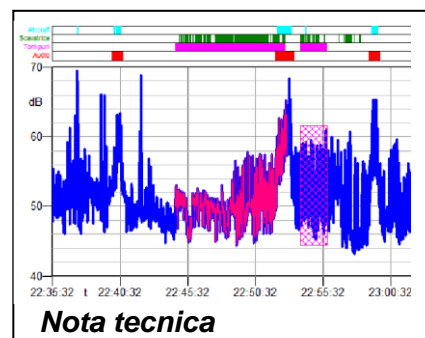


# L'impiego dei marcatori nelle misure di rumore ambientale



**Spectra S.r.l.**  
**Gennaio 2025**

**Premessa** *L'impiego sempre più diffuso delle tecniche di monitoraggio del rumore ambientale, estese su tempi lunghi, rende necessario trovare soluzioni adatte per poter eseguire e gestire velocemente specifiche operazioni di post processo sulle misure acquisite.*

*Operazioni come: riconoscere, individuare, evidenziare, valutare, confrontare, suddividere o mascherare, un evento sonoro, una componente tonale, le ore o i giorni più rumorosi, possono richiedere da parte dell'operatore tempi di analisi difficilmente sostenibili.*

*In questa nota tecnica viene presentata la nuova gestione dei marcatori introdotta nel software 'NoiseWorks' allo scopo di aiutare l'operatore nel ricercare ed evidenziare tutte le possibili situazioni di particolare interesse o criticità, contenute nelle varie tipologie di misura di lunga durata.*

## **I marcatori come strumento grafico di annotazione**

Storicamente l'impiego dei marcatori nasce nel momento in cui si rese possibile memorizzare nel fonometro il profilo storico del livello sonoro nel tempo; come periodo, possiamo risalire verso la metà degli anni 90; il primo impiego fu quello di annotare direttamente sul profilo storico, l'evento di una particolare situazione sonora che si desiderava porre in evidenza. Questo presupponeva logicamente che fosse l'operatore a decidere quando attivare un marker e che tipo di marker; proprio per la ragione che l'attivazione del marcatore veniva lasciata alla discrezione e prontezza dell'operatore, fu successivamente introdotta la funzione di per trigger di attivazione del marcatore in modo da poter marcare anche un periodo di qualche secondo precedente all'attivazione manuale per poter evidenziare l'intero evento.

Successivamente l'informazione dei marcatori, memorizzati nel fonometro fu importata ed utilizzata nel software di post elaborazione allo scopo non solo di mostrare con modalità grafiche evidenti tutti gli eventi marcati in campo dall'operatore, ma anche quello di raggruppare durate e livelli sonori appartenenti ai diversi marcatori per indicarne i relativi contributi sonori in dB sul livello globale dell'intero periodo di misura.

Oggi la funzione dei marcatori si è ulteriormente evoluta ed è diventata uno strumento essenziale nel processo di lettura ed analisi dei dati provenienti dalle stazioni di monitoraggio non presidiate. Nella fase di post analisi di questo tipo di misure, i Marcatori sono ora utilizzati per evidenziare sulle time history, tutte quelle situazioni che richiedono particolari attenzioni ad iniziare dagli eventi sonori individuati automaticamente, alla durata dei toni puri, ad eventuali periodi di misura mascherati, a periodi interessati

dalla pioggia o dal vento sopra i 5 m/s, alle registrazioni audio, o ancora per evidenziare ogni altra particolarità trovata dall'operatore nell'analisi a posteriori sui risultati della misura.

### I marcatori per gli eventi sonori

Il primo utilizzo dei marcatori fu quello di memorizzare in campo, sul fonometro, l'evento di un fenomeno acustico di particolare rilevanza, di cui si voleva mantenere evidenza anche in fase di successivo riesame in laboratorio. In questa categoria rientrano numerosi eventi sonori associati ai mezzi di trasporto: aerei, treni, autoveicoli, autobus ed autotreni; il riconoscimento del contributo di ciascuna di queste categorie richiede sovente una valutazione separata nel contesto del clima globale del rumore ambientale misurato. Se in una postazione di misura concorrono i contributi del rumore immesso dal sorvolo di aerei e dal transito di treni provenienti da una linea ferroviaria posta nelle vicinanze, si dovranno necessariamente individuare tutti gli eventi associati alle varie sorgenti per poi raggrupparli in categorie e stabilire i loro specifici contributi al raggiungimento del valore globale rilevato nella misura.

