realtime".

Viene così aperta la finestra di impostazione come nella Figura 1, dove l'operatore ha la possibilità di impostare i parametri base per la misura dell'RT60.

- Banda d'Ottava di misura in 1/1 ottave oppure in 1/3 d'ottava.
- Impostare la banda di frequenza inferiore e superiore.
- Tipo di sorgente di sonorizzazione tra rumore interrotto o un segnale impulsivo.
- La velocità di acquisizione come 'Delta time', selezionabile tra 2.5, 5, 10 e 20 millisecondi.
- La banda in frequenza su cui rilevare il livello di soglia per attivare il trigger; solitamente si consiglia la banda dei 2.5 o 3.15 kHz per ridurre le frequenti interferenze di tipo vocale.
- Il livello della soglia di trigger per il riconoscimento dell'evento, che non deve essere inteso come valore massimo ma come valore medio; valori suggeriti possono essere 55 - 65 dB per il rumore interrotto e 65 – 75 dB per gli impulsi.
- La durata di Pretrigger va fissata tra i 0.3 e 0.5 secondi, mentre quella di Misura va impostata in relazione al presunto tempo di riverberazione massimo ed aumentata di 1/4.

L'opzione "Schroeder Backward Integration" viene attivata solo per il Tipo di Segnale è Impulso all'impulso (Integrated impulse response method, punto 5.3 della ISO 3382-2).

L'opzione "Accetta tutte le nuove misure automaticamente" disattiva la richiesta di consenso dell'operatore per accettare o rifiutare ogni singola misura durante la misura; in cantiere dove sono comuni i disturbi casuali, questa funzione consente di rifiutare una acquisizione contaminata da rumore estraneo.

La funzione "Usa la media dei decadimenti tra le posizioni" esegue la media tra i decadimenti rilevati nelle singole posizioni microfoniche come 'Ensemble Averaging' (metodo preferito punto 5.2.2 della ISO 3382-2) ovvero come ricalcolo su una nuova curva di decadimento ottenuta dalla media sincronizzata dei singoli campioni dei decadimenti di ciascuna posizione di misura. Disattivando questa funzione, il tempo di riverbero medio tra le postazioni microfoniche è calcolato come semplice media aritmetica.

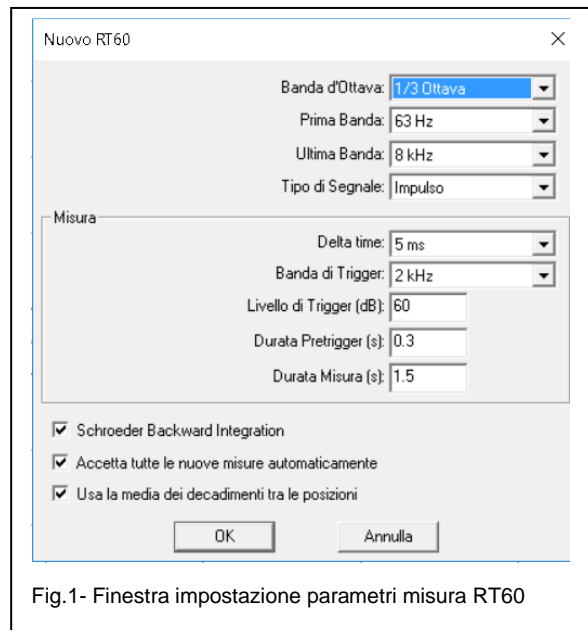


Fig.1- Finestra impostazione parametri misura RT60

2.3 Acquisizione e calcolo RT60

Terminata l'impostazione base dei parametri di misura, premendo 'OK', verrà aperta una finestra grafico / numerica pronta per iniziare l'acquisizione delle misure per il calcolo diretto del tempo di riverberazione RT60.

La sorgente di eccitazione sonora, sia questa a rumore interrotto o a impulsi, è controllata separatamente; la funzione di Trigger consente al sistema di misura di rilevare il segnale sonoro di eccitazione e di catturare automaticamente il suo decadimento. Questa soluzione consente maggiore libertà operativa in campo, non legando il controllo della sorgente di rumore al sistema di misura. (niente cavo tra fonometro e sorgente sonora).

Per avviare la misura Real-Time del tempo di riverbero, basta ora cliccare sul pulsante "Run" ed attivare la sorgente di rumore interrotto o generare un impulso; individuato l'evento sonoro, il software NWWin3, automaticamente estrae la porzione di segnale utile per il calcolo e la rappresenta graficamente nei termini di decadimento della 'time history' di una banda di 1/1 o 1/3 d'ottava, come riportato in Fig.2.

L'operatore può ora cliccare sui tempi di riverbero riportati nella tabella a fianco e per ogni banda di frequenza, avrà la possibilità di osservarne il corrispondente decadimento; a destra della tabella numerica viene riportata con i colori verde <ok>, giallo, <attenzione> e rosso, <problemi>, la condizione di 5 indicatori di qualità riferibili sempre alle richieste della ISO 3382-2.

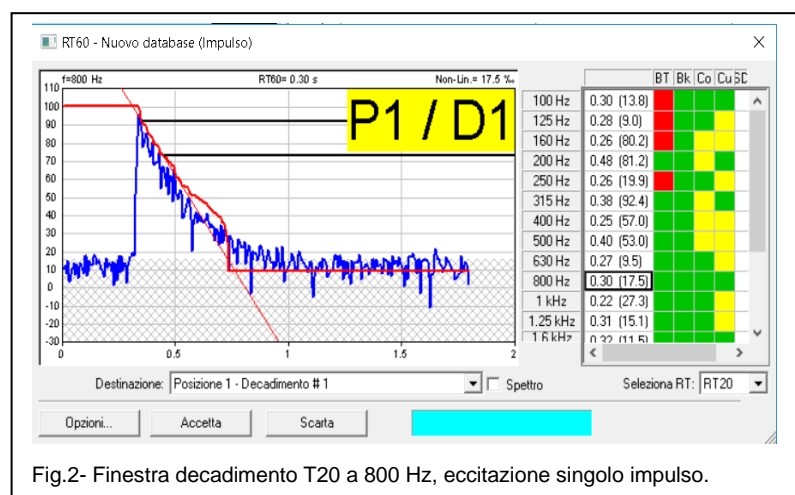


Fig.2- Finestra decadimento T20 a 800 Hz, eccitazione singolo impulso.

