

Studio del Rumore Ambiente **nelle acque del fiume Ticino** **in relazione alle** **specie Ittiche presenti e** **all'inquinamento acustico antropico.**



a cura di Claudio Fossati, Gianni Pavan, Marco Priano
Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerche Ambientali
Università degli Studi di Pavia
www.unipv.it/cibra

Pavia, 20 luglio 2006. Revisione 28 agosto 2006.

Indice

Premessa	3
Introduzione	5
Materiali e Metodi.....	6
1 - Acustica subacquea.....	6
2 - Stazioni di campionamento	6
3 - Strumentazione	9
4 – Analisi acustica	14
Risultati.....	17
1 - Analisi degli ambienti.....	17
2 – Analisi di eventi	26
Conclusioni	32
Bibliografia	34
Ringraziamenti	35
Appendici	36

Premessa

La percezione che abbiamo degli ambienti naturali non deve limitarsi al “paesaggio visivo”, non dobbiamo cioè fermarci all’aspetto esteriore, ma dobbiamo comprenderne e apprezzarne la struttura, la complessità, la biodiversità, le funzioni, e anche i suoni e i rumori.

Gli ambienti naturali si caratterizzano non solo per ciò che percepiamo visivamente, il “paesaggio” come lo intendiamo correntemente, ma anche per i silenzi e i suoni caratteristici, quali ad esempio il rumore del mare o lo scorrere delle acque, i rumori di un bosco nel vento e le voci degli animali che vi abitano (Pavan, 2002, 2004).

Pesci, insetti, anfibi, uccelli e mammiferi emettono suoni caratteristici, per comunicare o per ecolocalizzare, e quindi ciascun ecosistema è anche caratterizzabile acusticamente dall’insieme delle voci dei suoi componenti. Sappiamo come sia piacevole ascoltare il cinguettio degli uccelli, il gracidare delle rane, o il gorgoglio delle acque di un torrente di montagna. Ma al di là degli aspetti estetici, dobbiamo considerare che questi suoni rappresentano la “biodiversità sonora” di ciascun ecosistema e sono pertanto efficaci indicatori ambientali.

La tutela degli ambienti naturali deve considerare i sistemi di comunicazione degli animali, con anche i silenzi e i rumori naturali, come componente essenziale. Come alteriamo o conserviamo i paesaggi visivi, possiamo alterare o conservare anche i paesaggi sonori. E alterando i paesaggi, di qualunque tipo essi siano, ne alteriamo anche la qualità e le funzioni.

In definitiva, conservare l’ambiente naturale significa anche apprezzarne e conservarne i “paesaggi sonori”, con i propri suoni, rumori e silenzi.

Il silenzio è infatti il presupposto necessario per la comunicazione fra gli organismi viventi che popolano un ambiente ed è anche una componente essenziale per il loro benessere, come lo è per l’uomo.

Conosciamo l’impatto che il rumore ha sull’uomo e sul suo benessere psicofisico. Dobbiamo ammettere che anche per gli animali sia necessario un certo livello di comfort acustico che non solo consenta ad essi di comunicare sulle distanze più appropriate per le loro esigenze ma che anche ne consenta il benessere psicofisico come presupposto necessario alla loro sopravvivenza.

Molti studi e osservazioni indicano che gli animali reagiscono al rumore, ad esempio intensificando le loro emissioni sonore per mantenere un adeguato rapporto segnale/disturbo, per mantenere quindi costante la distanza alla quale i segnali possano essere uditi dai conspecifici, oppure aumentano la ripetizione dei segnali per aumentarne la probabilità di ricezione, ma in altri casi, soprattutto nel caso di rumori temporanei, sospendono le proprie emissioni in attesa del ritorno a condizioni ottimali. Tutto questo indica chiaramente che reagiscono al rumore con comportamenti immediati, facilmente osservabili, ma di cui più difficilmente verificabili sono gli effetti a lungo termine, con conseguenze ancora poco chiare sul successo riproduttivo e sul successo adattativo.

Nel delineare e descrivere, e possibilmente preservare, le caratteristiche di un ambiente naturale non si può prescindere dagli aspetti acustici, nell’interesse degli animali ma anche nell’interesse dell’uomo che da tali ambienti aspira ad ottenere momenti di pace, di relax, di silenzio. L’idea di “wilderness” non può prescindere dalla mancanza di contaminazione derivante dal rumore di origine umana.

Una valutazione dei livelli di rumore all'interno del Parco dovrebbe portare ad una zonizzazione che metta in evidenza le sorgenti di rumore terrestre, essenzialmente industrie e viabilità, ma anche attività ricreative (moto, fuoristrada, motoscafi, moto d'acqua), individuando nel contempo le aree più silenziose per la loro distanza dalle sorgenti di rumore e per le caratteristiche geomorfologiche e vegetazionali che attenuano la propagazione del rumore. A tutto questo si sovrappone il rumore proveniente dal traffico aereo che si distribuisce in funzione della densità e della quota delle rotte, pervadendo senza alcun filtro aree che potrebbero essere altrimenti silenziose e di elevato pregio.

L'interesse e le preoccupazioni per l'impatto del rumore di origine antropica si è affermato negli ultimi dieci anni soprattutto nell'ambiente marino, nel contesto degli effetti dei sonar militari e delle prospezioni geofisiche sui mammiferi marini (Pavan, 2002). Gradualmente sono emersi anche gli effetti sulla fauna ittica marina con una ampia serie di studi (McCauley et al., 2003; Popper et al., 2004); si tratta perlopiù di studi di fisiologia che aprono nuove prospettive di interpretazione delle risposte comportamentali al rumore. L'analisi del rumore naturale e antropico nel Parco deve prendere avvio dall'analisi delle emissioni acustiche delle specie presenti, al fine di focalizzare l'indagine acustica nelle bande di frequenza più significative, anche al di là di quelle percepite dall'uomo.

Il presente studio intende allargare l'orizzonte alla valutazione del rumore negli ambienti di acqua dolce con un approccio in primis descrittivo con l'obiettivo di iniziare a delineare i livelli di rumore riscontrabili in un sistema complesso come le acque del Parco della Valle del Ticino. Si tratta di un lavoro innovativo, con pochissimi riscontri in letteratura, che intende fornire una prospettiva nuova negli studi ambientali e nello sviluppo di strategie di tutela e gestione.

Introduzione

La caratterizzazione acustica del rumore subacqueo in ambiente fluviale è un campo ancora poco o per nulla studiato. Per contro, è noto che numerose specie ittiche d'acqua dolce e marine producano suoni durante la fase riproduttiva e a difesa del territorio (Tavolga, 1960; Myrberg, 1981; Ladich, 1988; Pavan et al., 1990; Lugli et al., 1997; Lugli et al., 2004). Studi sul comportamento dei pesci al playback di suoni diversi hanno mostrato una chiara risposta comportamentale nella quasi totalità dei casi esaminati (Popper et al., 2004).

Ricerche recenti sull'impatto del rumore prodotto dall'uomo in ambiente marino hanno dimostrato una varietà di effetti negativi che vanno dall'interferenza con i sistemi di comunicazione degli animali (mascheramento, perdite uditive temporanee) fino al danneggiamento fisico degli stessi (perdita di sensibilità uditiva, emorragie interne, decesso) nel caso di sorgenti acustiche di elevata potenza o che agiscano a distanza ravvicinata (McCauley et al., 2003; Popper et al., 2004).

Nonostante questo, la qualità delle caratteristiche acustiche di un dato ambiente, in special modo se subacqueo, non fa ancora oggi parte del set di indici generalmente preso in considerazione nella valutazione del grado di naturalità o alterazione dell'ambiente stesso.

L'inquinamento acustico potrebbe da solo compromettere la sopravvivenza di una data specie, o il successo di un ripopolamento/reintroduzione. Basterebbe infatti, ad esempio, un mascheramento delle frequenze di emissione di una data specie in fase di corteggiamento, per ridurre drasticamente il suo successo riproduttivo.

Molte delle specie studiate in letteratura, delle quali è noto il repertorio acustico, sono presenti nelle acque del fiume Ticino. Fra di essi citiamo il cobite comune *Cobitis taenia*, la tinca *Tinca tinca*, il barbo comune *Barbus barbus*, la carpa *Cyprinus carpio*, il cavedano *Leuciscus cephalus*, l'anguilla *Anguilla anguilla*, il pesce persico *Perca fluviatilis*, il rutilo *Rutilus rutilus* la sanguinerola *Phoxinus phoxinus*, il ghiozzo cisalpino *Padogobius martensi*, il gobione *Gobio gobio*, il pesce gatto *Ictalurus melas*, lo scazzone *Cottus gobio* e il carassio dorato *Carassius auratus* (Amoser et al., 2004; Bisogni & Soria, S.D.; Bruno, 1987; G.R.A.I.A., 1999; Ladich, 1988; Lugli et al., 1997; Pavan et al., 1990).

La presente ricerca, considerata la scarsità di riferimenti bibliografici esistenti in materia, ha carattere qualitativo e quantitativo.

Lo studio si propone di rilevare e descrivere il rumore naturale proprio dell'ambiente subacqueo del fiume Ticino, l'eventuale rumore generato dai manufatti presenti lungo il suo corso e dalle attività umane che lo interessano, valutare infine a livello preliminare le possibili interferenze con il comportamento acustico dei pesci presenti.

Materiali e Metodi

1 - Acustica subacquea

La velocità e la distanza di propagazione del suono in un mezzo è direttamente proporzionale alla densità del mezzo stesso. La quasi totalità degli animali terrestri affida alla comunicazione acustica una parte essenziale delle sue strategie di sopravvivenza, nonostante l'aria, anche a livello del suolo, sia un mezzo non particolarmente efficiente nella trasmissione del suono. L'acqua, per contro, date le sue proprietà fisiche, costituisce un mezzo con proprietà acustiche decisamente superiori. Il suono in acqua ha una velocità ben 5 volte superiore, 1500 metri al secondo contro i 340 in aria, e anche la distanza di propagazione, è incomparabilmente maggiore. Per questo motivo, non stupisce il fatto che la maggior parte degli animali acquatici, crostacei, pesci, anfibi, rettili ma anche insetti e mammiferi, siano in grado di produrre suoni e, in molti casi, abbiano nella comunicazione acustica il principale mezzo di sopravvivenza. La qualità acustica di un ambiente subacqueo è quindi un aspetto di assoluto rilievo nella valutazione della naturalità di un dato habitat. Il fatto che tutt'oggi sia ancora pressoché assente da qualsiasi valutazione d'idoneità per operazioni di ripopolamento, reintroduzione, o nell'assegnazione di valutazioni di qualità ambientale (anche terrestre), è dovuto alla complessità della materia, specialmente per ciò che concerne l'acustica subacquea.

Solo dalla fine degli anni ottanta, infatti, le tecniche e gli strumenti di rilevamento acustico subacqueo hanno lentamente cominciato a non esser più di esclusiva pertinenza militare e ad essere usate per studi scientifici prima sui suoni prodotti dagli animali acquatici e solo recentemente per studi di ecologia acustica.

E' infine importante ricordare che il comportamento del suono in acqua, data la sua efficienza, assume una complessità molto elevata, talvolta imprevedibile, legata alle differenti frequenze, temperature del mezzo e sue discontinuità, conformazione e natura dei fondali ecc..

2 - Stazioni di campionamento

L'analisi del materiale cartografico e descrittivo esaminato e le uscite preliminari sul campo hanno permesso di individuare lungo l'intero corso del fiume Ticino essenzialmente quattro tipologie idraulico-morfologiche, evidenziandone la ricorrenza dal Verbano alla confluenza con il fiume Po (G.R.A.I.A., 1999).

La velocità della corrente, la profondità dell'acqua e la natura del fondo prese in esame nel suddetto lavoro per definire le 4 tipologie sono altresì le principali caratteristiche ambientali che concorrono a definire quelle acustiche di base di ciascuno di questi ambienti. Si è quindi deciso di mantenere le stesse definizioni utilizzate nello studio sulla fauna ittica del Parco realizzato nel 1999.

Citando dal testo preso a riferimento, le quattro categorie sono così definite:

- **pool**: acque lente, se non quasi ferme, generalmente più profonde di quelle di un *rifle* o di un *run*
- **rifle**: elevata velocità di corrente, acque poco profonde e turbolente
- **run**: velocità sostenuta e acque non turbolente
- **glide**: acque quasi ferme e poco profonde

Per uniformità e maggior completezza, i rilevamenti acustici nelle 4 tipologie differenti sono stati eseguiti in più stazioni, a partire da Trecate fino al ponte della Becca. In questo modo la caratterizzazione delle varie tipologie si basa su campionamenti multipli in zone omologhe. Ulteriori rilevamenti sono stati eseguiti in rami laterali, rogge, canali e lanche al fine di completare il panorama acustico di ambienti pertinenti al fiume Ticino, includendo altresì il Naviglio Langosco e l'ultimo tratto del Naviglio Pavese. La registrazione in lanche isolate ha permesso inoltre di ottenere importanti informazioni circa i livelli di rumore minimo rilevabile.



Fig. 1 - Lanca, acque ferme e profonde, acusticamente isolate dal fiume.

Oltre agli ambienti naturali, le registrazioni acustiche sono state effettuate presso gran parte dei manufatti esistenti e presso il cantiere dell'alta velocità (TAV), immediatamente a valle del ponte autostradale della A4 Milano - Torino, coprendo tutte le tipologie di attraversamento del fiume (ponti in cemento per il passaggio del traffico veicolare e/o ferroviario, ponti in ferro, ponti di barche).



Fig. 2 - Ponte di barche, Bereguardo.