Nelle misure presidiate, il compito di individuare gli eventi associati alle diverse sorgenti spetta all'operatore che appunto utilizzando la funzione di Marcatori, preme per qualche istante un pulsante sul fonometro che permette di memorizzare negli stessi momenti della misura anche un codice di classificazione della categoria dell'evento. Questa operazione consente in fase di un successivo esame della misura, di individuare, separare e sommare tra di loro tutti i contributi gli eventi dei sonori appartenenti alle diverse categorie delle sorgenti sonore codificate in campo con i marcatori.

In Fig.1 viene riportata la gestione dei marcatori disponibile nel fonometro Larson Davis LD-831 ed in alto sul grafico del profilo temporale è visibile la strisciata che indica l'attivazione di uno dei 10 marcatori disponibili; ad ognuno dei marcatori, l'operatore può associare preventivamente il nome di una delle categorie di sorgenti che si presume dovrà segnalare durante la misura.

Solitamente nei fonometri più recenti, con l'attivazione di un Marker può essere avviata una registrazione audio in modo da poter rendere conferma a posteriori del tipo di evento sonoro mediante il semplice riascolto.

Ad ogni traccia lasciata sulla time history in relazione alla attivazione di un Marker, corrisponde anche una segnalazione riportata nelle tabelle numeriche come mostrato in Fig.2 dove si osserva l'istante iniziale del marker 'Aereo', e a poca distanza del Marker 'Treno' che procedono poi, indicando la presenza contemporanea dei due eventi sonori.

La funzione di riconoscimento e marcatura, di un evento sonoro può oggi essere svolta automaticamente in tempo reale, dallo stesso fonometro, durante la misura o anche con il software di post processo in fase di post-analisi in laboratorio.

Con i nuovi fonometri, è possibile quindi identificare e marcare automaticamente gli eventi sonori, senza la necessità della presenza dell'operatore in campo, che si rendeva necessaria per l'attivazione manuale

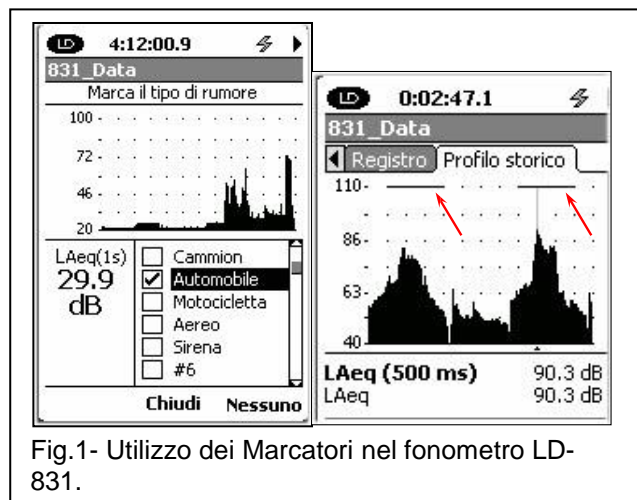


Fig.1- Utilizzo dei Marcatori nel fonometro LD-831.