Se il giudizio sulla qualità della misura è scadente in relazione o all'osservazione dei decadimenti o per la quantità di quadratini rossi nella mappa degli indicatori, l'operatore può cliccare sul pulsante 'Scarta' e ripetere l'acquisizione generando un nuovo evento sonoro.

In condizioni di misura favorevoli, è possibile disattivare la funzione di controllo per l'accettazione delle singole misure e così è possibile eseguire più velocemente, sequenze di eccitazione / acquisizione nelle varie postazioni microfoniche. Terminata la sequenza di acquisizioni nella prima postazione, è sufficiente cliccare su 'Stop' per poter poi attivare con un successivo 'Run' la nuova sequenza relativa alla postazione numero due e così di seguito.

Al termine della sequenza di acquisizioni, è disponibile lo spettro del tempo di riverbero medio dell'intero ambiente, che può essere verificato come decadimento medio per singole bande di frequenza oppure come media

per ogni postazione microfonica o anche per ogni singola acquisizione, in modo da poter facilmente risalire ad individuare un eventuale decadimento anomalo ed eliminarlo dalla media globale.

Nel grafico di Fig.3 viene riportato il decadimento della stessa banda di 1/3 d'ottava di 800 Hz già visualizzata in Fig.5, per evidenziare l'effetto della media dei decadimenti operata dalla funzione di 'Ensemble averaging'; il decadimento di Fig.5 risulta molto frastagliato rispetto allo stesso di Fig.6, catturato dopo una media di 9 'D9' decadimenti eseguite in 3 'P3' diverse postazioni microfoniche; nella tabella numerica, il numero indicato tra parentesi dopo ciascun tempo di riverbero, si riferisce al coefficiente di correlazione tra il decadimento lineare calcolato ed il risultato della curva di Backward Integration; più basso risulta questo indice, più accurato risulta il valore di RT60 calcolato, rispetto alla curva del decadimento misurato. Nel caso riportato possiamo rilevare che il riverbero ad 800 Hz era pari a 0.30 secondi con una 'non linearità' di 17.5% ed è diventato di 0.32 s con una non linearità ridotta a 2.0% dopo una media su $9 \times 3 = 27$ decadimenti. Osservare anche la differenza nel confronto tra le due mappe degli indicatori di qualità, quasi tutti verdi per la misura mediata ad eccezione di tre quadratini rossi a 100, 125 e 160 Hz per l'indicatore $BT > 16$ (rif.: punto 7.3 della ISO 3382-) poiché questi valori di riverbero misurati, risultano inferiori al tempo di risposta elettrico dei corrispondenti filtri a 1/3 d'ottava.

(per esempio, per la banda dei 100 Hz il tempo minimo del filtro, risulterebbe di circa 0.7 s mentre quello misurato è di 0.60 s)

Spuntando la casella 'Spettro', indicata in Fig.4, si passa dalla modalità grafica che visualizza i decadimenti, alla modalità che visualizza lo spettro di riverberazione con corrispondente 'Scarto Tipo' o 'Deviazione Standard'.

Lo spettro di riverberazione viene riportato con una grafica dove sull'asse delle ascisse vengono indicate le bande in 1/1 o 1/3 d'ottava e sulle ordinate la scala in secondi. Lo spettro medio è riportato con una traccia in rosso, mentre i blue sono sovrapposte le tracce degli spettri medi corrispondenti a ciascuna

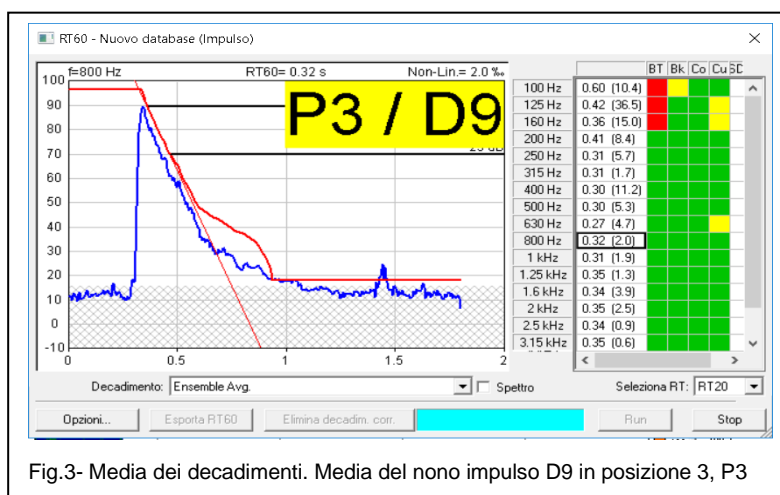


Fig.3- Media dei decadimenti. Media del nono impulso D9 in posizione 3, P3

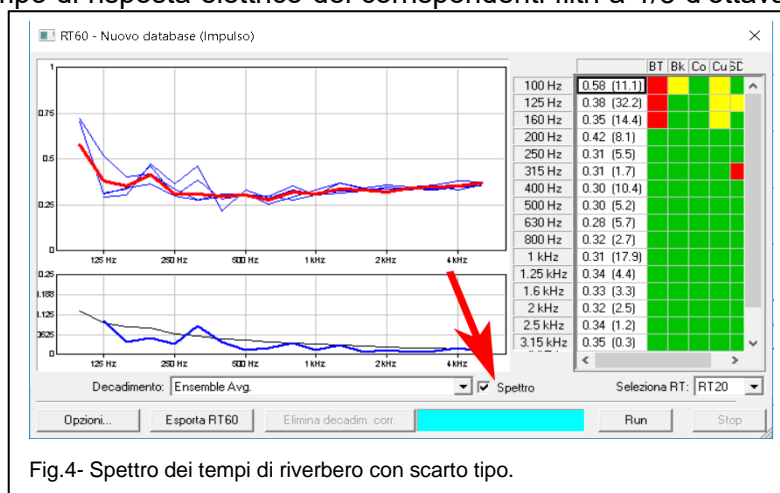


Fig.4- Spettro dei tempi di riverbero con scarto tipo.

postazione microfonica; questa modalità grafica consente un facile confronto per verificare se si sono verificate anomalie evidenti nel calcolo del riverbero sulle varie bande in frequenza e nel caso, quale delle postazioni di misura ne è rimasta coinvolta.