Per completare il panorama delle principali tipologie di inquinamento acustico nelle acque del fiume, sono stati registrati passaggi di imbarcazioni dotate delle diverse motorizzazioni e sistemi propulsivi tipicamente usate sul Ticino. A questo si aggiunge la registrazione dei motoscafi da competizione partecipanti al Raid Pavia Venezia edizione 2006. Tali registrazioni sono state effettuate per valutare qualitativamente e quantitativamente il livello di rumore “aggiunto” a quello normale del fiume, ma non sono state effettuate misure standardizzate per caratterizzare ciascun tipo di imbarcazione o motorizzazione in quanto questo avrebbe richiesto un impegno dedicato non previsto in questa fase d’indagine.

Nell’intera durata dello studio in oggetto e dei relativi rilevamenti su campo, il fiume ha mantenuto un regime di magra. Mancano dunque dati relativi a periodi di piena o regime medio. Per quanto interessanti, i dati mancanti, visto l’andamento degli ultimi anni, caratterizzerebbero solamente un breve periodo temporale nel ciclo annuale.

Tabella 1 - Stazioni di rilevamento.

Località	Tipologia	Modalità rilevamento	Note
lanca Ricotti, Pavia	lanca (pool)	da terra	700 mt dal ponte tangenziale di Pavia
ponte ferrovia, Pavia	run	da terra	sotto il ponte, riva dx
ponte coperto, Pavia	pool	da terra	sotto il ponte, riva dx
Naviglio Pavese, Pavia	canale (glide)	da terra	ultimo tratto, riva dx
Sbocco roggia Scavizzolo, Zerbolò (PV)	glide	da terra e dalla barca	tutto l'estuario fino all'asta del fiume
asta del fiume, Bereguardo (PV)	run, riffle, pool	dalla barca	
asta del fiume, Trecate (NO)	glide	da terra	300mt dal cantiere TAV, 600 mt da ponte A4, riva dx
Naviglio Langosco, Trecate (NO)	canale (run)	da terra	700 mt da ponte A4
lanca Valenzuola, Zerbolò (PV)	glide, pool	dalla barca	tutto l'estuario fino all'asta del fiume
asta del fiume, Zelata, Bereguardo (PV)	glide, run, riffle	dalla barca	asta principale e ramo laterale
Ponte A7, Bereguardo (PV)	pool	dalla barca	sotto il ponte
ponte della Becca, Linarolo (PV)	pool	da terra	sotto il ponte, motoscafi da competizione (Raid PV-VE '06)
ramo laterale, Motta Visconti (MI)	glide	da terra	nel bosco, rec di giorno e di notte
ponte di Vigevano (PV)	run	da terra	50 mt dal ponte, riva sx
asta del fiume, Vigevano (PV)	glide, pool, riffle, run	dalla barca	
ponte di barche di Bereguardo (PV)	glide	dalla barca	ormeggiati al ponte



Fig. 3 - Esempio di pool sull'asta principale del fiume. Acque profonde e lente.

3 - Strumentazione

I sensori per il rilevamento dei segnali acustici in ambiente subacqueo si dividono fondamentalmente in due categorie: stazionari e trainati. I primi sono utilizzati quando il movimento del sensore rispetto all'acqua (e viceversa) è pressoché nullo, i secondi nel caso in cui ci sia movimento rispetto all'acqua, il che accade generalmente quando si opera in mare da imbarcazioni in movimento. I sensori trainati, per ottenere registrazioni di qualità, devono poter contare su particolari caratteristiche intrinseche, assemblaggi e involucri sofisticati e generalmente di dimensioni rilevanti. Benché il Centro di Bioacustica e Ricerche Ambientali (CIBRA) contitolare dello studio, abbia in dotazione e normalmente utilizzi quest'ultimo genere di sensori, per questo studio si è preferito perseguire la prima soluzione, utilizzando cioè idrofoni stazionari di alta qualità, molto più pratici e maneggevoli per la ricerca stessa.

Essendo l'ambiente fluviale caratterizzato da acqua in movimento, sono state adottate semplici strategie per acquisire registrazioni con i sensori sempre in acque pressoché ferme. Molto banalmente, gli idrofoni sono stati posizionati in zone con acque calme, di volta in volta rinvenibili in quasi tutti gli ambienti a corrente moderata (dietro un masso, un tronco sommerso, una piccola ansa, ecc.). Nelle zone a corrente sostenuta o forte, invece, le registrazioni sono state effettuate utilizzando le imbarcazioni messe a disposizione dal Parco. In assenza di vento e a motore spento, le barche assumono rapidamente la stessa velocità della corrente che le trasporta, annullando così la velocità relativa e permettendo registrazioni eccellenti anche in zone a forte corrente.



Fig. 4 - Idrofono ITC posizionato sul fondo in acque basse.

Per il lavoro in oggetto, data la sua unicità, sono state eseguite registrazioni calibrate. Ogni sensore ha sue uniche caratteristiche di sensibilità, così come ogni amplificatore o condizionatore di segnali. Registrazioni calibrate si ottengono utilizzando una catena d'acquisizione interamente calibrata. Di ogni componente si conoscono perfettamente le caratteristiche risposte in frequenza e i relativi guadagni. Questo fa sì che i valori di intensità rilevati per ogni frequenza siano quelli reali.

Idrofoni usati sono una coppia di ITC (International Transducer Corporation) modello 8073 caratterizzati da un corpo cilindrico di 13cm con diametro 4cm e un cavo di 1cm di diametro lungo 10 metri. Le registrazioni e le misure sono state sempre effettuate con un solo idrofono.

Questi idrofoni sono caratterizzati da risposta in frequenza lineare da pochi Hz a oltre 50 kHz, elevata immunità a radio interferenze, sono omnidirezionali fino a 10 kHz, hanno un preamplificatore interno, ed hanno una sensibilità nominale (tenendo anche conto della preamplificazione interna) di -167 dB ref 1microPa. Questo significa che per una pressione acustica di 167 dB ref 1 microPa (equivalenti ad una pressione effettiva di 223,87 Pa) producono un segnale di 1V.

Considerando l'alimentazione di 12V la tensione di saturazione in uscita è stata verificata a 8Vpp, corrispondenti ad una pressione acustica di 185dB.

Tabella 2 - Tabella di calibrazione secondo i valori forniti da ITC

	ITC8073
dBV re 1microPa	-167,00
Pa/V	223,8721138
V/Pa	0,004466836
mV/Pa	4,466835922

La calibrazione è stata verificata in vasca presso il NATO Undersea Research Center di La Spezia sulla gamma di frequenze da 5 a 20 kHz e quindi estrapolata sulle frequenze più basse secondo la curva di risposta lineare tipica di questo tipo di trasduttori.

Il sistema di acquisizione e misura è basato su un sistema SINUS Harmonie a due canali con larghezza di banda fino a 40 kHz e DSP (Digital Signal Processor) dedicati; il sistema è interfacciato a un laptop computer tramite scheda PCMCIA proprietaria e gestito dal software SAMURAI in versione 1.4 che consente l'analisi e l'archiviazione continua su Hard Disk sia del segnale che delle misure con possibilità di rianalisi completa delle sequenze registrate.

Gli idrofoni sono collegati al SINUS tramite un box che fornisce unicamente l'alimentazione all'idrofono e consente la verifica della carica delle batterie interne (8 batterie AA alcaline, per un totale di 12V). E' stato verificato che la progressiva scarica delle batterie non modifica la sensibilità degli idrofoni ma unicamente influenza la massima tensione di uscita e quindi il livello di massima pressione acustica indistorta. Avendo determinato in 8Vpp la massima tensione d'uscita indistorta a batterie cariche, abbiamo prudenzialmente considerato attendibili unicamente le misure di pressione acustica per le quali non viene superato il livello di uscita di 4Vpp, corrispondenti a 179dB reali.

Per l'acquisizione dagli idrofoni si è impostata una specifica procedura con i dati di calibrazione distinti per ciascuno dei due idrofoni disponibili (SN 36 e 37).

L'analisi e la presentazione grafica dei dati è stata successivamente effettuata con il software NoiseWork versione 2 distribuito dalla Società SPECTRA.

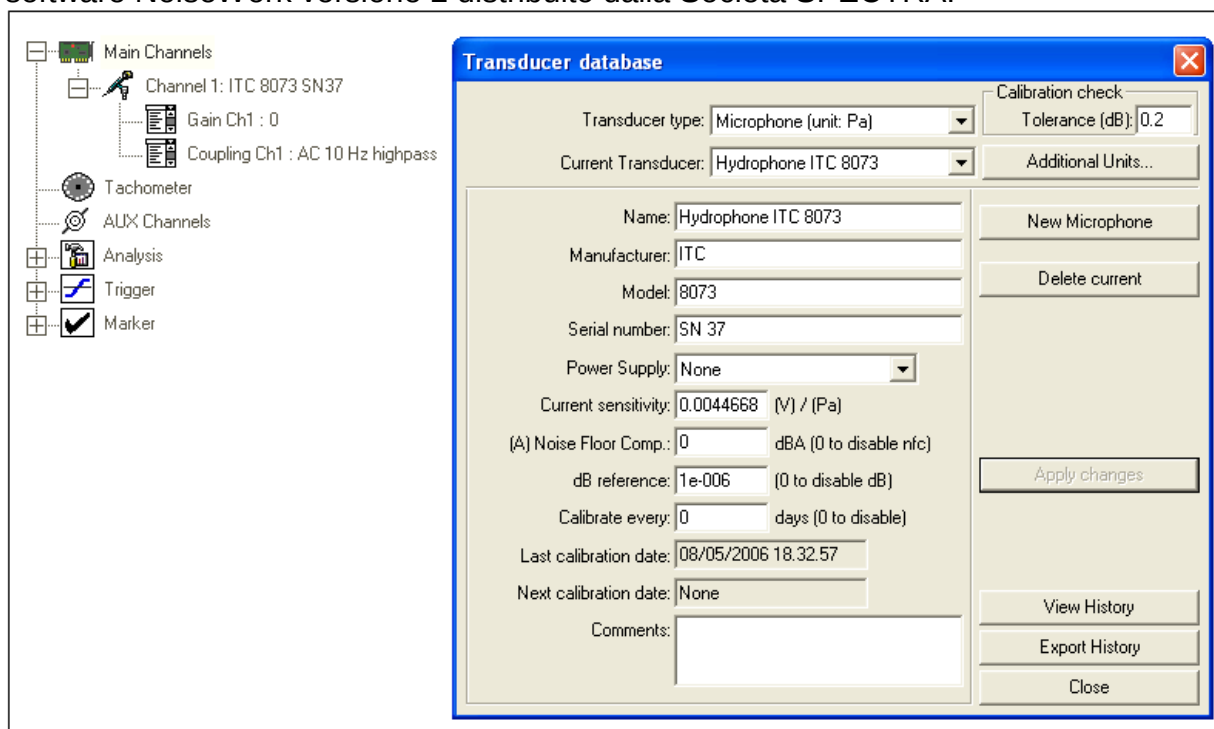


Fig. 6 - Schermata di configurazione programma SAMURAI

Data l'elevata dinamica delle situazioni che si vogliono misurare, dalle acque ferme silenziose a quelle in movimento in prossimità di ponti, infrastrutture, e anche in presenza di imbarcazioni a motore, attraverso una serie di prove preliminari si sono stabiliti 2 possibili livelli di amplificazione. Il SINUS consente di scegliere tra diversi livelli

di amplificazione; nello specifico si sono scelti i guadagni 0 per le situazioni normali, +20 per le misure in ambienti di acqua calma e silenziosi. Si è scelto inoltre di attivare sul SINUS il filtro passa-alto a 10 Hz con lo scopo di non falsare le misure con oscillazioni a bassissima frequenza dovute alla corrente e ai movimenti dell'acqua.

Le registrazioni sono state inizialmente effettuate con durata 5 minuti, ma poi si è scelto di effettuare più registrazioni con durata inferiore, generalmente di 1 minuto.

Per le misure si deve distinguere fra due tipi fondamentali, le misure che danno un livello in dB globale, per tutto lo spettro analizzato, e le misure spettrali che invece mostrano la distribuzione del livello sulle varie frequenze, rappresentate linearmente o logaritmicamente, in modo continuo o per intervalli, generalmente per ottava, 1/3ottava o 1/12ottava.

Sia per le prime che per le seconde esistono diversi standard, unità di misura e curve di pesatura. In questo lavoro si sono scelte modalità di misura comparabili con quelle riportate nella (scarsa) letteratura disponibile, accompagnate da ulteriori misure più descrittive meglio adatte allo specifico contesto.

Si sono pertanto adottate le seguenti misure:

Livello SPL in dB riferiti a 1microPascal con curva di pesatura lineare (Z) da 5 Hz a 20 kHz (curva L in alcuni riferimenti bibliografici, curva Z in altri).

Misura RMS con pesatura Fast (F)

Misura di Picco (P), usata solo occasionalmente

LZF	misura istantanea
LZFmin	LZF minima misurata in un certo intervallo di tempo
LZFmax	LZF massima misurata in un certo intervallo di tempo
LZleq	LZ mediata su un intervallo di tempo (60 secondi) per fornire il cosiddetto Livello Equivalente, comunemente usata per misurare il livello di rumore ambientale in accordo alle specifiche ISO 1996

E' importante rilevare che le misure in dB effettuate in acqua non sono direttamente comparabili alle misure in aria. Le misure in dB sono relative ad un valore di pressione acustica di riferimento che in aria è 20 microPa, che corrisponde alla soglia di udibilità nell'uomo, mentre in acqua il valore di riferimento è di 1 microPa. Questo si traduce in una differenza di 26 dB per una stessa pressione acustica misurata in microPa.

Ulteriore differenza riguarda il "significato" delle misure in aria e in acqua; l'acqua ha una densità molto superiore all'aria e quindi consente un più efficace trasferimento di energia nei confronti degli oggetti colpiti da un'onda acustica. Questo aspetto è rilevante quando si parla di impatto del rumore sugli organismi viventi: in aria una stessa pressione acustica trasferisce meno energia ad un organismo colpito di quanto non avvenga in acqua.

Altro argomento di non confrontabilità riguarda la curva di pesatura A normalmente applicata per le misure relative all'udito umano.