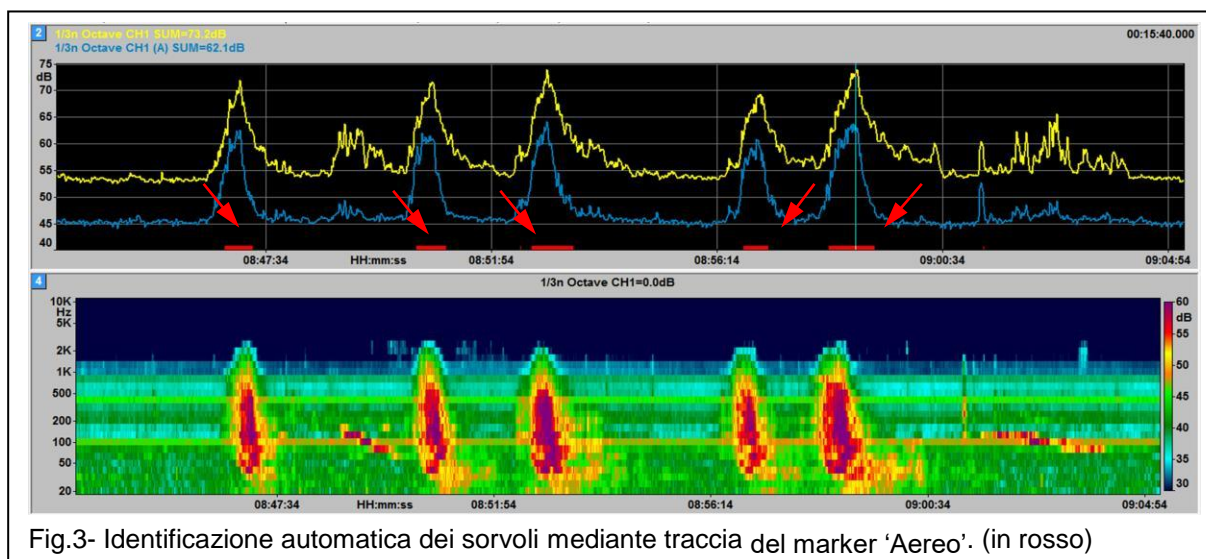
	Tempo (virtuale)	Marker (EU)	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	
6	04/11/2008 18:56:43.600		44.8	42.9	43.3	39.7	47.7	
7	04/11/2008 18:56:43.700		43.0	41.8	42.1	42.1	48.8	
8	04/11/2008 18:56:43.800		41.7	41.7	40.7	40.0	49.0	
9	04/11/2008 18:56:43.900		42.1	43.4	39.3	38.7	48.8	
10	04/11/2008 18:56:43		40.2	43.5	37.7	44.0	48.9	
11	04/11/2008 18:56:44.100		44.2	46.3	40.0	42.0	49.3	
12	04/11/2008 18:56:44.200	Aereo	47.9	46.2	40.3	41.2	48.6	
13	04/11/2008 18:56:44.300	Aereo	48.8	44.0	39.2	39.6	48.0	
14	04/11/2008 18:56:44.400	Aereo	46.9	40.9	36.8	37.6	47.4	
15	04/11/2008 18:56:44.500	Aereo	43.9	43.0	36.8	39.3	47.1	
16	04/11/2008 18:56:44.600	Aereo	43.4	46.5	37.2	39.1	48.1	
17	04/11/2008 18:56:44.700	Aereo	43.0	44.9	37.6	40.2	48.9	
18	04/11/2008 18:56:44.800	treno	Aereo	42.1	45.1	38.5	39.8	49.0
19	04/11/2008 18:56:44.900	treno	Aereo	41.7	45.5	37.5	39.0	47.9
20	04/11/2008 18:56:44	treno	Aereo	45.2	44.6	36.5	40.2	47.9
21	04/11/2008 18:56:45.100	treno	Aereo	44.9	45.4	35.9	40.4	47.4
22	04/11/2008 18:56:45.200	treno	Aereo	42.4	46.6	41.4	38.2	45.3
23	04/11/2008 18:56:45.300	treno	Aereo	39.6	46.7	43.6	36.4	43.6
24	04/11/2008 18:56:45.400	treno	Aereo	40.5	46.1	42.6	37.1	45.2
25	04/11/2008 18:56:45.500	treno	Aereo	44.9	45.1	43.3	42.2	45.7

Fig.2- Marcatori 'Aereo' e 'Treno' nella tabella numerica.

dei Marcatori e che poteva anche introdurre decisioni condizionate da molti parametri sia ambientali sia soggettivi.

Una situazione tipica di riconoscimento e marcatura automatica è quella rappresentata in Fig.3, relativa al rumore ambientale rilevato nelle vicinanze di un aeroporto e quindi caratterizzato da una continua sequenza di eventi sonori da sorvolo aereo; alla funzione di riconoscimento degli eventi, è stato associato un marker che traccia una striscia in rosso, sull'asse X del grafico della time history, per tutta la durata di ogni singolo evento.

La traccia del marker consente sia durante la misura sia a ogni esame successivo, di avere una immediata visione di ogni evento sonoro riconosciuto e quindi marcato come sorvolo aereo. Contemporaneamente alla attivazione del marker, i fonometri più evoluti, memorizzano anche tutti i valori associati ai singoli eventi come LAeq, LAE, LMax, durata dell'evento, data e istante dell'evento; a completamento dell'informazione viene sempre più di sovente memorizzata anche la registrazione audio, per consentire un eventuale riascolto nella verifica dei casi dubbi.