Per esaminare tutti gli spettri di riverbero corrispondenti alla media globale (ensemble averaging) o a quelli delle singole postazioni o per selezionare un eventuale spettro con artefatti, da eliminare dalla media, occorre aprire la finestra di selezione denominata "Decadimento" e quindi scorrere verso l'alto o verso il basso per selezionare l'elemento desiderato.

RT60 con rumore impulsivo e correzione dei risultati

L'esempio riportato evidenzia alcune delle prerogative associate alla rappresentazione grafica dei risultati ed agli indicatori di qualità, utilizzati per individuare varie forme di problematiche che possono interferire nei comuni automatismi utilizzati per il calcolo delle misure di tempo di riverbero.

Nel caso in esame una sola misura su 20 è stata interessata da un rumore di tipo impulsivo esterno, che si è sovrapposto all'impulso di eccitazione acustica generato tramite un clappatore; il decadimento alla frequenza di 800 Hz viene riportato in Fig.5, dove si può osservare indicato dalla freccia rossa l'interferenza sul decadimento, provocata dall'impulso di rumore estraneo; gli indicatori di qualità 'Co' coefficiente di correlazione e 'Cu' indicatore di curvatura del decadimento evidenziano quasi per tutte le frequenze, uno stato di attenzione 'giallo'.

Se però andiamo a vedere l'influenza di questa singola misura disturbata, sull'insieme mediato con tutte le altre 19 misure, Fig.6, la potremmo considerare trascurabile, poiché gli indicatori 'Cu' e 'Co' sono nuovamente tornati 'verdi', sebbene per le frequenze da 315 a 1500 Hz lo scarto tipo ci dia un indice di allarme. A 800 Hz il riverbero mediato risulta pari a 0.35 s mentre in precedenza nella misura disturbata era pari a 0.52 s.

Passando alla visualizzazione della media degli spettri di riverberazione, riportata in Fig.7, è possibile notare, che mentre gli spettri di tre postazioni microfoniche, danno risultati sovrapponibili, lo spettro della posizione 4 indicato con la freccia rossa, da valori sensibilmente maggiori, per tutte quelle bande in frequenza dove l'indicatore di qualità 'scarto tipo', ne evidenzia in rosso la condizione di allarme. Il grafico posto sotto allo spettro di riverberazione, riporta i valori di scarto tipo per banda di frequenza sovrapposti ad una curva ideale che indica i valori attesi per condizione di campo diffuso; la traccia blue dello scarto tipo, non dovrebbe mai essere superiore alla curva nera di riferimento, almeno per le frequenze superiori alla frequenza di Schroeder che nel caso in esame è posta a circa 250 Hz.

In Fig.8 sono rappresentati gli spettri di riverbero della posizione 4 ovvero quelli contenenti la misura con il disturbo, che viene qui selezionata ed indicata con la curva nera a punti. L'interferenza sulle altre misure rilevate nella medesima posizione risulta molto evidente in relazione allo spettro della media, riportato con la traccia in rosso.



Fig.5- Decadimento con disturbo impulsivo.

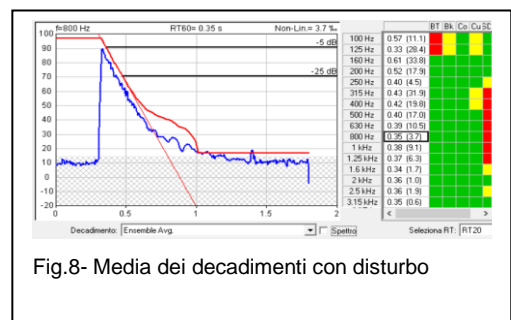


Fig.8- Media dei decadimenti con disturbo

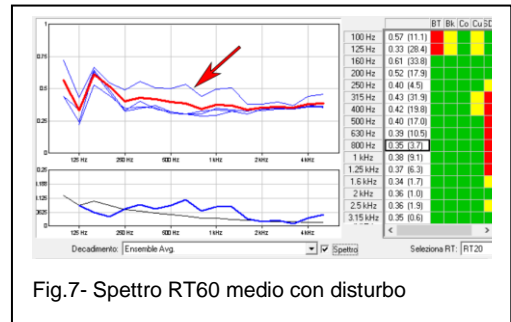


Fig.7- Spettro RT60 medio con disturbo

La Fig.9 riporta infine la situazione dove la misura con il disturbo è stata rimossa con il pulsante "Elimina Decadimento Corrente", ottenendo una mappa di indicatori di qualità quasi completamente verde ed un grafico di scarto tipo completamente al di sotto della curva ideale di riferimento.

RT60 con rumore interrotto

La modalità di esecuzione in Real-Time consente di misurare il tempo di riverbero sia con eccitazione impulsiva sia con rumore interrotto; sebbene l'eccitazione impulsiva risulti unitamente al metodo dell'integrazione dell'impulso ovvero alla 'Backward Integration', il sistema più pratico, veloce e di maggiore accuratezza, quando si devono valutare riverberi per le frequenze inferiori alla banda dei 100 Hz, si deve sempre preferire l'eccitazione mediante rumore interrotto, meglio se fornito da due sorgenti e due generatori di rumore separati.

Utilizzando il rumore interrotto, è però opportuno tenere presente alcune regole importanti per evitare possibili sorgenti di artefatti nel calcolo dell'RT60.

Generalmente i problemi maggiori con l'uso della eccitazione con rumore interrotto subentrano quando si eseguono misure in ambienti piccoli e con pareti regolari, quali possono essere rappresentati dalla maggior parte dei comuni locali domestici; in queste situazioni è meglio non utilizzare una alta velocità di acquisizione ma per esempio scegliere una velocità di 20 ms piuttosto che non 5 ms; con tale scelta si cerca di ridurre le veloci fluttuazioni del livello di rumore presenti sulle bande a bassa frequenza; queste fluttuazioni unitamente ai modi di risposta dell'ambiente alle basse frequenze, possono generare difficoltà nella sincronizzazione delle medie di insieme e difficoltà nella ricerca del punto in cui il segnale si interrompe ovvero nella definizione del punto da cui bisogna iniziare il calcolo del decadimento scartando i primi 5 dB.