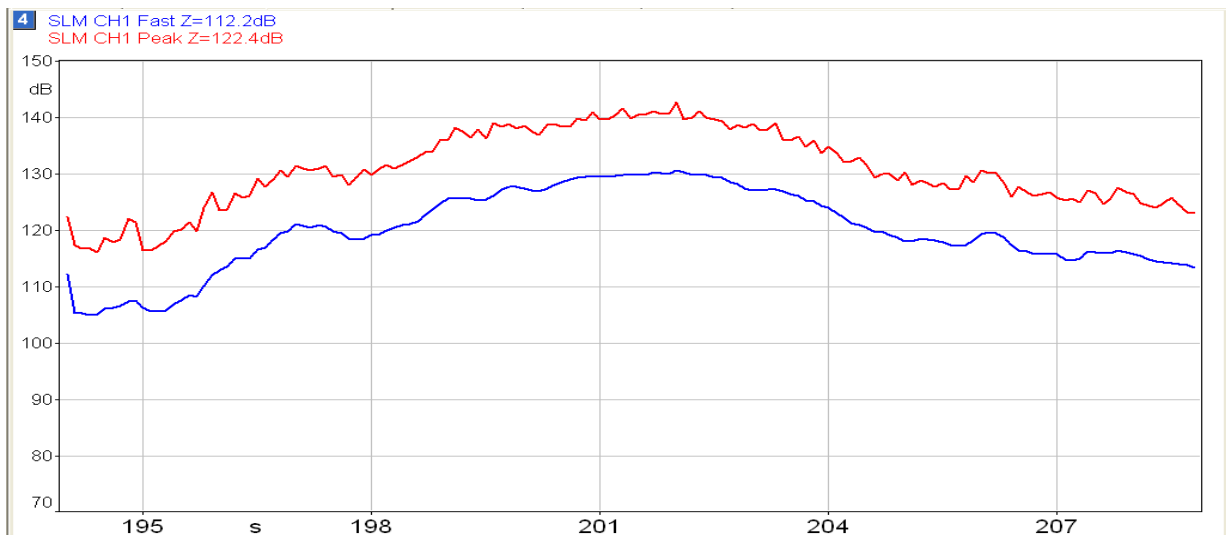


Fig. 7 - Evoluzione nel tempo delle misure LZF e LZF al passaggio di una barca a motore.

Per quanto riguarda le misure spettrali si è scelto di mostrare

- spettro in terzi d'ottava con curva max, min, media
- spettro in terzi d'ottava con i percentili 1, 5, 10, 33, 50, 90, 95
- densità spettrale (PSD o Power Spectral Density)

Nel caso di necessità di caratterizzare eventi acustici non solo in termini di livello e di spettro ma anche di evoluzione dello spettro in funzione del tempo, operazione necessaria per mostrare la struttura complessa e non stazionaria dei segnali biologici, ma anche di determinati eventi di origine umana, si mostra lo spettrogramma con il tempo sull'asse x, la frequenza sull'asse y e il livello espresso in dB tramite una scala cromatica. Tale rappresentazione è stata usata per distinguere vari eventi acustici ai fini della loro inclusione o esclusione dalle misure globali.

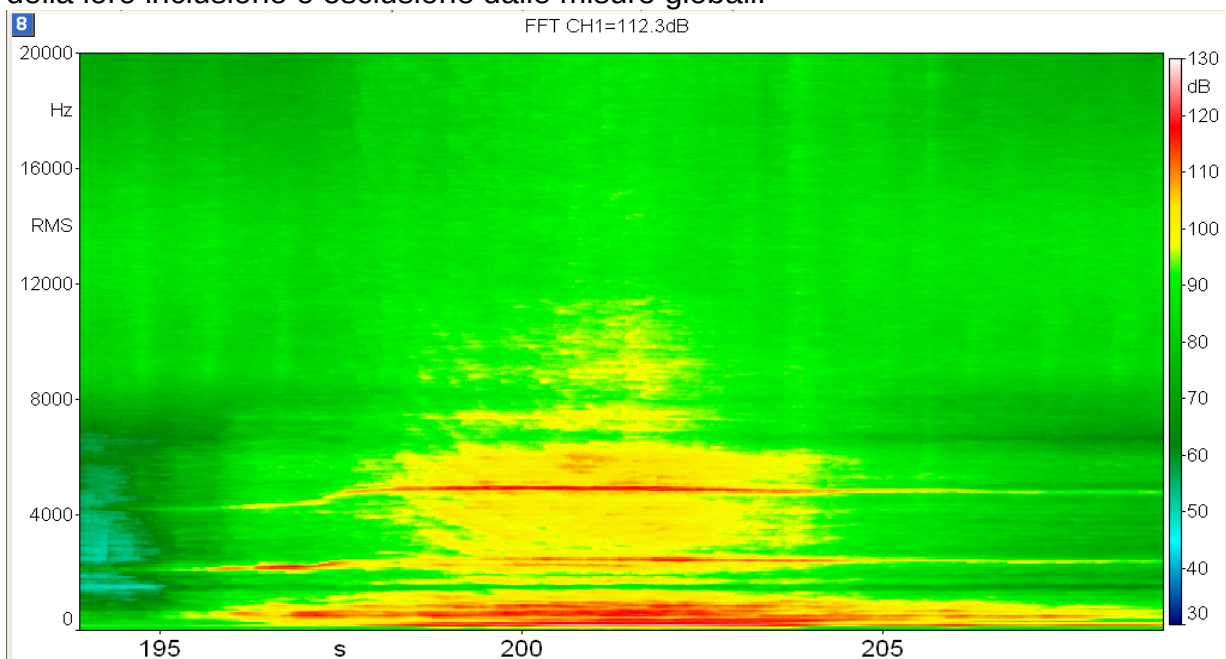


Fig. 8 - Spettrogramma del passaggio di una barca a motore; la scala colore/dB consente di leggere il livello sonoro selettivamente in vari istanti e frequenze dello spettrogramma.

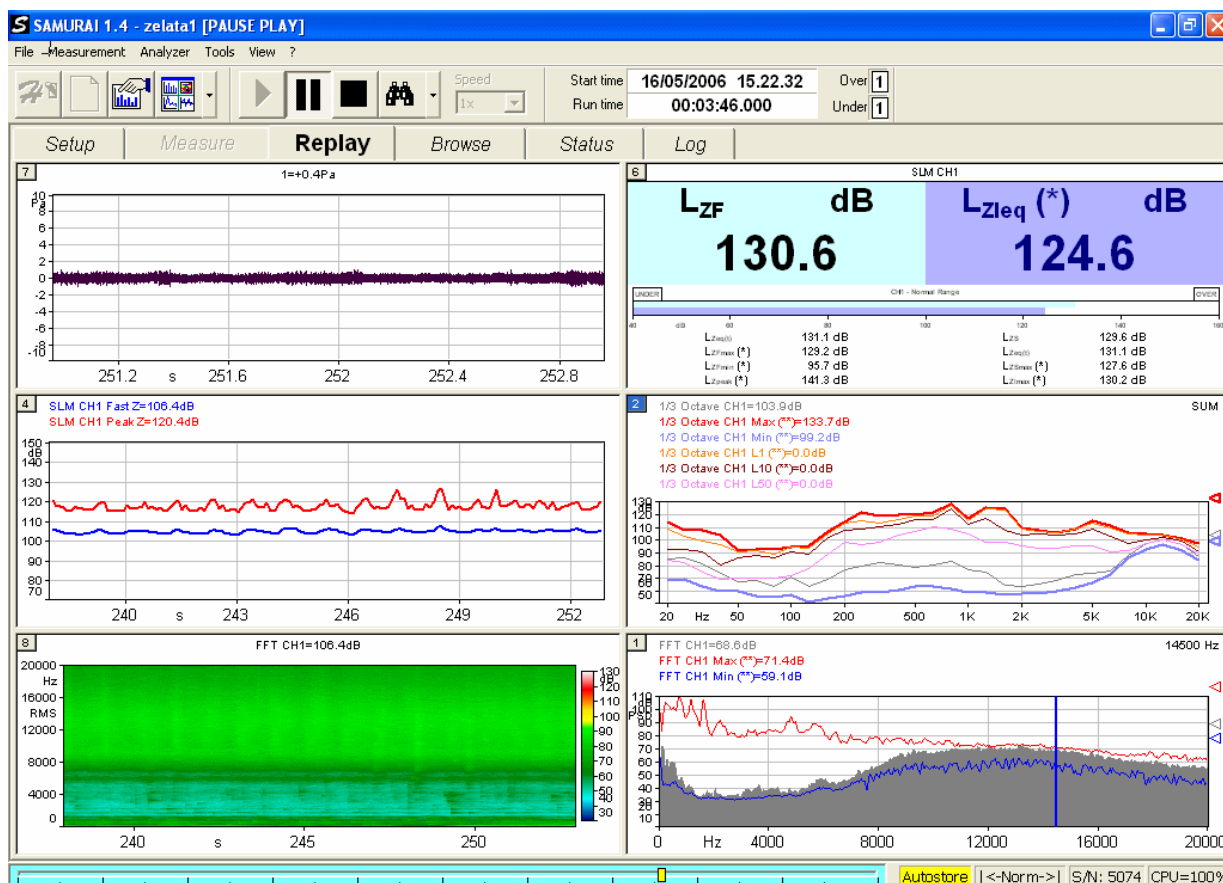


Fig. 9 - Schermata del programma SAMURAI 1.4 configurato per le misure in acqua. Dall'alto a sinistra, in senso orario: oscillogramma del segnale ricevuto dagli idrofoni su una scala ± 10 Pa, misure di livello, andamento temporale delle misure LZF e LZF, spettro in terzi di ottava con curve di minimo, massimo e percentili, spettrogramma, spettro PSD con curve di massimo e minimo.

4 – Analisi acustica

Il lavoro di laboratorio, svolto presso le strutture del CIBRA, è iniziato con la catalogazione e divisione dei dati acustici in base al luogo di registrazione degli stessi. Si è voluto infatti dapprima confrontare le caratteristiche acustiche delle diverse tipologie idraulico morfologiche adottate (*run*, *pool*, *glide* e *rifle*) comparando set di dati omologhi al fine di cercare di definire le caratteristiche principali di ognuna di esse.

L'analisi acustica è stata effettuata con il software NoiseWork che consente di rielaborare le misure effettuate con Samurai e di presentarle graficamente in una ampia varietà di formati grafici. Inoltre NoiseWork si presta all'esecuzione di misure su segnali non stazionari e che possono essere contaminati da eventi acustici anomali. In tale contesto è possibile applicare al set di dati delle maschere temporali che escludono dalla misura sezioni temporali specifiche, ad esempio disturbate dal passaggio di un aereo.

Le funzioni avanzate di NoiseWork consentono inoltre di analizzare in dettaglio l'occorrenza statistica degli eventi e quindi eliminare o separare componenti che si caratterizzano per occorrenze statistiche differenti.

Per questo primo report si è scelto di mostrare (in appendice) per ciascuna registrazione:

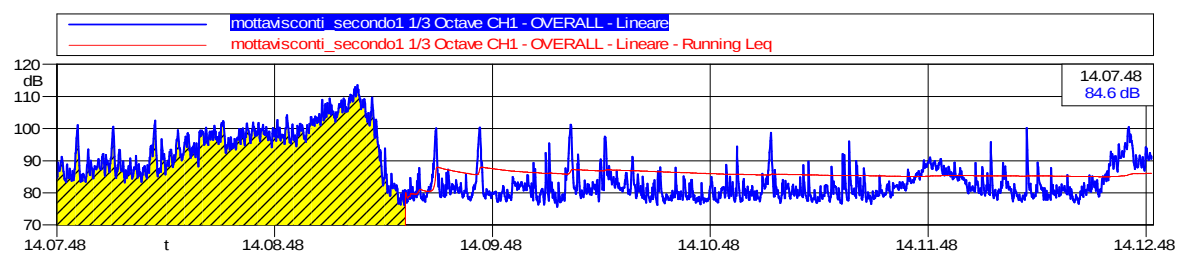
- L'andamento temporale del livello RMS con evidenziate le "maschere"
- L'andamento temporale del livello LEQ (livello equivalente medio su 60 secondi) conseguente alla mascheratura
- Tabella dei valori minimi, massimi e LEQ delle sezioni non mascherate, mascherate e totali
- Grafico in terzi di ottava dei livelli minimi, medi e massimi raggiunti in ciascun 1/3 d'ottava dal segnale risultante dall'operazione di mascheratura
- Grafico in terzi di ottava dei percentili 1, 5, 25, 33, 50, 90, 95 calcolati sul segnale risultante dall'operazione di mascheratura
- Grafico dello spettro PSD (Power Spectral Density) minimo, massimo e medio del segnale globale, che quindi comprende anche gli eventi che sono stati "mascherati" per le precedenti misure.

Si è scelto di usare il livello RMS (Root Mean Square) invece del livello di picco in quanto il valore RMS è più rappresentativo dell'effettiva energia associata alla forma d'onda del segnale.

Dalle tabelle sono stati quindi ricavati e organizzati in un unico quadro sinottico i valori rappresentativi degli ambienti esaminati. In particolare sono stati considerati i valori minimi, massimi e LEQ sia totali che del segnale non mascherato, inteso come segnale purificato da eventi estranei.