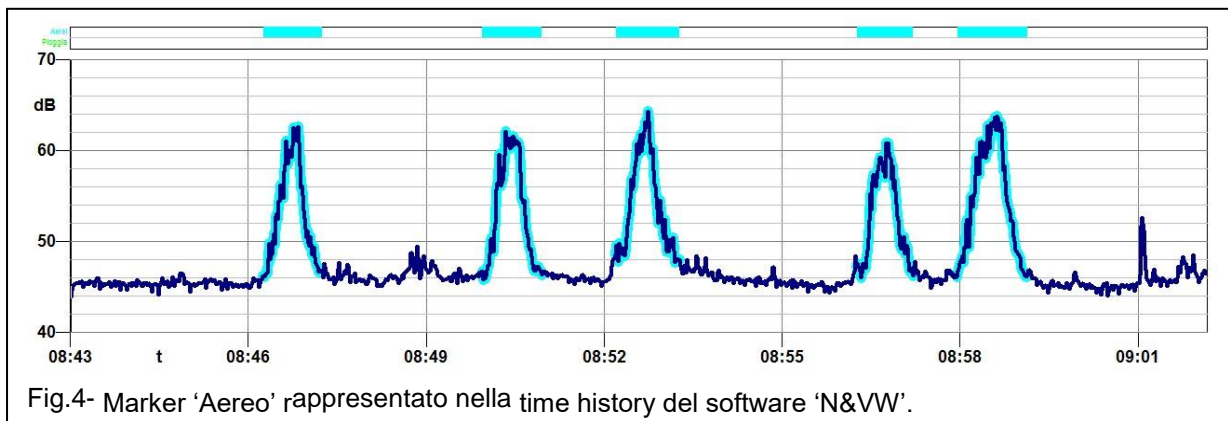
I fonometri provvisti di sistema di analisi in 1/3 d'ottava, possono acquisire anche le relative time history in frequenza e consentono una integrazione grafica con sonogrammi a colori, simili a quello riportato sempre in Fig.3 sotto alla time history dei livelli sonori globali. Si possono così evidenziare, mantenendo la medesima scala nel tempo ed utilizzando una scala cromatica, la distribuzione dell'energia sonora sulle varie bande di 1/3 d'ottava. Ad ogni profilo del livello sonoro associato ad un sorvolo aereo, potremo così visivamente verificare sul sonogramma se negli stessi istanti, l'evento mostra anche una impronta spettrale riconoscibile.

### **Il trattamento dei marcatori nel software NWW3**

Il diffuso impiego dei marcatori nella strumentazione fonometrica di vario tipo ha reso necessario l'inserimento di un adeguato supporto anche nel software di post-elaborazione 'Noise & Vibration Works'.

Prendendo sempre come esempio i Marcatori utilizzati per segnalare gli eventi sonori riconducibili ai sorvoli aerei, quando andremo in 'N&VW' a visualizzare le time history corrispondenti a queste misure, automaticamente potremo riportare anche le tracce dei loro Marcatori.

La posizione delle tracce di attivazione dei marcatori potrà essere scelta sia in basso lungo l'asse X del grafico della time history oppure sopra di questa; in Fig.4 viene riportata oltre all'indicazione delle strisciate del Marker 'Aereo', anche la corrispondente evidenza sulla traccia della time history, ottenuta applicando uno sfondo del medesimo colore utilizzato dal marker.