L'esempio che riportiamo in Fig.10 evidenzia la situazione tipica relativa al decadimento sulla banda dei 500 Hz di un rumore interrotto, acquisito con un campionamento ogni 5 ms; sono evidenti fluttuazioni di livello superiori anche ai 10 dB.

Per queste valutazioni dell'RT60 con rumore interrotto, vengono riportati in Fig.11, i corrispondenti spettri di riverbero per le singole 10 misure e per la loro media; risulta rilevante la dispersione dei risultati, evidenziata in giallo dagli indicatori 'Co' coefficiente di correlazione e 'Cu' indicatore di curvatura oltre che dall'indicatore 'SD' scarto tipo, rosso per quasi tutte le bande di frequenza e molto al di sopra della curva di riferimento, come è possibile osservare nella corrispondente rappresentazione (grafico inferiore).

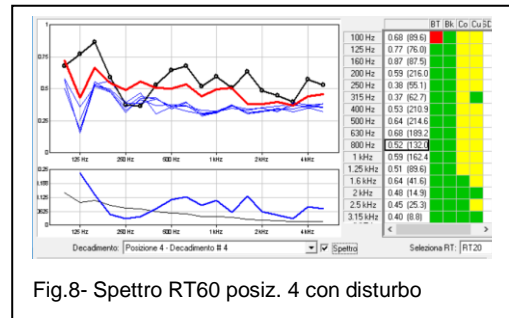


Fig.8- Spettro RT60 posiz. 4 con disturbo

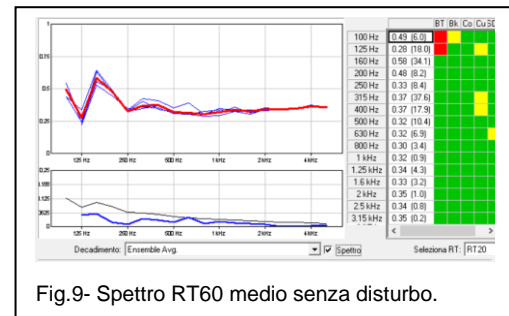


Fig.9- Spettro RT60 medio senza disturbo.

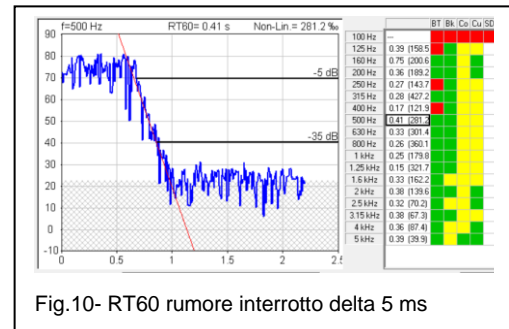


Fig.10- RT60 rumore interrotto delta 5 ms

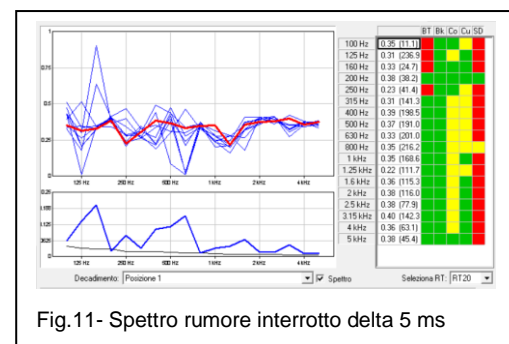


Fig.11- Spettro rumore interrotto delta 5 ms

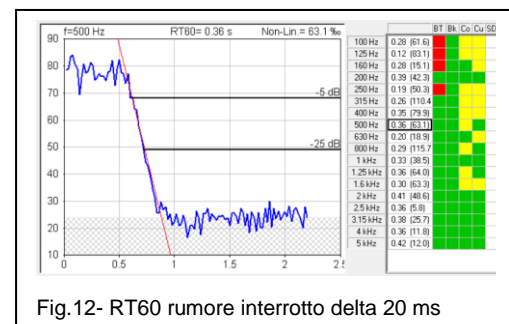


Fig.12- RT60 rumore interrotto delta 20 ms

La Fig.12 mostra la stessa misura riportata in Fig.10 ma acquisita con un campionamento di 20 ms; con un campionamento più lento, tutte le fluttuazioni presenti sul decadimento del segnale di rumore, vengono praticamente annullate e la definizione dei punti di inizio a -5dB e di fine calcolo a -25dB, sono ora identificabili senza incertezza.

Il risultato come spettri di riverbero delle singole misure e della loro media per una acquisizione di 20 ms, viene mostrato in Fig.13 dove confrontando la situazione dei vari indicatori di qualità con i corrispondenti della Fig.15 è possibile rendersi conto dei miglioramenti ottenuti semplicemente adeguando il tempo di campionamento, mentre un simile confronto con gli indicatori della Fig.13 dà ancora una ulteriore conferma sulla migliore affidabilità dei risultati utilizzando il metodo dell'impulso integrato rispetto a quello del rumore interrotto.

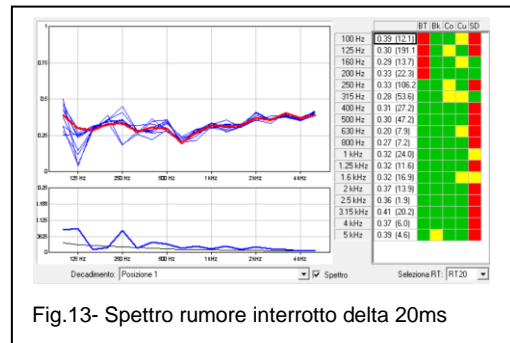


Fig.13- Spettro rumore interrotto delta 20ms

MODALITA' IMPORTAZIONE DIRETTA DA FONOMETRO

Il fonometro Larson Davis 831 ha una opzione specifica 'RT60' che consente l'esecuzione diretta delle misure per la valutazione del tempo di riverberazione; questa opzione archivia le misure di riverbero nella memoria del fonometro come files con estensione RA Room Acoustics.

Con il fonometro collegato scaricare le misure eseguite nel modo RA, come indicato nella figura 14.

Tutti i files RT60 relativi alle misure di riverberazione generate direttamente in campo tramite l'opzione 'RA' del fonometro 831, non sono direttamente compatibili con il software NWWin3; devono essere prima visualizzati nel modo RT60 del driver 831 di NWWin3 per poterli convertire nel formato richiesto.