Tabella 3 - Tabella di correlazione file acustici, località di registrazione e caratterizzazione idraulico-morfologica.

nome file	Località	cat. idraulico-morfologica
Becca raid 1 - 7	Linarolo, PV	pool
Lanca Ricotti 4 - 5	Pavia	pool
Motta Visconti secondo 1 - 3	Motta Visconti, MI	glide
Naviglio Langosco 0	Trecate, NO	run
Naviglio Pavese 10 - 11	Pavia	pool
Ponte coperto 10 - 11	Pavia	run
Ponte ferrovia 10, 20, 30, 40	Pavia	run
Scavizzolo 1 - 6	Zerbolò, PV	glide
Scavizzolo Ticino 0	Zerbolò, PV	glide-run
Ponte A7 - 1	Beregardo, PV	pool
Ponte A7 1	Beregardo, PV	pool
Ponte barche 0 - 1	Beregardo, PV	glide
Ponte Vigevano 0	Vigevano	run
Asta Ticino 0	Zelata, Bereguardo, PV	run-riffle
TAV 0 - 5	Trecate, NO	glide
Ticino wpt10	Beregardo, PV	da run a glide
Valenzuola 0	Zerbolò, PV	pool-run-riffle
Vigevano 1 - 7	Vigevano, PV	pool
Vigevano 8 - 10	Vigevano, PV	run
Vigevano 11 - 15	Vigevano, PV	glide
Vigevano 17	Vigevano, PV	riffle
Vigevano 18	Vigevano, PV	da riffle a run
Zelata 0 - 1	Zelata, Bereguardo, PV	glide



mottavisconti_secondo1 1/3 Octave CH1 OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:05:01.500	96.3 dB	113.6 dB	75.7 dB
Non Mascherato	00:03:25.600	86.1 dB	101.2 dB	75.7 dB
Mascherato	00:01:35.900	101.0 dB	113.6 dB	76.1 dB
Nuova Maschera 1	00:01:35.900	101.0 dB	113.6 dB	76.1 dB

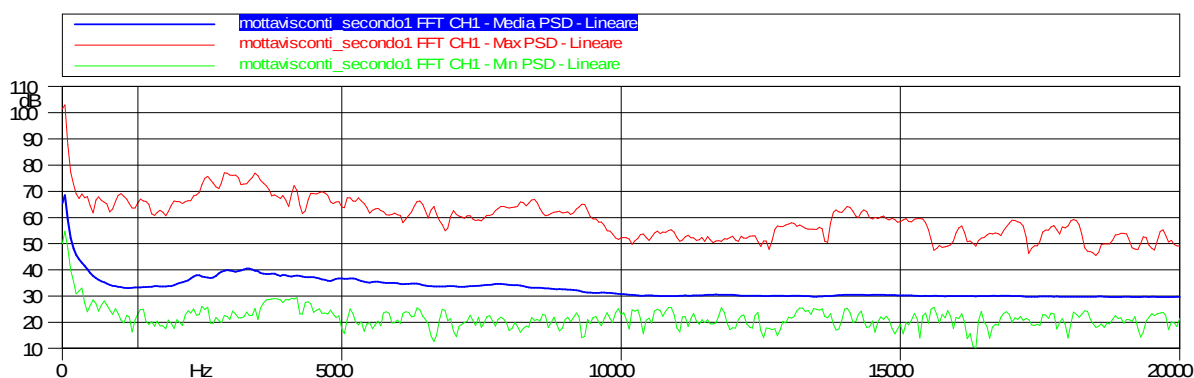
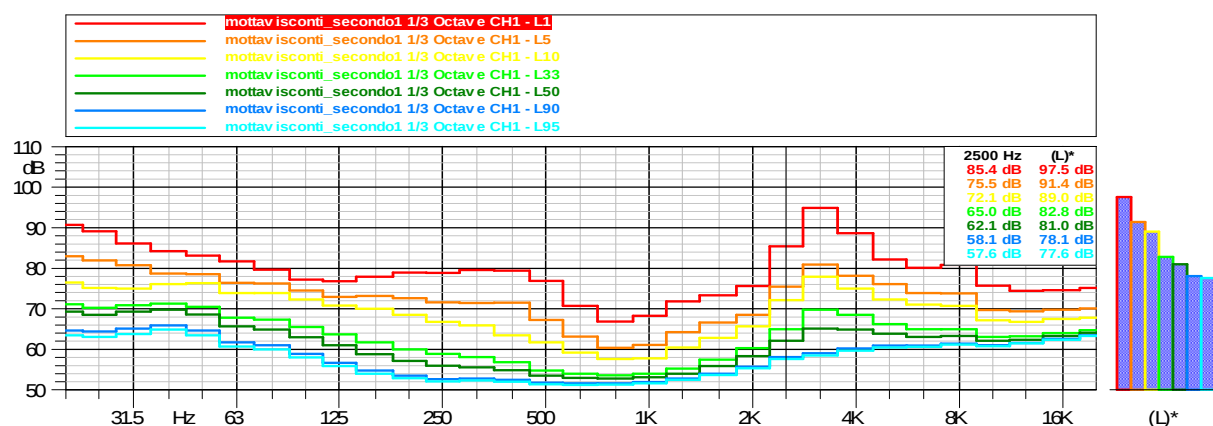
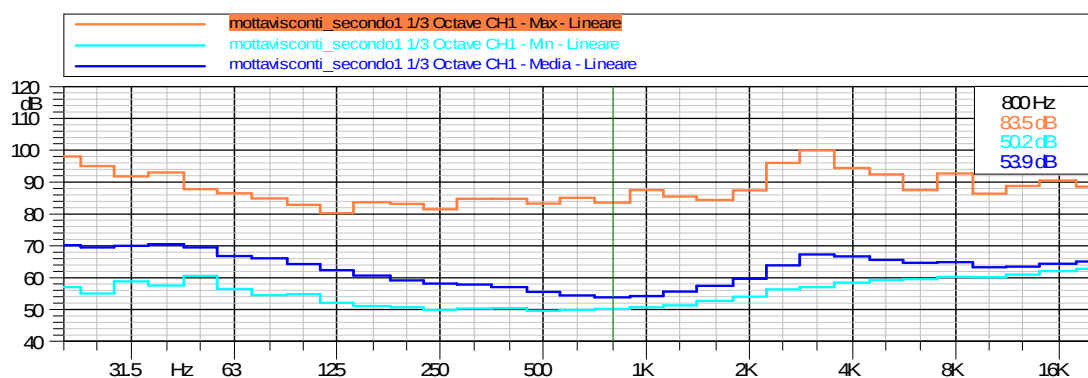


Fig. 10 - Quadro complessivo delle misure effettuate per ciascuna registrazione; l'area marcata in giallo nel primo riquadro rappresenta il passaggio di un aereo che è stato mascherato al fine di non influenzare le successive misure (tranne lo spettro PSD).

Risultati

Il lavoro fin qui condotto ha consentito di acquisire una serie di dati che delineano i limiti di variabilità del rumore subacqueo nel Ticino e in alcuni suoi rami secondari; in accordo con le nostre aspettative i dati indicano livelli di rumore relativamente bassi e costanti nelle acque ferme e lontano da attività umane; un cospicuo aumento del rumore, con ampie variazioni, soprattutto a bassa frequenza, in prossimità di infrastrutture di trasporto (ponti automobilistici e ferroviari), e un incremento del rumore ad alta frequenza nelle acque a scorrimento veloce.

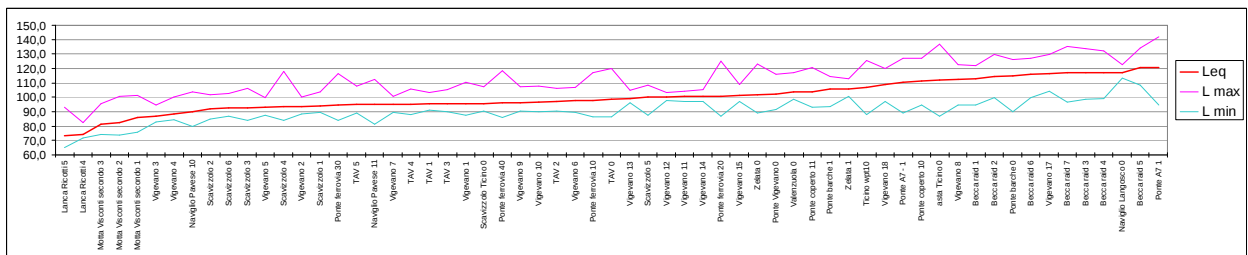


Fig. 11 - Grafico per valori di livello LEQ crescente.

Il grafico (ripetuto in appendice a dimensioni maggiori) mostra i risultati (in dB RMS, pesatura lineare da 10 Hz a 20 kHz: livello LEQ, livello minimo e livello massimo) ordinati per livello LEQ; a sinistra i dati degli ambienti più silenziosi e a destra i dati di quelli più rumorosi. E' importante e interessante notare che all'aumentare del LEQ aumentano in misura minore il livello minimo e in misura maggiore il livello massimo. L'aumentare della differenza fra livello minimo e massimo indica una maggior variabilità dei livelli di rumore riscontrati e ciò risulta caratteristico degli ambienti dove è il rumore di origine umana a determinare l'aumento del LEQ. I livelli minimi aumentano meno del LEQ a testimoniare il fatto che nelle "pause" del rumore (esogeno) ancora emerge la caratteristica più silenziosa del rumore ambiente naturale.

1 - Analisi degli ambienti

Gli ambienti più silenziosi sono risultati essere le lanche e i rami secondari del fiume (pool, glide), a scorrimento lento e distanti dall'asta principale. In tabella sono riportati i valori mascherati, che meglio descrivono la condizione di naturalità acustica dell'ambiente investigato, e quelli totali, comprensivi cioè dell'apporto "antropico".

Tabella 4 - Livelli in db.

	Con mascheramento			Totali			
	L Leq	L max	L min	L Leq	L max	L min	Ambiente
Lanca Ricotti 5	73,4	92,8	65,3	73,4	92,8	65,3	pool
Lanca Ricotti 4	74,0	82,6	71,7	79,0	98,4	71,5	pool
Motta Visconti secondo 3	81,4	95,5	74,3	87,9	114,8	74,0	glide
Motta Visconti secondo 2	82,2	100,7	73,9	84,8	110,4	73,9	glide
Motta Visconti secondo 1	86,1	101,2	75,7	96,3	113,6	75,7	glide



Fig. 12 - Confluenza Scavizzolo.

A seguire, con intensità di rumore crescente, le acque del fiume a scorrimento lento e profonde (pool).

Tabella 5 - Livelli in db.

	Con mascheramento			Totali			Ambiente
	L Leq	L max	L min	L Leq	L max	L min	
Vigevano 3	86,9	94,6	83,1				pool
Vigevano 4	88,5	100,0	84,4				pool

I livelli più elevati risultano infine nelle acque a scorrimento veloce (run, riffle); in questi casi al livello complessivo contribuiscono in modo significativo le componenti ad alta frequenza dovute alle turbolenze e al trasporto del materiale del fondo.

Tabella 6 - Livelli in db.

	Con mascheramento			Totali			Ambiente
	L Leq	L max	L min	L Leq	L max	L min	
asta Ticino 0	111,7	136,7	87,2	123,8	144,7	87,2	run - riffle
Vigevano 8	112,2	122,6	94,8	117,6	136,8	94,8	run
Vigevano 17	116,6	129,5	104,1				riffle



Fig. 13 Run, acque veloci e poco profonde.

I valori massimi, come atteso, si riscontrano vicino a infrastrutture quali i ponti ferroviari, stradali e autostradali; in questi casi si riscontrano elevati valori a bassa frequenza e soprattutto elevata variabilità in funzione del tipo di traffico. Nella tabella che segue sono anche riportati in livelli totali dovuti ad eventi fuori media.

Tabella 7 - Livelli in db.

	Con mascheramento			Totali			Ambiente
	L Leq	L max	L min	L Leq	L max	L min	
Ponte coperto 11	103,6	120,7	93,1				run
Ponte barche 1	105,6	114,6	93,8	112,9	125,6	93,8	glide
Ponte A7 – 1	110,4	127,3	89,2				pool
Ponte coperto 10	111,3	127,3	94,7	121,0	143,1	94,7	run
Ponte barche 0	114,7	126,0	90,0				glide
Ponte A7 1	120,7	141,8	94,8	134,2	155,1	94,8	pool



Fig. 14 - Ponte stradale e ferroviario, Vigevano.

Altrettanto elevati i livelli misurati al Ponte della Becca in concomitanza al raid Pavia-Venezia; al rumore dovuto al ponte si sommano i passaggi delle barche da competizione (in questo caso i passaggi delle imbarcazioni non sono stati mascherati in modo da avere una misura complessiva).

Tabella 8 - Livelli in db.

	Con mascheramento			Totali			Ambiente
	L Leq	L max	L min	L Leq	L max	L min	
Becca raid 1	112,8	121,8	94,7	senza imbarcazioni			pool
Becca raid 2	114,3	129,7	99,5	senza imbarcazioni			pool
Becca raid 7				116,7	135,5	96,4	pool
Becca raid 3				117,1	133,8	98,8	pool
Becca raid 4				117,1	132,4	98,9	pool
Becca raid 5				120,7	134,4	108,2	pool

I dati finora rilevati sono anche congrui con i pochi riportati in letteratura: fra questi le analisi del rumore ambientale subacqueo in fiumi e laghi austriaci condotto per valutare il possibile impatto del rumore sulla fauna ittica, che include alcune specie comuni nel fiume Ticino come la carpa e il pesce persico, che usano il suono per comunicare, soprattutto nel periodo riproduttivo (Amoser & Ladich, 2005; Amoser et al., 2004; Amoser et al., in stampa).

I dati riportati da Amoser & Ladich (2005) indicano livelli LEQ lineari, quindi misurati con la nostra stessa metodologia, che variano tra 80-99 dB di laghi e acque ferme (il minimo di 80 dB è stato misurato in un lago alpino) e i 110-135 dB del Danubio e di altri fiumi e torrenti.

Una fondamentale ulteriore analisi dei dati porta necessariamente a considerare le bande di frequenza che concorrono a determinare i valori globali. L'analisi in terzi di ottava fornisce una misura della distribuzione in frequenza del rumore e rende evidenti ulteriori classificazioni e distinzioni fra ambienti e rumori differenti.

L'analisi a percentili sui terzi di ottava fornisce infine un elemento di valutazione riguardo l'occorrenza dei livelli di rumore nelle varie bande spettrali al fine di meglio comprendere le possibili sovrapposizioni e relazioni fra il rumore dell'ambiente naturale, le bande di frequenza preferenzialmente utilizzate dai pesci per comunicare, e l'apporto di rumore dovuto alle attività umane.