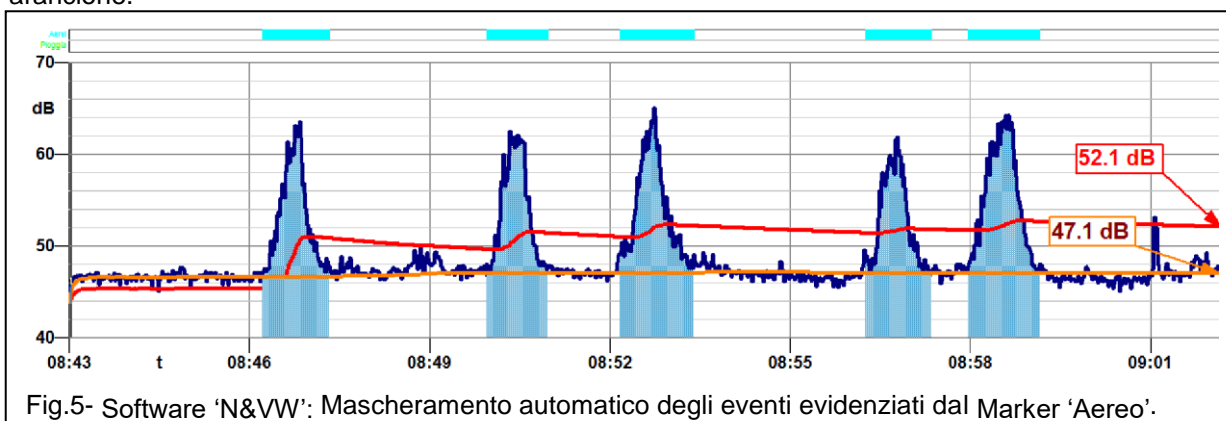


Abbiamo visto come la funzione base dei Marcatori sia quella di evidenziare e raggruppare in categorie i diversi tipi di eventi sonori e di conseguenza possiamo ora considerare l'importanza di specifiche funzioni di facile esecuzione per la valutazione di tutti i parametri associati sia ai singoli eventi, sia ai gruppi di eventi oltre che a stabilire il loro contributo sul valore globale rilevato sull'intero periodo di misura.

Il software N&VW consente di poter eseguire sulle misure importate, complete di 'Marcatori', vari tipi di funzioni, iniziando dal ricalcolo dell' 'LAeq running' ovvero una integrazione continua nel tempo, dei singoli campioni di short LAeq(t) rappresentati nella time history e che andranno a formare al termine della misura, il valore globale di LAeq pari a 52.1 dB(A), riportato con la traccia in colore rosso nel grafico di Fig 5.

Tutti gli eventi individuati con i Marker, possono anche facilmente essere mascherati ed è possibile riportare graficamente sulla time history, ogni periodo mascherato per renderne chiara evidenza come mostrato sempre in Fig.5.

Sulla time history con le maschere associate agli eventi individuati dai Marcatori, può ora essere ricalcolato il nuovo 'LAeq running' corrispondente al valore della misura originale decurtata del contributo di energia sonora degli eventi e pari a 47.1 dB(A) come mostrato dalla traccia in colore arancione.



### **Modifica manuale dei Marcatori**

Durante le analisi in post-processo, relative soprattutto alle misure generate dai sistemi di monitoraggio non presidiati, le funzioni offerte dai marcatori per un impiego manuale eseguito da un operatore esperto, possono ancora essere di notevole aiuto nell'evidenziare varie situazioni di criticità.

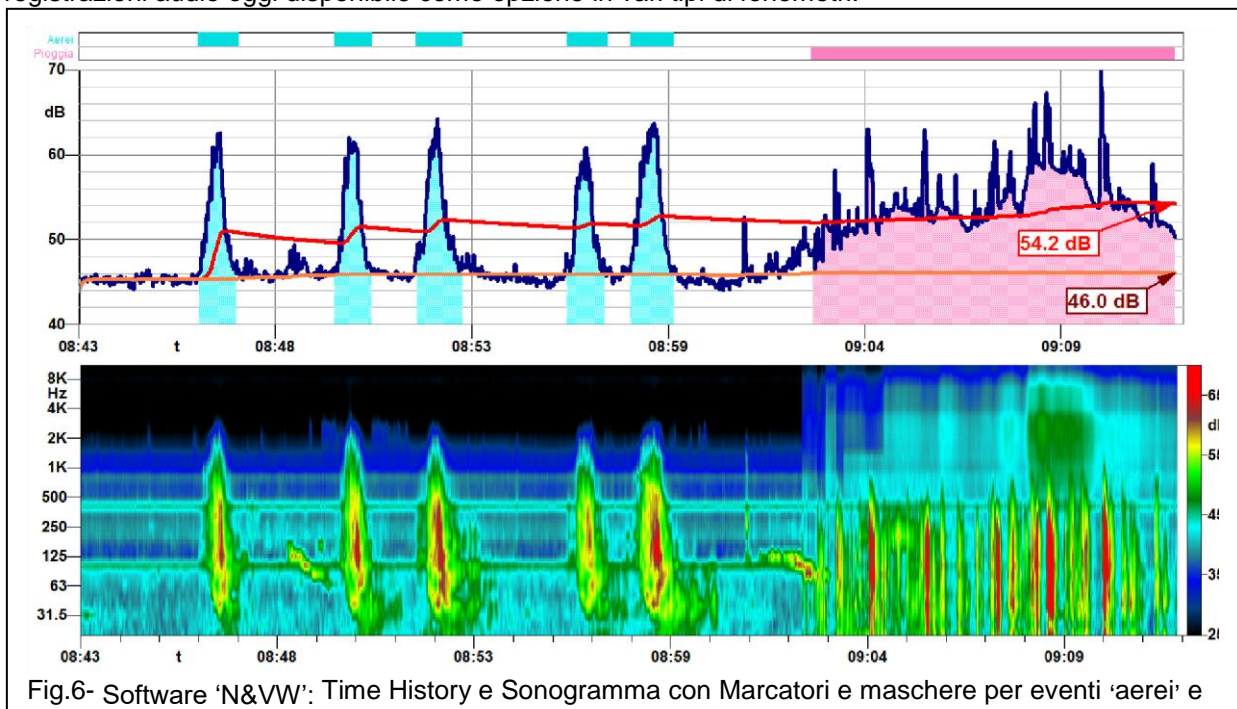
Nella Fig.6, viene mostrata la time history relativa ad un periodo appena successivo a quello precedentemente esaminato, caratterizzato da 5 distinti sorvoli aerei, seguiti ora, da un deciso incremento graduale del livello sonoro globale con una successione di brevi ed intensi singoli eventi.