Conversione dei files '.r.slmdl'

Per procedere alla conversione dei files '.r.slmdl', si utilizza il comando "Carica r.slmdl" dalla barra multifunzione.

Se il file è caricato correttamente l'intera struttura della misura viene riportata con suddivisione delle posizioni di misura e del numero di misure per ciascuna posizione; l'operatore ha ancora la possibilità di verificare una seconda volta ogni singolo decadimento e la media dei decadimenti per le varie posizioni di misura per decidere poi se trasferire la misura di riverbero completa di tutti i singoli decadimenti o solo per lo spettro di riverberazione come RT20 o RT30 al modulo base di NWWin3.

MODALITA' POST ELABORAZIONE

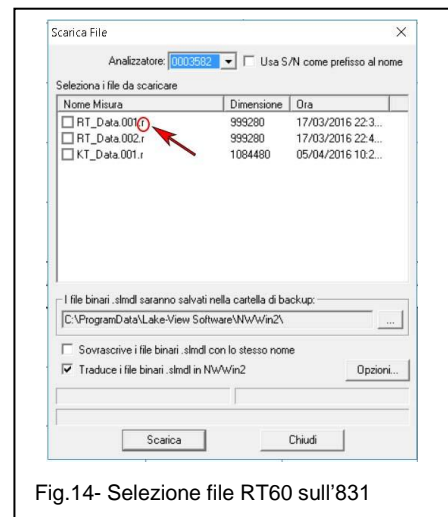


Fig.14- Selezione file RT60 sull'831

In questa modalità è possibile costruire la misura di RT60 partendo dalle misure di time history originali ed estraendo direttamente i decadimenti. Il programma consente di avere in ogni time history uno o più decadimenti.

Per creare la nuova misura di tempo di riverberazione, usare il comando “Tempo di Riverberazione” dalla scheda ISO della barra multifunzione.

Come indicato nella Fig.16 impostare i parametri desiderati per la nuova misura di tempo di riverbero.

Una volta creata la nuova misura usare il pulsante “Aggiunge” per includere i decadimenti che si trovano nelle misure di time history; viene aperta una finestra come nella figura 17.

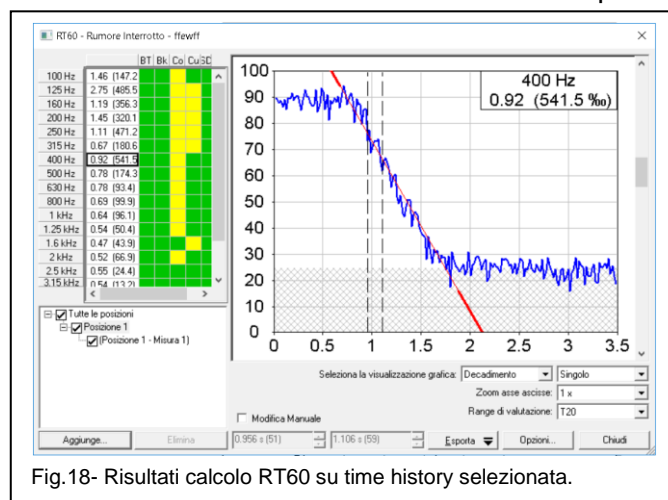
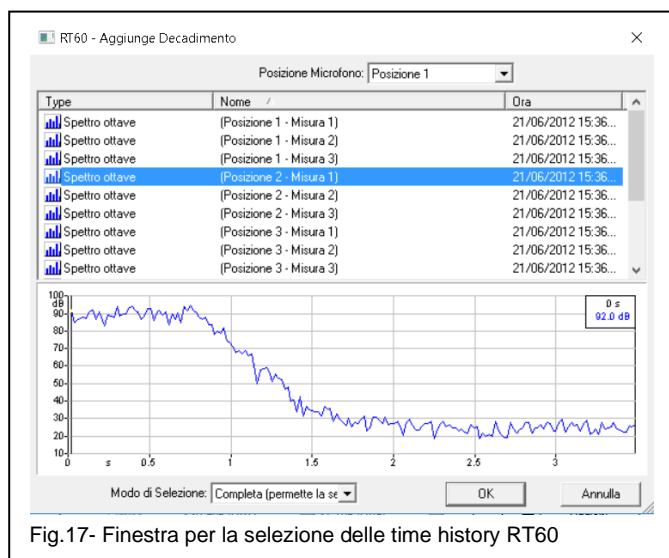
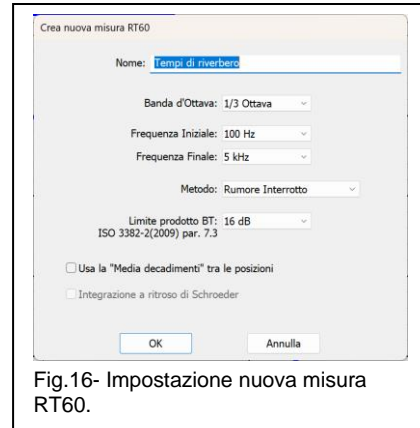
La finestra a tendina “Posizione Microfono” indica a quale posizione saranno aggiunte le time history importate. Quando la misura di RT60 è nuova è possibile selezionare solo la scritta “>>> Aggiunge nuova posizione”; questo elemento dovrà essere selezionato in seguito per iniziare una nuova posizione.

La finestra a tendina in basso chiamata “Modo di Selezione” contiene le voci “Completa”, “Lunghezza fissa” e “Lunghezza variabile”. La voce Completa è quella che si deve usare quando le time history contengono solo un decadimento.

Selezionando una delle time history elencate, nel grafico si potrà osservare la corrispondente traccia nel tempo, con il decadimento del livello globale lineare. Se le time history hanno un solo decadimento ciascuna, è possibile selezionare più di una time history ed eseguire un inserimento multiple in un colpo solo.

Per ottenere il calcolo del tempo di riverbero è ora sufficiente cliccare sul pulsante ‘OK’; la finestra di selezione verrà chiusa e la finestra dell’RT60 viene aggiornata come riportato in Fig.18, con i risultati dei calcoli dei tempi di riverbero condotti sulla time history selezionata.