In generale, la maggioranza dei suoni emessi dai pesci sono a bassa frequenza e qualora frequenze elevate vengano emesse, la massima energia significativa per la comunicazione rimane comunque al di sotto dei 1000 Hz (Hawkins, 1973).



Fig. 15 - Lavori attraversamento TAV, Trecate.

A questo proposito è utile riportare gli spettri in terzi di ottava degli ambienti più rappresentativi delle categorie già definite sulla base dei livelli globali e delle caratteristiche ambientali più evidenti. A differenza degli spettri con asse delle frequenze lineare, gli spettri in terzi di ottava espandono la visibilità delle componenti sotto i 5 kHz, che è poi la banda più rappresentativa per la comunicazione nei pesci e le valutazioni di questo rapporto.

Inoltre, la rappresentazione a intervalli di $1/3$ di ottava, pur garantendo la visibilità delle variazioni legate alla frequenza, offre una visione mediata per intervalli di frequenza che rende più chiara la distribuzione del rumore.

La figura 16 mostra una serie di spettri in terzi di ottava ben rappresentativi di ambienti con bassi livelli di rumore.

Le curve mostrano innanzitutto che i valori in dB globali non sono pienamente rappresentativi e che vi sono differenze significative nella distribuzione in frequenza anche in funzione del livello.

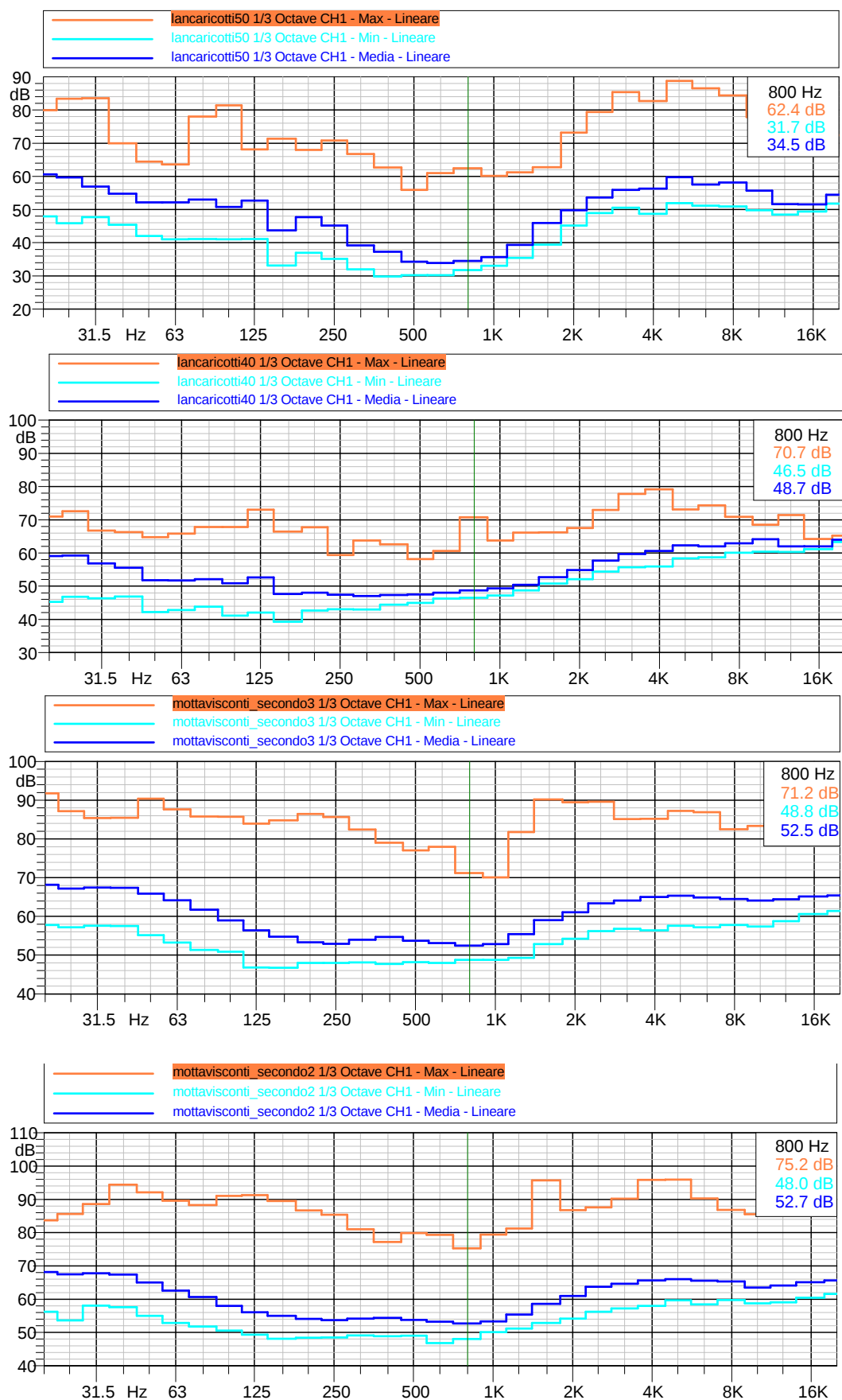


Fig. 16 - Spettri in terzi di ottava di ambienti rappresentativi di bassi livelli di rumore; nel riquadro sono riportati i valori in dB misurati a 800 Hz.

Da notare, in fig. 16, che le curve più significative sono quella relativa al livello minimo (azzurro) e al livello medio (blu); la linea del massimo (rosso) è scarsamente rappresentativa: indica i livelli massimi raggiunti nel periodo di misura e quanto più è distanziata dalla curva del livello medio tanto più indica che i livelli massimi sono raggiunti saltuariamente. E' da notare che i livelli spettrali più bassi sono nella banda di frequenza da 125 Hz a 1 kHz, la banda preferenzialmente usata dai pesci, con minimi che si collocano fra 30 e 50 dB. La curva media mantiene lo stesso andamento con un limitato scostamento dai minimi a indicare quindi una maggior persistenza di valori vicini al minimo. E' in questo contesto che diventa importante l'analisi a percentili in quanto tale analisi, molto complessa, mostra la percentuale di tempo in cui ciascun livello si manifesta in ciascun terzo d'ottava. Gli spettri percentili sono riportati nelle schede in appendice per ciascuna stazione di misura.

La figura 17 mostra invece gli spettri in terzi di ottava rappresentativi di ambienti ove predomina il rumore a bassa frequenza dovuto a infrastrutture di trasporti (ponti stradali, autostradali e ferroviari).

Anche in questi casi, nonostante i livelli più elevati, nei minimi spettrali si nota l'avallamento del rumore fra 125 Hz e 1kHz ma con livelli minimi comunque superiori a 60dB. E' inoltre evidente che la curva media si colloca su valori elevati, quasi intermedi fra il minimo e il massimo, a testimonianza di una maggior presenza temporale di livelli elevati.

La figura 18 mostra gli spettri in terzi di ottava rappresentativi di ambienti dove il rumore predominante è ad alta frequenza a causa dello scorrimento dell'acqua; anche in questi casi si nota che i minimi spettrali sono nella gamma di frequenze fra 125 Hz e 1 kHz, ma con valori (60-70 dB) più elevati che in acque ferme. L'andamento è visibile anche sulla curva media. Si nota che i livelli minimi e medi sono influenzati dalle componenti ad alta frequenza, con valori minimi fra 80 e 90 dB, che all'ascolto risulta come una sorta di soffio.

La figura 19 evidenzia la differente struttura del rumore in un canale con scorrimento veloce: il rumore predominante è a frequenze medie con minimi superiori a 90 dB nella banda 125 Hz – 1 kHz e massimi che raggiungono i 116 dB pur in mancanza di specifiche sorgenti di rumore.

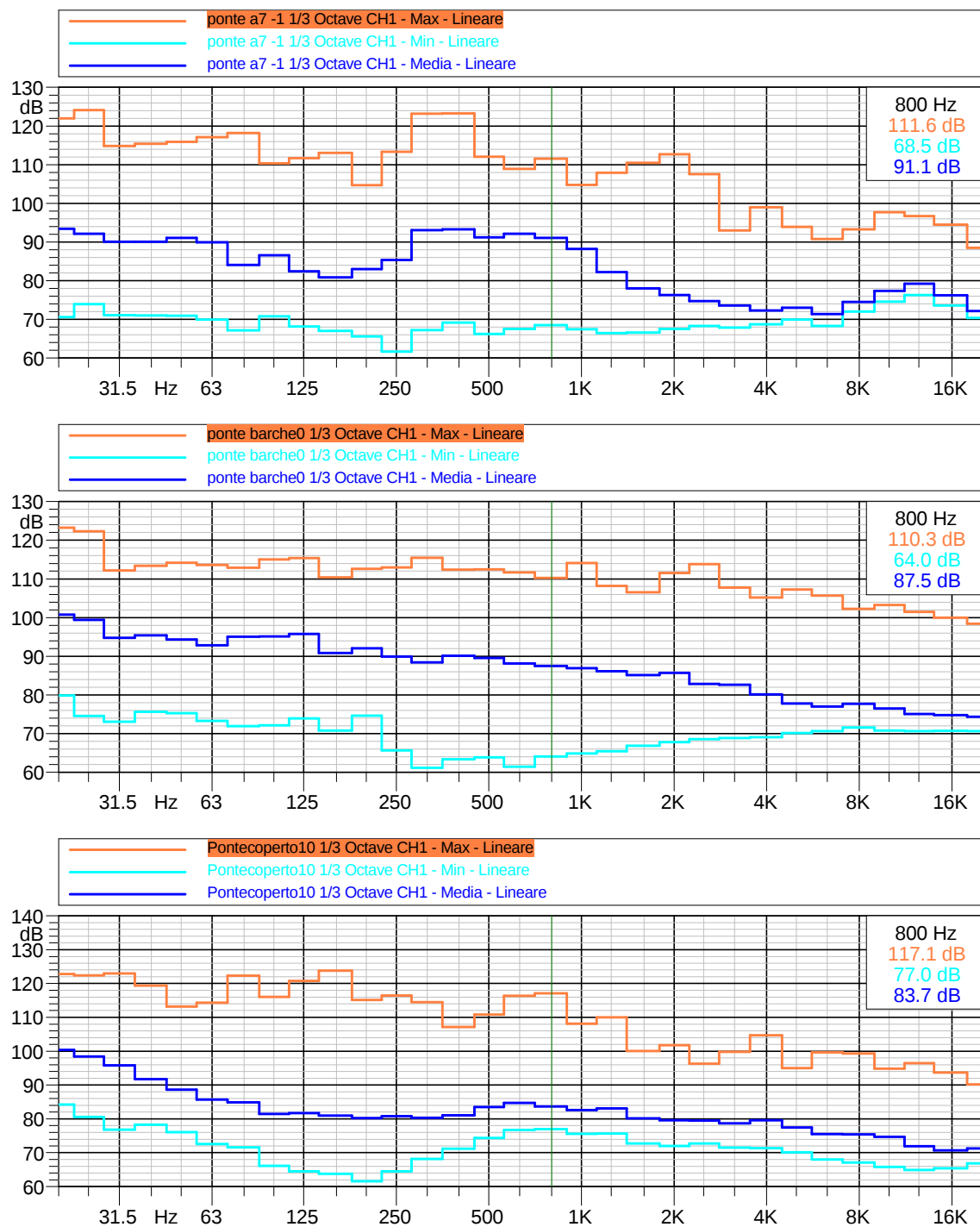


Fig. 17 - Spettri in terzi di ottava rappresentativi di ambienti ove predomina il rumore a bassa frequenza dovuto a infrastrutture di trasporti.

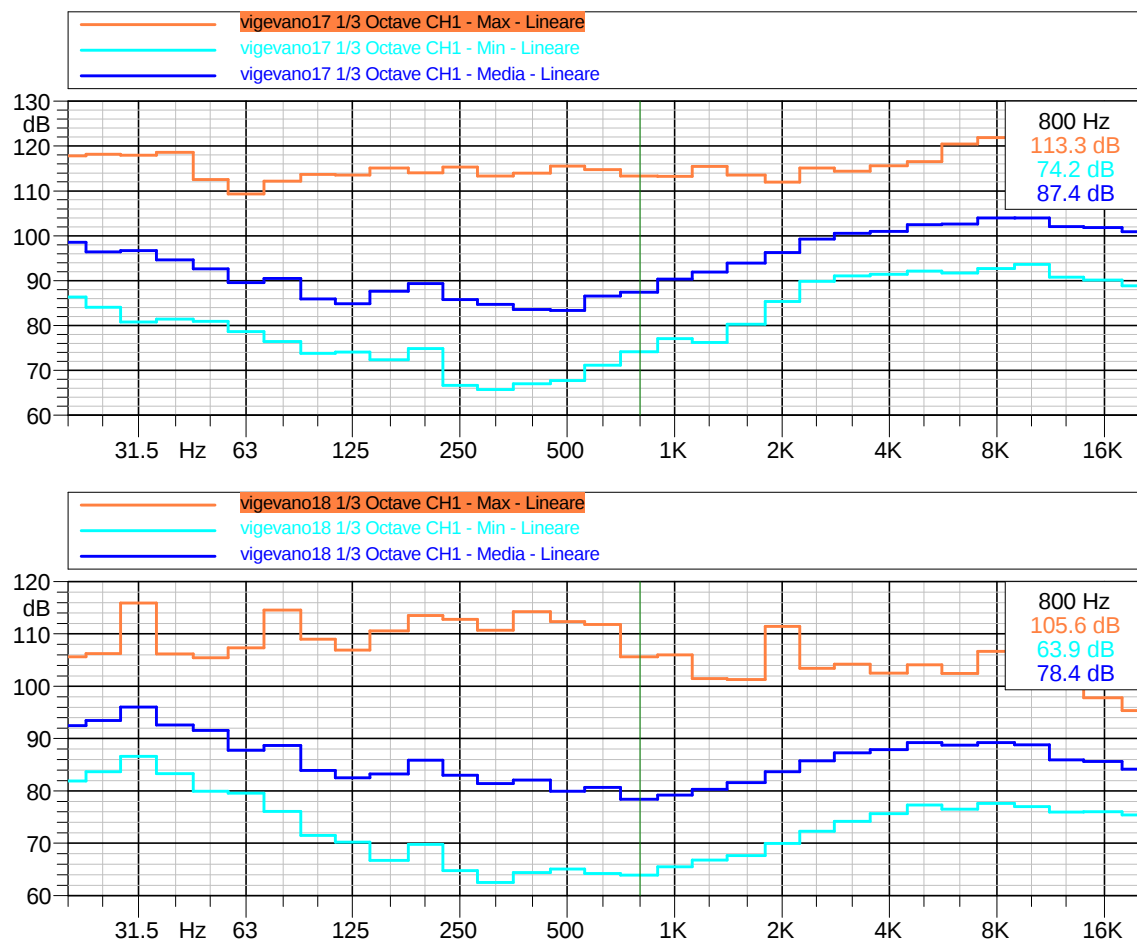


Fig. 18 - Spettri in terzi di ottava rappresentativi di ambienti dove il rumore predominante è ad alta frequenza.