Senza altre informazioni, l'operatore si troverebbe in difficoltà nell'identificare la ragione di un innalzamento così importante del livello sonoro che per giunta risulta di durata non trascurabile; utilizzando la funzione di ricalcolo dell'LAeq progressivo, si può rilevare un globale di 54.2 dB(A) a fronte di un 52.1 dB(A) accumulato sino agli istanti precedenti a questo nuovo evento.

Avendo a disposizione però anche la time history in frequenza, è possibile generare il corrispondente sonogramma che sovrapposto alla time history del livello sonoro pesato (A), come mostrato in Fig.6, consente di concludere che l'evento deve essere attribuito ad un temporale estivo caratterizzato da brevi scrosci di pioggia iniziali, seguiti da uno scroscio più intenso e con un brontolio di fondo costituito da una numerosa sequenza di tuoni in lontananza:

- il rumore della pioggia è rilevabile nel sonogramma, dall'incremento uniforme del livello di tutte le frequenze sopra 800 Hz.
- lo scroscio intenso avviene dove nella gamma di frequenze comprese tra 1000 e 4000 Hz il colore diventa verde ovvero con livelli attorno a 50 – 55 dB.
- i tuoni appaiono nel sonogramma come linee verticali di colore dal giallo al rosso che dalle frequenze più basse si esauriscono attorno ai 250 Hz, indicando energia concentrata in brevi istanti ed a bassa frequenza.

In situazioni come quella descritta possono ovviamente risultare di aiuto le eventuali informazioni registrate da una stazione meteo posta in prossimità dell'unità di monitoraggio del rumore o anche le registrazioni audio oggi disponibile come opzione in vari tipi di fonometri.



Individuata la causa del nuovo evento, l'operatore può utilizzare ancora la funzione del Marker per evidenziare l'intero periodo interessato dal fenomeno meteorologico e semplicemente trascinando il mouse sulla porzione di time history interessata, avrà la possibilità di creare manualmente un Marker specifico e di nominarlo a piacere come ad esempio 'Temporale' o 'Pioggia'; contemporaneamente verrà attivata un striscia corrispondente nella area dedicata ai Marcatori, posta sulla parte alta dei grafici. Con l'attivazione automatica o manuale di un Marker, vengono sempre generati ed aggiornati i valori di

LAeq, LAE (SEL), LMax ed LMin corrispondenti alla durata evidenziata da ognuna delle categorie dei marcatori attivati, dalla somma di queste ultime e dal valore globale della misura completa meno i valori delle singole categorie.

Questo tipo di calcolo consente di produrre una tabella numerica in cui sinteticamente l'operatore può rilevare il contributo di energia sonora associata alle singole categorie di marcatori e di conseguenza di sorgenti sonore.

Nel caso preso come esempio i due tipi di sorgenti sonore, rappresentate dai sorvoli aerei e dal periodo con pioggia, possono essere numericamente visualizzati da una tabella che si lega alla base del grafico di time history come mostrato in Fig.7.