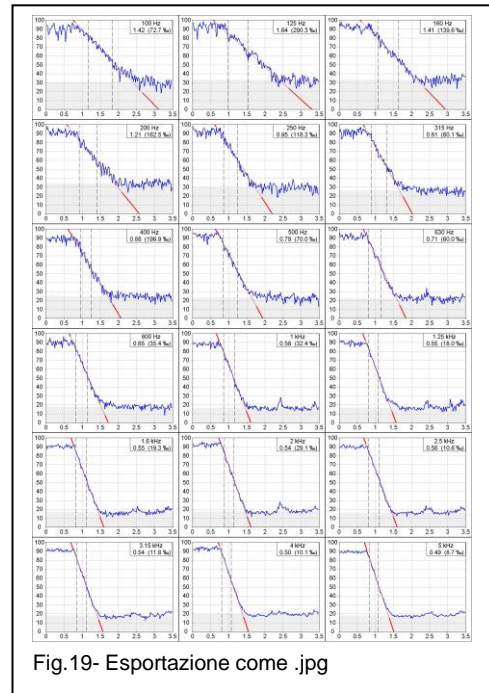
La finestra RT60 ora è completa di tabella numerica con indicati i valori di riverbero per ciascuna banda di 1/3 d’ottava, unitamente ai corrispondenti coefficienti di correlazione riportati tra parentesi, seguiti dagli indicatori di qualità, visualizzati con i colori rosso, giallo e verde su un grigliato a cinque colonne in relazione ai problemi rilevati nel calcolo. Nella medesima finestra è possibile visualizzare in forma grafica, uno o più profili dei vari decadimenti; la selezione della banda in frequenza del grafico, avviene agendo con un click sul tempo di riverbero riportato nella tabella numerica. La visualizzazione di più finestre grafiche ciascuna per singole bande di



frequenza è selezionabile nel 'combo box' che riporta le voci: 'Singolo', 'Multiplo 2x2', Multiplo 3x3', 'Multiplo 4x4' e così via.

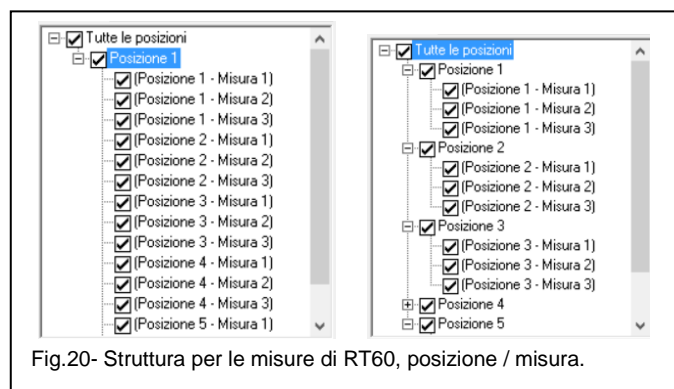
Il campo "Range di Valutazione" consente di visualizzare i risultati del calcolo eseguito su una gamma di decadimento di 20 dB (T20), piuttosto che su 30dB (T30), sempre scartando i primi 5 dB di decadimento; qualora gli automatismi di individuazione dei punti di calcolo, utilizzati per determinare la migliore retta di decadimento, dovessero fallire, per esempio come nel caso di un coefficiente di correlazione troppo alto come quello indicato in Fig.18 tra parentesi pari a 541.5 %, è possibile abilitare la funzione 'Modifica Manuale' e trascinare mediante mouse, i due cursori lungo la retta di decadimento per selezionare le posizioni più adatte a minimizzare il coefficiente di correlazione. Gli interventi con la funzione di 'Modifica Manuale' sono generalmente più frequenti sui calcoli eseguiti sui singoli decadimenti ottenuti con rumore interrotto rispetto a quelli ottenuti con il metodo ad impulsi.

La funzione esporta consente di generare dei files immagine in formato JPG, DIB, BMP, WMF con la serie completa di tutti i decadimenti come riportato in Fig.19; l'esportazione come TXT oppure DIF genera un file dati contenente i valori di RT60 per ciascuna banda di frequenza oltre alla corrispondente Deviazione Standard.



Nella finestra di calcolo RT60, in corrispondenza della voce 'Seleziona la Visualizzazione Grafica', scegliendo 'Spettro' piuttosto che 'Decadimento', si potrà visualizzare lo spettro dei tempi di riverberazione nella forma grafica con asse delle ascisse in bande di terzi di ottava ed asse delle ordinate in secondi; sotto al grafico dello spettro di riverberazione è inserito il grafico dello scarto tipo tra misure appartenenti alla medesima posizione o tra le varie posizioni di misura, in relazione alla selezione che l'operatore può condurre sulla finestra relativa alla struttura della misura, posizionata in basso a sinistra; nel grafico dello scarto tipo, una curva sottile in nero, indica la condizione ideale di risposta per campo diffuso; lo scarto tipo della misura completa del tempo di riverberazione, dovrebbe sempre mostrare valori di scarto tipo non superiori alla curva di riferimento riportata, almeno per tutte le frequenze superiori alla frequenza di Schroeder dell'ambiente misurato.

L'organizzazione della struttura per il calcolo dell'RT60 viene decisa dall'operatore durante la selezione dei files misura preventivamente importati; l'operatore può decidere per una semplice struttura sequenziale come mostrato nella tabella di sinistra della Fig.20 oppure seguire il criterio di suddividere le misure in base alle diverse postazioni microfoniche distribuite nell'ambiente come mostrato nella tabella di destra, o anche in base ad un diverso posizionamento della sorgente sonora.



La struttura ad albero che visualizza l'organizzazione completa della misura, mostra in corrispondenza di ciascuna misura o gruppo di misure un 'check-box' che consente all'operatore di poter controllare l'influenza di ciascuna misura o gruppo di misure sul risultato finale o anche di eliminare definitivamente una misura alterata da artefatti.

Al termine delle operazioni, la finestra viene chiusa cliccando sul pulsante 'Chiudi'. Se la misura è stata modificata verrà chiesto se si vogliono mantenere le modifiche. Si ritorna quindi

nel modulo base del software NWWin3 dove la nuova misura generata con il modulo di calcolo RT60, viene riportata nella lista della finestra del 'Contenuto Documento'.