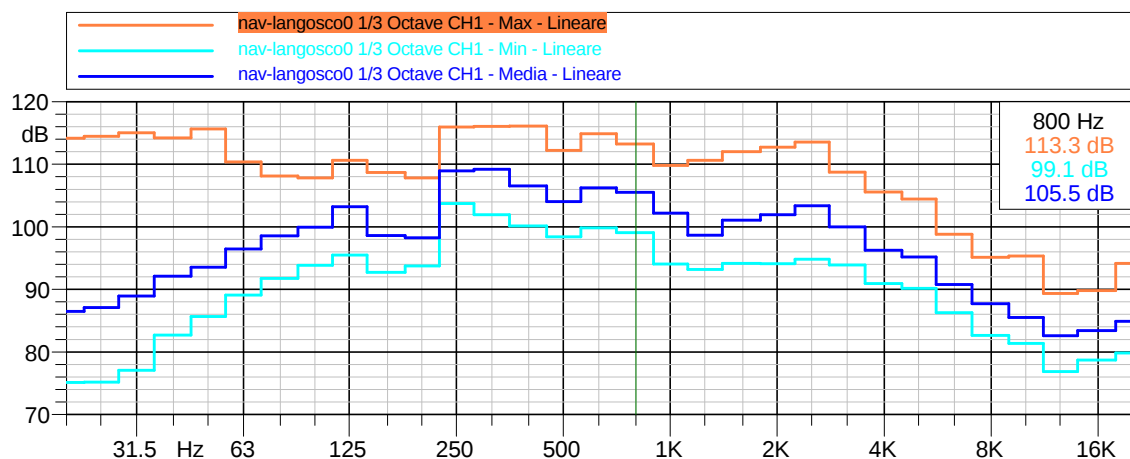


Fig. 19 - Esempio di rumore in canale con scorrimento veloce.

2 – Analisi di eventi

Nell'acquisizione delle registrazioni in diverse occasioni sono stati registrati eventi specifici che si collocavano significativamente fuori dalla media dei livelli in corso di misura. Tali eventi, quali il passaggio di un aereo, di un treno o di una barca, ma in alcuni casi anche suoni biologici quali canti di uccelli, pesci e coleotteri ditiscidi, hanno portato in molti casi all'eliminazione della misura in corso e in altri casi sono stati invece mantenuti e “mascherati” nella successiva fase di analisi. Il processo di mascheramento consente sia di escludere un evento dalla misura globale che di isolarlo per misurarlo individualmente. Nelle tavole in appendice gli eventi mascherati sono chiaramente visibili e le tabelle dei valori in dB riportano sia il dato globale “pulito” che il dato totale nonché il dato relativo ai singoli eventi mascherati.

Una accurata caratterizzazione statistica di tali eventi richiederebbe la raccolta di un maggior numero di casi, obiettivo non previsto nella presente ricerca. In particolare, per la caratterizzazione dei natanti a motore sarebbe necessario mediare più passaggi a distanza nota; inoltre la comparazione fra natanti diversi richiederebbe l'esecuzione delle misure sempre alla stessa distanza, o a differenti distanze note, e sempre nello stesso ambiente.

Un evento, quando si differenzia bene dal rumore preesistente, può essere analizzato con gli stessi criteri fin qui adottati, quindi livello minimo (misura di solito condizionata dal rumore dell'ambiente), medio e massimo, spettro in 1/3 di ottava, spettro PSD, nonché spettro a percentili nel caso di eventi di lunga durata.

Una più accurata analisi prevede l'analisi spettro-temporale che mostra l'evoluzione dello spettro e dell'intensità del segnale in funzione del tempo; questo può essere attuato con lo spettrogramma (fig. 20), lo spettro waterfall 3D o con il percentilogramma. La figura 20 mostra lo spettrogramma del passaggio di una barca a motore e si evidenziano nette componenti tonali con frequenze anche superiori a 4 kHz, e un consistente livello sotto i 1000 Hz. La scala cromatica evidenzia che le componenti a bassa frequenza e le componenti tonali raggiungono i 120 dB. Un quadro più completo dei livelli di rumore prodotti dal passaggio di una barca sono visibili nelle figure 23-26.

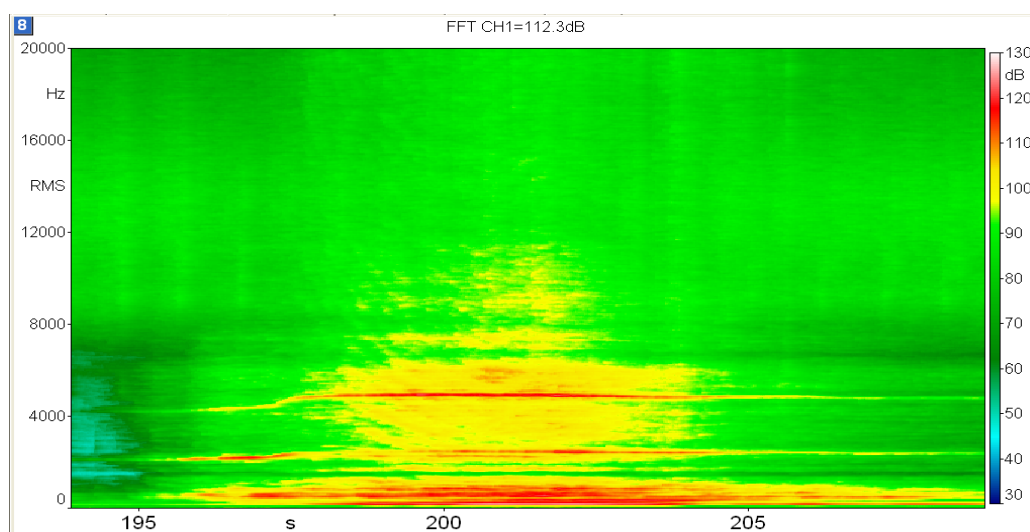


Fig. 20 - Spettrogramma del passaggio di una barca a motore.

Si osservano livelli RMS che superano i 130 – 140 dB misurati a oltre 10 e 20 metri di distanza; tali valori indicano livelli che a 1 metro dalla sorgente possono ampiamente

superare i 160 dB. Come già accennato, i valori qui mostrati sono indicativi, in quanto una accurata determinazione dei livelli emessi richiederebbe misure ripetute a distanze note.

La figura 21 è invece relativa ad una registrazione effettuata in una lanca con la presenza di coleotteri ditiscidi; il grafico dei livelli mostra picchi ripetuti nella seconda metà del periodo di misura. Pur raggiungendo quasi 100 dB contribuiscono in modo limitato all'innalzamento del LEQ. La figura 22 mostra in dettaglio uno di questi suoni.

Negli spettri sia a 1/3 di ottava che PSD si vede che il contributo dei ditiscidi si colloca fra 1.5 e 8 kHz, con un picco a 4 kHz.

Nella corrispondente tavola in appendice e nelle misure la parte con i suoni di ditiscidi è stata mascherata.

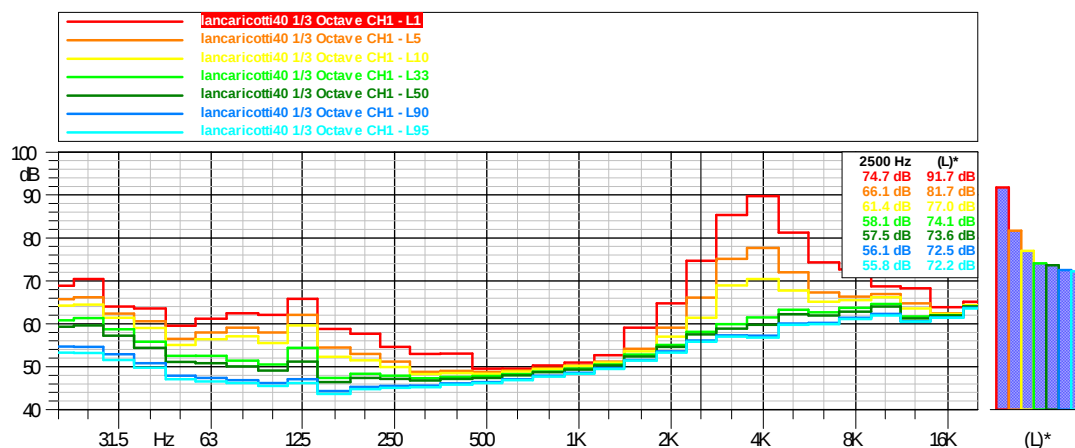
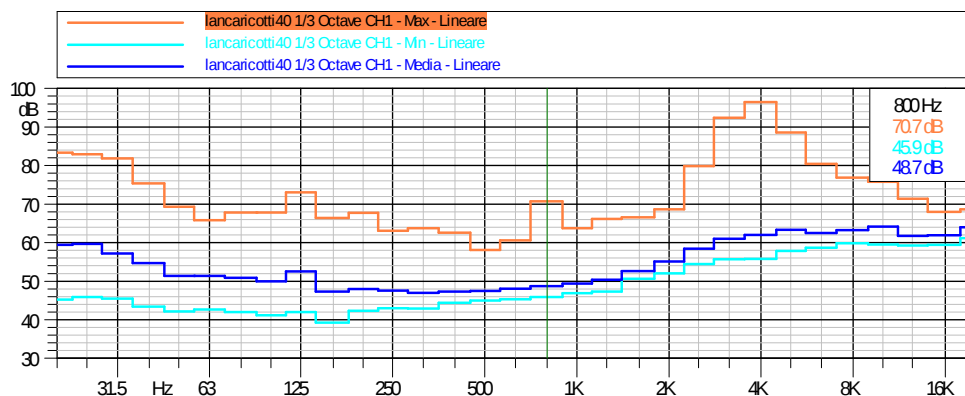
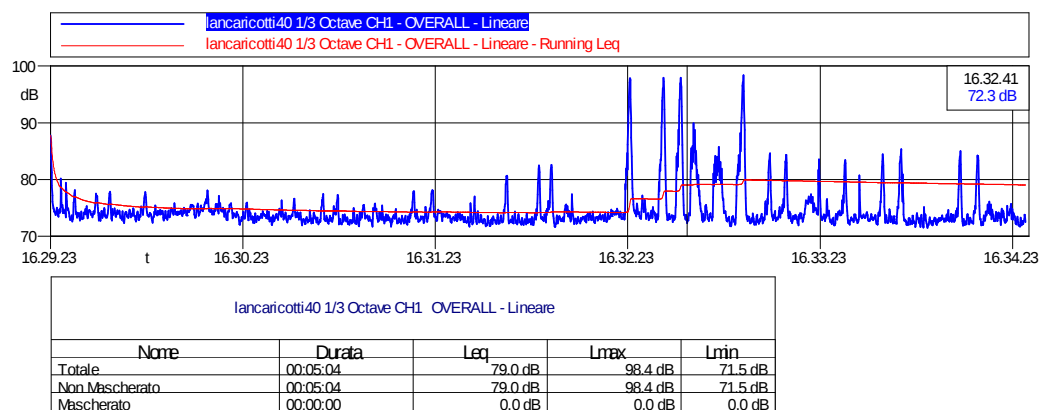


Fig. 21. Registrazione effettuata in una lanca con presenza di coleotteri ditiscidi.