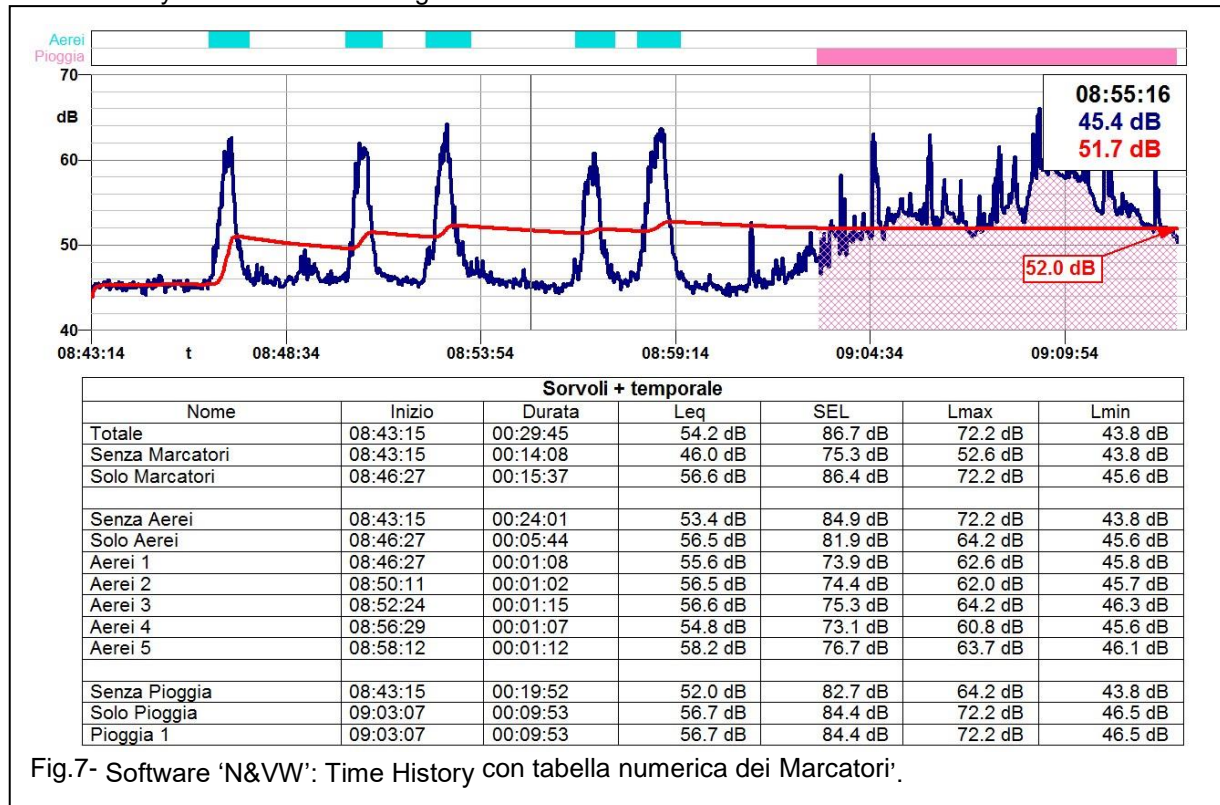


Fig.7- Software 'N&VW': Time History con tabella numerica dei Marcatori'

Nella tabella di Fig.7 i Marcatori sono suddivisi in categorie, ognuna con i valori dei singoli contributi; il marker dei sorvoli aerei indica un Leq di 53.4 dB per l'intera misura esclusi tutti i sorvoli ed un 56.5 dB per i soli 5 sorvoli marcati; seguono poi anche i valori associati ai marcatori dei singoli sorvoli. Per il marker 'Pioggia', troviamo un contributo di 56.7 dB ed un valore della misura escludendo il periodo di pioggia pari a 52.0 dB.

Togliendo il contributo evidenziato dalla somma dei Marcatori dalla misura globale otteniamo 46.0 dB, mentre la somma di tutti i marcatori da 56.6 dB, sulla misura intera che mostrava un valore globale di 54.2 dB.

Analogamente sono riportati anche i valori di SEL, Lmax, Lmin e durata di ciascun Marcatori per una visione d'insieme completa e per agevolare l'operatore nei processi di valutazione del peso da attribuire agli specifici contributi delle singole categorie di sorgenti identificate.