Se al momento della chiusura del modulo RT60 era stato selezionato 'T20', allora i valori di RT60 esportati saranno quelli corrispondenti ad un calcolo sui primi 20 dB di decadimento, se era selezionato 'T30', allora i valori di RT60 saranno quelli di un calcolo eseguito su 30 dB di decadimento. (solitamente le normative richiedono il valore di 'T20').

Calcolo RT60 in NWWin3 su decadimenti multipli.

L'esempio che segue si riferisce all'importazione di files con time history contenenti decadimenti multipli ovvero con sequenze di eccitazioni di tipo impulsivo oppure serie di successive accensioni e interruzioni di sorgente sonora con rumore interrotto; non ha importanza se gli eventi sono temporalmente equi distanziati o a distanze casuali.

Perché considerare il calcolo del riverbero su time history contenenti sequenze di eccitazioni sonore ad impulsi o a rumore interrotto? In generale per semplificare le procedure in opera di acquisizione per questo tipo di valutazioni; è sufficiente per esempio disporre di un fonometro capace di acquisire spettri in 1/3 d'ottava con cadenza almeno di 10-20 ms. e non un fonometro dotato di funzioni specifiche per la misura del tempo di riverberazione; l'operatore dispone di maggiore libertà nel generare l'eccitazione sonora dell'ambiente ovvero, specie nel caso dell'eccitazione ad impulsi, può da solo avviare la misura e quindi generare gli impulsi mediante clappatore, spostandosi liberamente nell'ambiente e cambiando posizione del microfono, disponendo poi sempre di una elaborazione che gli consente una facile eliminazione di tutti i disturbi e la selezione delle sole porzioni di segnale significative per il calcolo del riverbero. Nel caso poi della misura con eccitazione tramite sorgente sonora con tecnica del rumore interrotto, si rende disponibile la completa libertà tra generatore di segnale e acquisizione e l'operatore può attivare ed interrompere la sorgente sonora a sua completa discrezione.

Anche per le time history contenenti decadimenti multipli, per accedere alla funzione di calcolo RT60 con il software NWWin3 si procede con la creazione della misura di RT60 come fatto per i decadimenti singoli.

Cliccando nell'elenco misure, viene visualizzata nel grafico sottostante la time history corrispondente, mostrandoci come profilo del livello globale nel tempo, il numero ed il tipo di eventi sonori e la loro sequenza temporale.

Selezionato il file che ci interessa elaborare, per calcolare l'RT60, dovremo inizialmente scegliere se eseguire una selezione manuale della porzione di decadimento oppure se utilizzare una finestra temporale prefissata; questa impostazione si fa col il campo 'Modo di Selezione', scegliendo 'Lunghezza Variabile' o 'Lunghezza Fissa'.

Con 'Lunghezza Variabile' (Fig. 21), ho la possibilità di una selezione libera trascinando il mouse sulla porzione relativa ad un decadimento, mentre scegliendo 'Lunghezza Fissa', è possibile definire una finestra temporale con apertura fissa in secondi, che verrà impiegata per la selezione dei vari decadimenti appartenenti alla medesima time history.

Si prosegue quindi selezionando mediante mouse, la porzione di decadimento che interessa il primo evento; se si è scelta la selezione variabile occorre prestare attenzione nel caso di rumore interrotto, nel selezionare il decadimento nella sua interezza ovvero con una porzione di livello stabile precedente al decadimento seguita da una porzione relativa al rumore di fondo; nel caso di eccitazione impulsiva, i singoli impulsi vanno selezionati completamente.

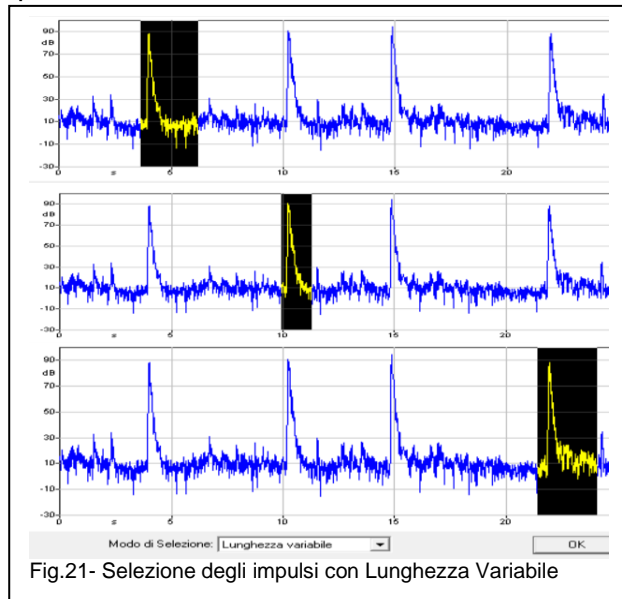


Fig.21- Selezione degli impulsi con Lunghezza Variabile

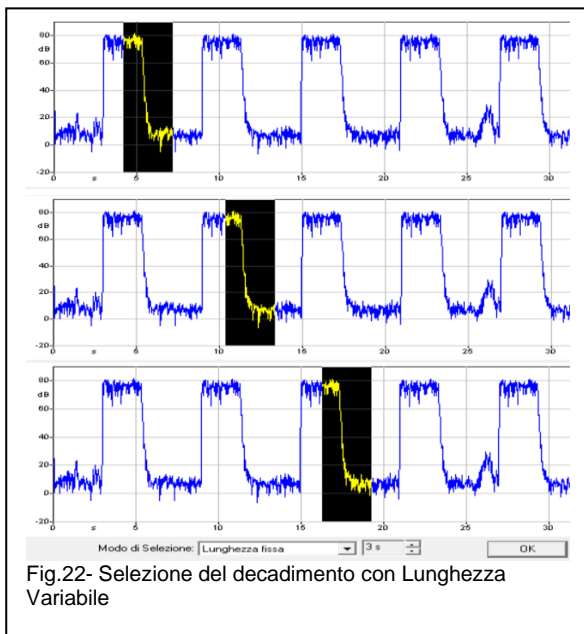


Fig.22- Selezione del decadimento con Lunghezza Variabile

Nel caso di file misura eseguita con eccitazione di tipo impulsivo, ci si comporta con le medesime procedure descritte in precedenza con l'accortezza di selezionare completamente l'impulso, inclusa anche una piccola porzione che precede l'impulso medesimo; nella sequenza riportata in Fig.21, è possibile osservare l'utilizzo della selezione a Lunghezza Variabile utilizzata per la selezione di tre decadimenti.