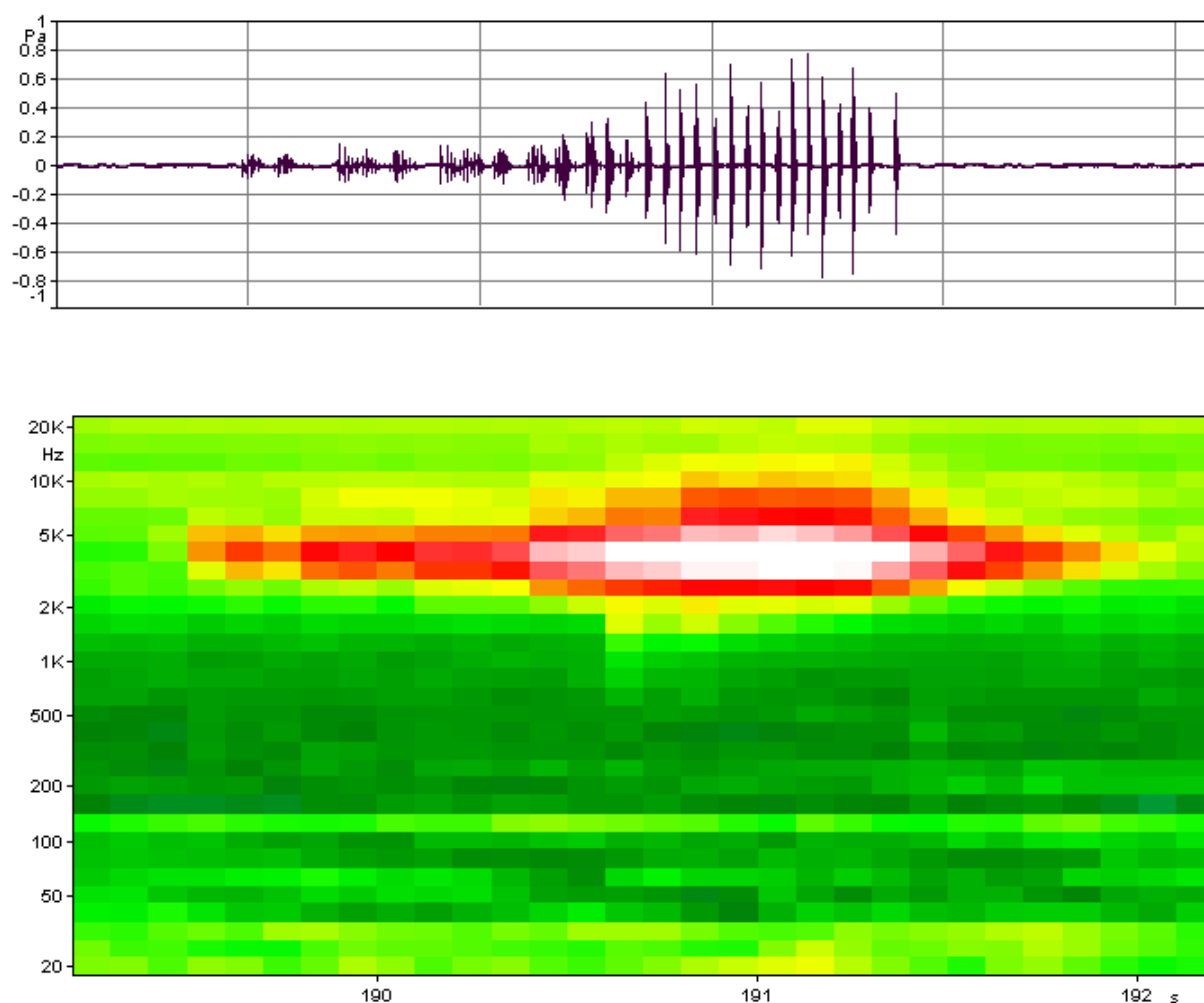


Fig. 22 – Rappresentazione analitica di un suono emesso da un coleottero ditiscide; in alto oscillogramma, in basso spettrogramma in 1/3 di ottava. In questo specifico caso si vede che le frequenze dell'evento di disturbo sono ben concentrate e non interferiscono con la valutazione del rumore di fondo a frequenze inferiori a 1 kHz. L'elevato livello rilevato dipende dalla ridotta distanza fra emettitore e idrofono.

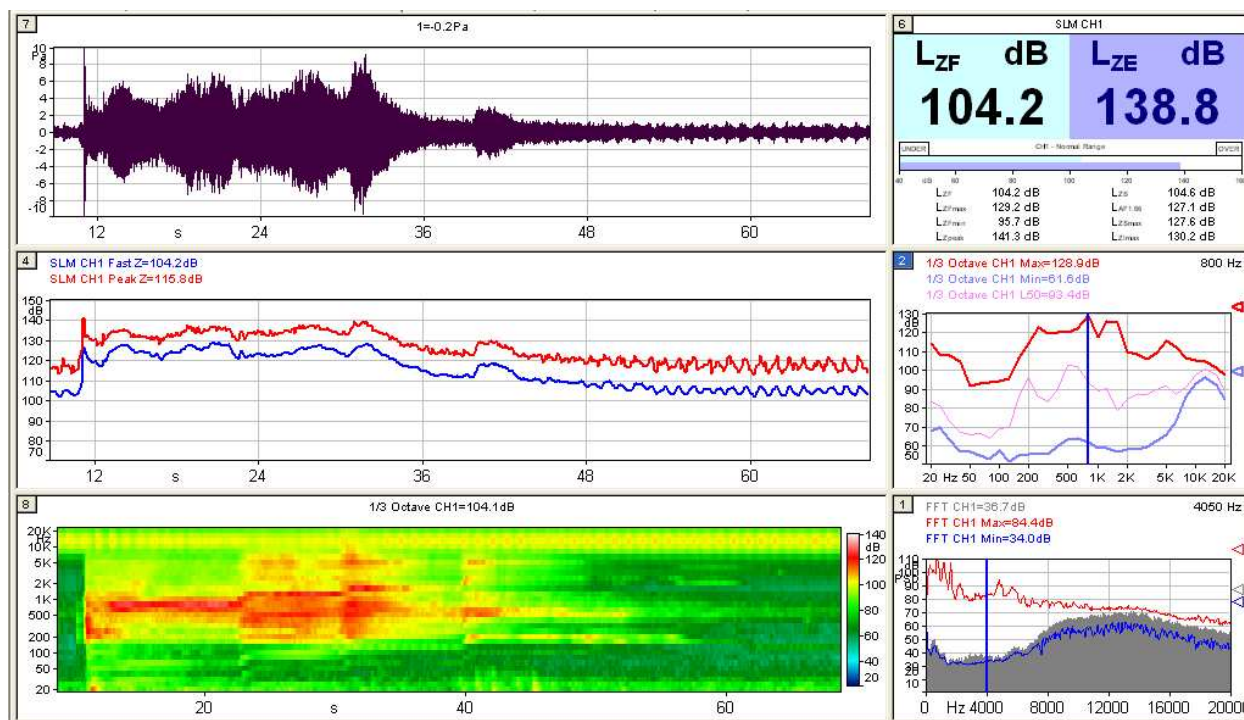


Fig. 23 – Avviamento e partenza della barca del Parco (idrogetto).

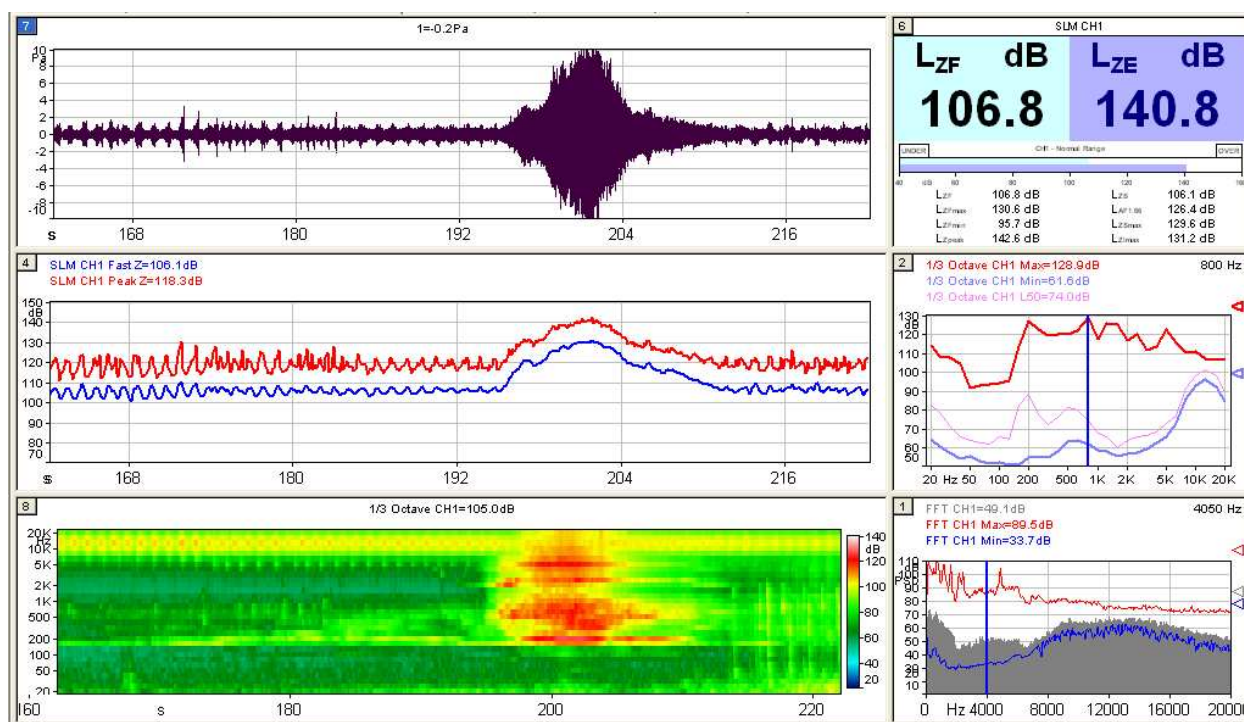


Fig. 24 – Passaggio della barca del Parco.

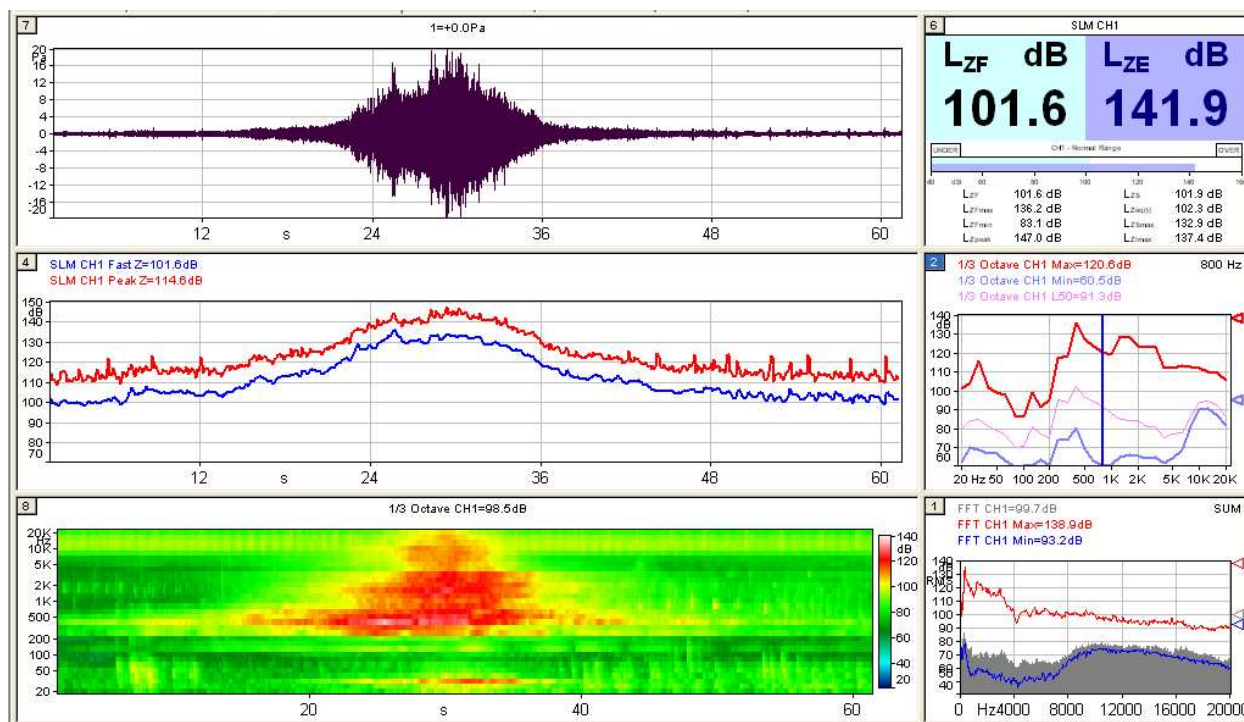


Fig. 25 – Passaggio di un barcè a 25 metri.

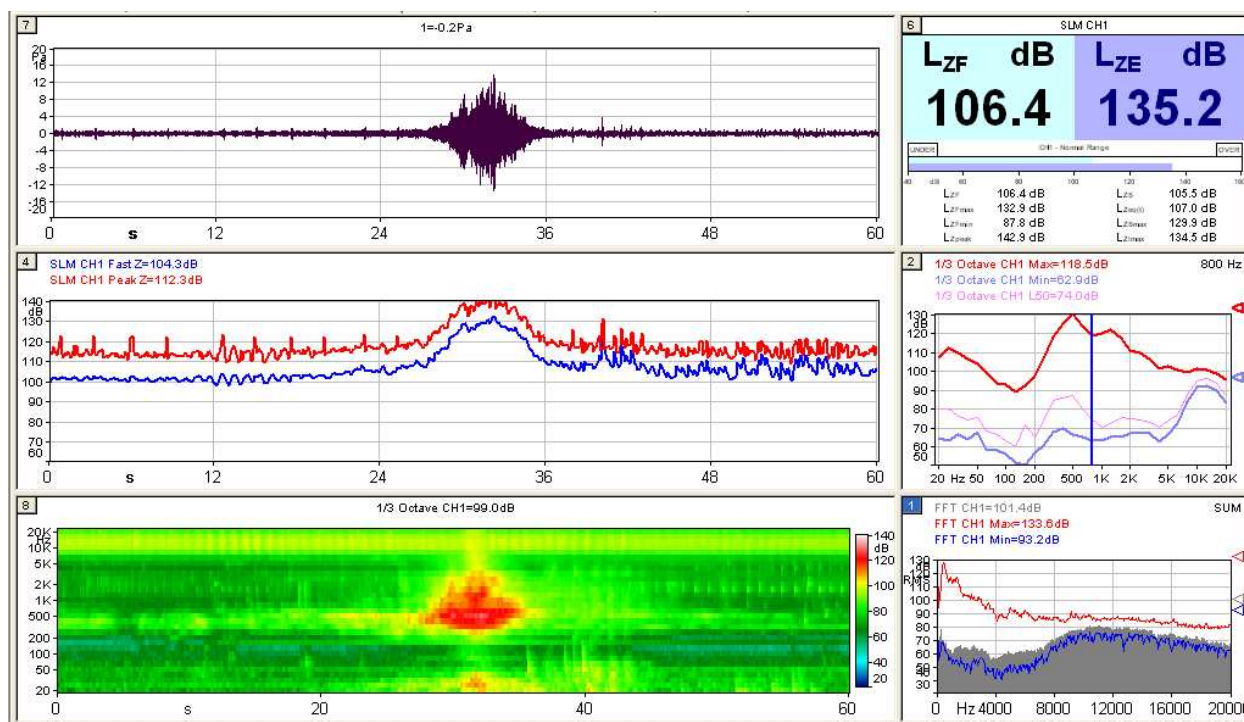


Fig. 26 – Passaggio di un barcè a 10 metri.