### **Marker per componenti tonali**

Nel software N&VW è stata di recente introdotta la funzione di ricerca delle componenti tonali nel tempo. Ora, questa funzione può anche generare un Marker che individua sia sulle time history sia sui sonogrammi, l'eventuale presenza di componenti tonali, identificate in completa conformità con il DM 16-03-1998.

Sempre considerando la misura presa come esempio in questa nota tecnica, possiamo provare ad eseguire la ricerca delle tonali attivando il Marker specifico; i risultati sono riportati nella time history e corrispondente sonogramma di Fig.8.

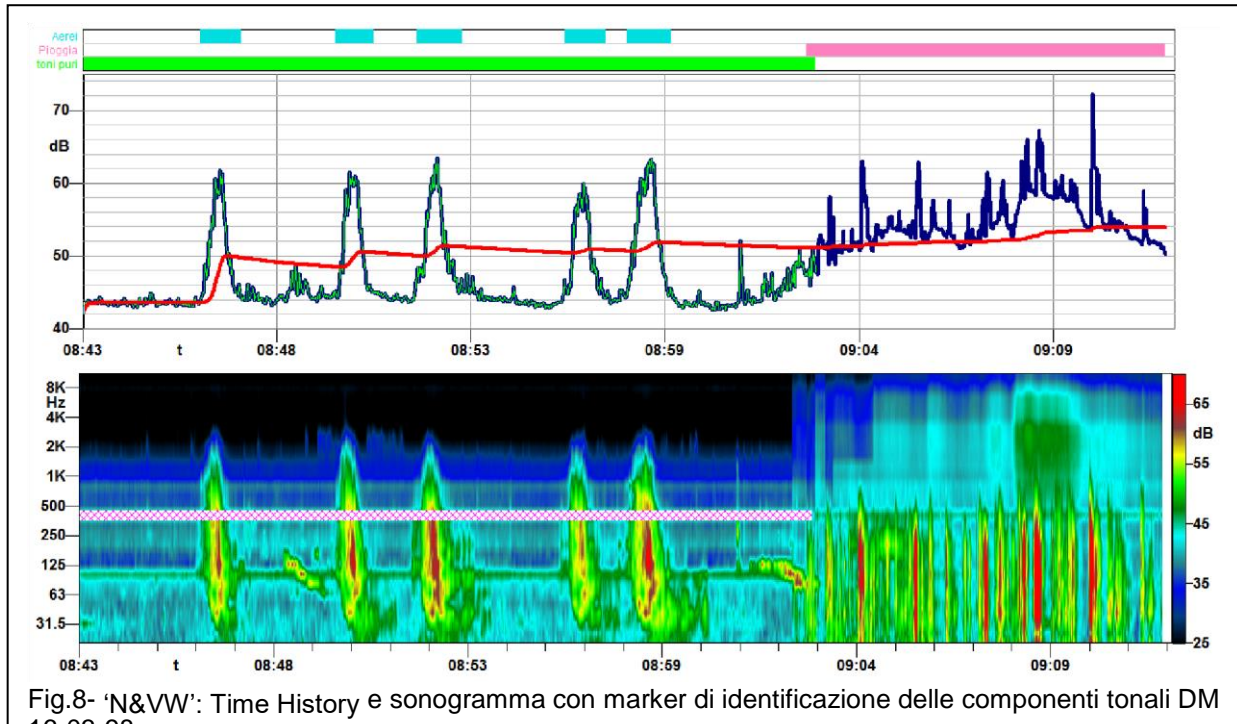


Fig.8- 'N&VW': Time History e sonogramma con marker di identificazione delle componenti tonali DM 16-03-98

L'attivazione del Marker per le componenti tonali consente di individuare ed evidenziare tutti i periodi di presenza di una tonale anche su misure di lunga durata e per qualsiasi banda in frequenza compresa tra 20 Hz e 20 kHz; il solo parametro che deve essere impostato dall'operatore per questa ricerca è la durata minima su cui si desidera venga individuata la componente tonale.

Nei grafici di Fig.8 sono ben visibili i risultati della ricerca, riportati sia come Marker nella striscia di color verde sopra al grafico di time history, sia sul profilo della time history stessa come traccia in colore verde e nel sonogramma come barra a griglia rosa, presente nell'intero periodo che va dalle ore 8:43 sino al sopraggiungere del temporale alle ore 9:03.