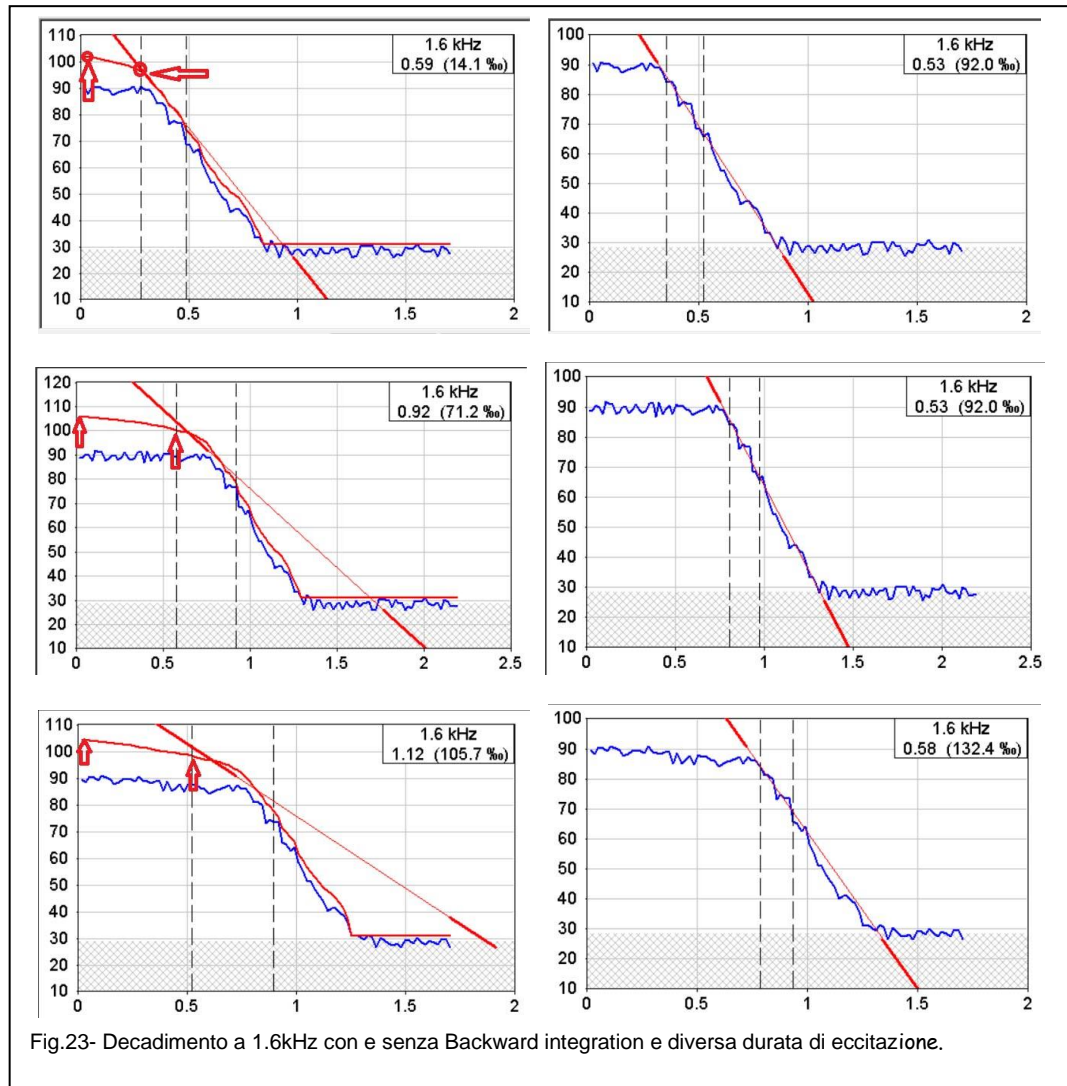
NOTA: Perché non si deve utilizzare la Backward Integration o integrazione di Schroeder sui decadimenti associati alle misure di rumore interrotto?

A questa domanda non troverete facile risposta neppure navigando con perizia sul Web.

Per chiarire meglio la questione, riporto con sei grafici in Fig.23, il decadimento relativo al rumore interrotto misurato sul 1/3 d'ottava di 1.6 kHz; i tre grafici a sinistra sono calcolati con l'applicazione della Backward Integration mentre quelli a destra sono calcolati senza processo di integrazione. Il processo di integrazione a ritroso, visualizzato dalla traccia in rosso, mostra con evidenza che tale processo continua anche quando viene raggiunto il livello sonoro di eccitazione dell'ambiente, presente prima dell'interruzione del segnale; la curva in rosso del segnale integrato continua quindi ad aumentare ed aumenterà maggiormente se teniamo in considerazione per il nostro calcolo, una maggiore durata del segnale di eccitazione ovvero di quella parte di segnale che precede l'istante di interruzione.

Infatti, la determinazione del punto a -5 dB da cui si inizia il calcolo dell'RT60, viene pesantemente influenzata dal risultato della integrazione a ritroso e la posizione delle frecce sui grafici di sinistra ne evidenzia l'effetto in relazione ad una durata del livello di rumore che precede l'interruzione pari per i tre grafici a 0.3, 0.7 e 0.8 secondi.

Il calcolo dell'RT60 con l'applicazione della integrazione a ritroso fornisce 0.59, 0.92 e 1.12 secondi per le tre diverse condizioni a cui corrispondono i valori di 0.53, 0.53 e 0.58 secondi per il calcolo senza Backward Integration; sui vari grafici, la retta del decadimento evidenzia molto bene l'entità degli errori introdotti dal processo di integrazione a ritroso.



Completamente diversa la situazione quando la Backward integration viene applicata ad una eccitazione di tipo impulsivo come riportato in Fig.24; il processo di integrazione a ritroso all'istante di inizio dell'impulso, non viene più alimentato stabilizzando il processo su un livello costante (nel nostro esempio indicato dalle due freccette rosse a 90 dB) da cui poi sarà sempre facile determinare il punto a -5 dB di inizio calcolo per i valori di 'T20' e 'T30'.