Infine, il passaggio dei treni sul ponte della ferrovia in Pavia produce un elevato livello soprattutto a bassa frequenza, con punte di oltre 130 dB sotto i 100 Hz (Fig. 27) nelle immediate vicinanze dei piloni.

Per quanto invece riguarda i passaggi degli aerei, per quanto invadenti in ambiente aereo, il loro rumore si trasmette sott'acqua in modo poco efficace, ma certamente rilevabile, a causa della differente densità dei due mezzi, aria e acqua. L'energia

acustica che colpisce la superficie dell'acqua viene infatti perlopiù riflessa e scarsamente assorbita.

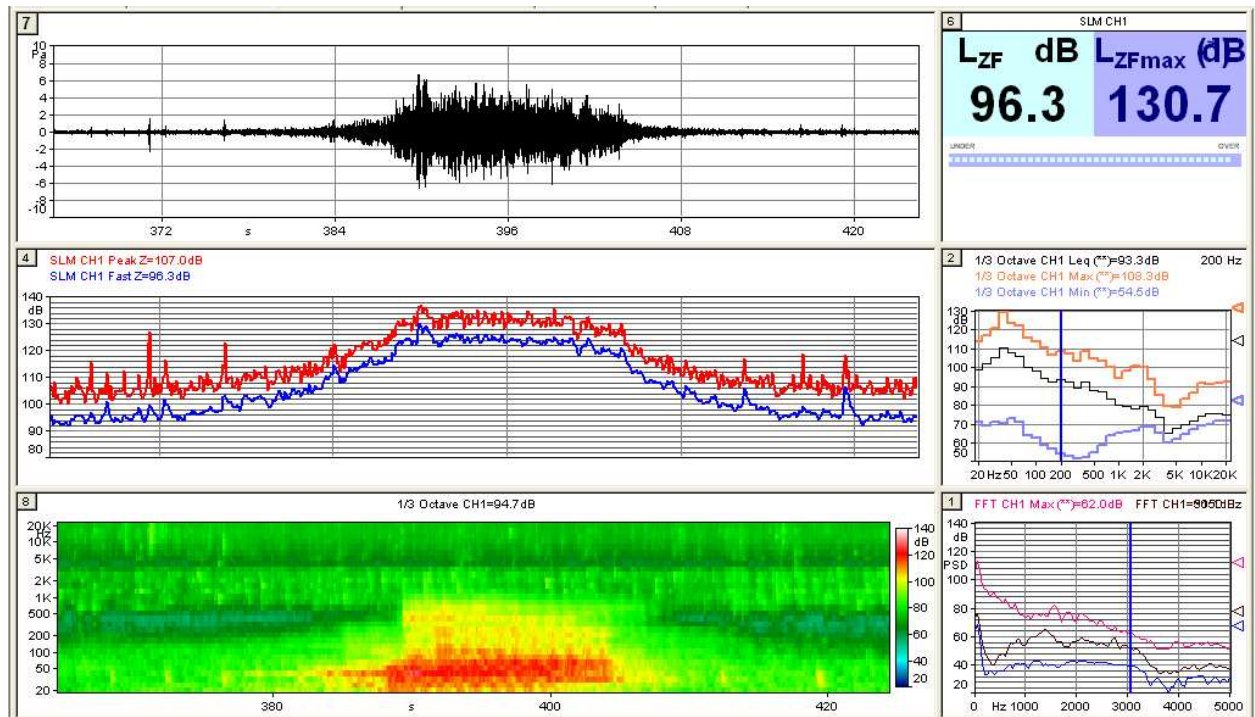


Fig. 27 – Passaggio di un treno sul ponte della ferrovia in Pavia.

Conclusioni

Il profilo acustico proprio degli ambienti “naturali” del fiume Ticino evidenzia un’ampia variabilità in relazione alla categoria idraulico morfologica campionata. Tanto minore è la profondità dell’acqua e maggiore la velocità della corrente, tanto più elevato risulta il rumore di fondo. L’analisi dei minimi per bande di frequenza, però, mette in risalto una fondamentale caratteristica che accomuna ognuno di questi ambienti: una zona di relativo silenzio compresa fra i 125Hz e 1kHz.

In tale banda di frequenza si concentra la totalità delle emissioni acustiche fondamentali proprie dei pesci d’acqua dolce, che in tal modo massimizzano le chances di essere uditi da partners o competitori.

L’analisi delle gamme di frequenza del rumore prodotto dalle attività umane evidenzia altresì proprio come questa banda subisca l’effetto dell’apporto acustico esterno, incrementando il suo livello minimo e quindi cancellando il favorevole rapporto segnale/rumore utilizzato dai pesci.

Lo studio mette dunque chiaramente in evidenza quanto le attività umane rilevate che interessano il fiume Ticino lungo il corso principale, i rami laterali e le lanche, siano acusticamente importanti in termini di degrado della qualità dell’ambiente acustico subacqueo. La valutazione del tipo di impatto e le conseguenze che questo inquinamento apporta, apre le porte a una serie di considerazioni.

Fondamentalmente abbiamo due diversi tipi di aumento del rumore naturale, ben caratterizzati dai differenti parametri di analisi di volta in volta utilizzati. Uno con andamento costante o comunque ripetitivo, e uno puntiforme o a “evento”. Nel primo caso abbiamo i ponti, da quelli autostradali (A7 e A4), che generano un apporto pressoché continuo, a quelli cittadini o ferroviari che invece determinano degli apporti più discontinui. Nel secondo caso si collocano gli “eventi”, cioè i passaggi di barche o aerei.

Le conseguenze a lungo termine di un inquinamento continuo sono intuitive, ma comunque da verificare: esteso mascheramento delle vocalizzazioni dei pesci sia nella fase di difesa del territorio che in quella riproduttiva, con il possibile risultato di abbandono dell’area disturbata o di scarso successo riproduttivo. D’altro canto è necessario considerare che le aree sottoposte ad inquinamento acustico continuo sono relativamente poche e generalmente ben distanziate, con ampi tratti del fiume e dei rami laterali con condizioni acustiche molto vicine ai livelli naturali ma comunque esposte ad eventi puntiformi occasionali.

Quelle di eventi puntiformi ma di forte intensità, legati principalmente alla navigazione fluviale, anche se trascurabili su base temporale (pensiamo però ai weekend estivi...), possono provocare, oltre al mascheramento istantaneo dei segnali conspecifici, disfunzioni a livello uditivo con conseguenze temporanee (TTS Temporary Threshold Shift) o addirittura permanenti (PTS Permanent Threshold Shift). Quest’ultimo fenomeno occorre come conseguenza di maggiori livelli di esposizione (minore distanza dalla sorgente del rumore - maggiore livello del rumore stesso), o di ripetuta esposizione. In entrambi i casi il risultato è una diminuzione della capacità uditiva che può perdurare anche in condizioni di basso rumore. La conseguenza finale è quindi assimilabile a quella di un inquinamento a lungo termine.

Sulla base di queste considerazioni, sarebbe interessante individuare sul fiume Ticino zone e/o periodi dell’anno in cui l’inquinamento acustico risulti particolarmente dannoso anche solo per specie oggetto di particolare interesse, tutela, ripopolamento o reintroduzione.

Per quanto riguarda la navigazione in particolare, i dati raccolti sembrano suggerire un apporto di rumore crescente per i seguenti sistemi di propulsione: fuoribordo dotati di chiocciola, idrogetti entro bordo, fuoribordo a elica. A questo proposito un approccio sistematico alla misura del rumore prodotto dalle varie tipologie di propulsione potrebbe fornire un quadro più preciso e suggerire interventi specifici, anche a livello normativo.

La EEC Recreational Craft Directive 2003/44/EC richiede che le imbarcazioni rispettino specifici livelli di emissione acustica in aria; sulla base delle conoscenze che si stanno sviluppando riguardo all'inquinamento acustico subacqueo, in modo più sviluppato ed esteso per l'ambiente marino e più in embrione per le acque interne, sarebbe importante poter estendere tali normative anche al rumore emesso in acqua in modo da limitare la produzione di livelli acustici che possano essere dannosi.

Pur in una generale carenza normativa e anche di conoscenza, le eventuali politiche gestionali suggerite dall'approccio acustico andrebbero quantomeno a rafforzare quelle già in atto. Sicuramente aprirebbero una finestra su un aspetto poco o per nulla considerato, eppure fondamentale nella biologia della fauna ittica del Parco, ad esempio con la individuazione di aree ad elevato "comfort acustico" e di aree invece ad elevato livello di inquinamento acustico.

Inoltre lo studio delle emissioni acustiche delle imbarcazioni attuali, o di quelle per le quali se ne progetti l'impiego, dovrebbe portare alla costituzione di un "registro" delle imbarcazioni e dei livelli di rumore da esse prodotti al fine di pianificarne le aree e i periodi di impiego o interdizione in attesa di una specifica normativa.

Il Parco "ospita" l'aeroporto internazionale di Malpensa che, oltre a una serie di problematiche non pertinenti a questo studio, genera certamente un non trascurabile apporto di rumore.

Il traffico aereo, infatti, costituisce una notevole fonte di rumore in ambiente terrestre, in particolare in prossimità dei corridoi di avvicinamento e uscita (Malpensa e Linate). Per quanto molto "invadente" in ambiente terrestre, questo rumore si trasmette sott'acqua in modo poco efficace, ma certamente rilevabile, a causa della differente densità dei due mezzi, aria e acqua. L'energia acustica che colpisce la superficie dell'acqua viene infatti perlopiù riflessa e scarsamente assorbita, ma il rumore subacqueo rimane misurabile ed esercita una decisa influenza nelle aree a maggior densità di traffico. Questo aspetto merita un approfondimento al fine di costituire una base di conoscenza da tenere come riferimento nella valutazione delle politiche di riduzione del rumore da traffico aereo che si attua, perlopiù in considerazione della densità abitativa, sia variando la frequenza spazio-temporale delle rotte che variando la rumorosità delle singole sorgenti.

Questo rapporto fornisce un primo inedito quadro dei livelli di rumore presenti nelle acque del Parco fornendo indicazioni di massima sia sui livelli minimi (inferiori a 90 dB ref 1 microPa globalmente e inferiori a 50 dB nella banda di comunicazione), riscontrati nelle aree più silenziose e che possiamo considerare vicini ai livelli di comfort acustico per le popolazioni ittiche, che sui livelli massimi (superiori a 140-150 dB sia temporanei che pressoché continui) che viceversa possono porre problemi alla fauna ittica o a sue specifiche componenti.

Nel fornire questi dati il rapporto introduce nuovi concetti per la valutazione e la gestione della qualità ambientale che meritano ulteriori approfondimenti e sviluppi.

In particolare, l'individuazione e la classificazione di tutte le fonti di inquinamento acustico subacqueo, congiuntamente alla caratterizzazione dei tempi e modi di attività acustica della fauna ittica del Parco, potrebbe evidenziare situazioni di conflitto

particolarmente dannose, fornendo così un'importante strumento gestionale aggiuntivo a quelli già operativi.

Bibliografia

- Amoser S., Ladich F., 2005. Are hearing sensitivities of freshwater fish adapted to the ambient noise in their habitats? J. Exp. Biol., 208: 3533-3542.
- Amoser S., Wysocki L.E., Ladich F., 2004. Noise emission during the the first powerboat race in an Alpine lake and potential impact on fish communities. J. Acoust. Soc. Am., 116 (6): 3789-3797.
- Amoser S., Wysocki L.E., Ladich F., in stampa. Diversity in ambient noise in freshwater habitats and its impact on fishes.
- Bisogni G.L., Soria P., S.D.. L'ambiente acquatico e l'ittiofauna in provincia di Pavia. Ass. Servizi faunistici della Provincia di Pavia: 1-127.
- Bruno S., 1987. Pesci e crostacei d'acqua dolce. Giunti Barbera ed., Firenze.
- G.R.A.I.A., 1999. Ricerca sulla fauna ittica del fiume Ticino. Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino. Castalia: 1-107 + 60pp.
- Hawkins A.D., 1973. The sensitivity of fish to sounds. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 11: 291-340.
- Ladich F., 1988. Sound production by the gudgeon, *Gobio gobio* L., a common European freshwater fish (Cyprinidae, Teleostei). J. Fish Biol. (1988) 32, 707-715.
- Lugli M., Torricelli P., Pavan G., Mainardi D., 1997. Sound production during courtship and spawning among freshwater gobiids (Pisces, Gobiidae). Mar. Fresh. Behav. Physiol., 29: 109-126.
- Lugli M., Pavan G., Torricelli P., 2004. The response of the male freshwater goby to natural and synthetic male courtship sound playback following exposure to different female sexual stimuli. ETHOLOGY ECOLOGY & EVOLUTION, 16 (1): 55-70.
- McCauey R.D., Fewtrell J., Popper A.N., 2003. High intensity anthropogenic sound damages fish ears. J. Acoust. Soc. Am. 113 (1).
- Myrberg A.A.Jr., 1981. Sound communication and interception in fishes. "Hearing and sound communication in fish" (W.N. Tavolga, A. N. Popper, R.R. Fay, Eds.): 395-425.
- Pavan G., Lugli M., Torricelli P., 1990. Analisi dei suoni prodotti da quattro specie di gobiidi (Pisces, Gobiidae). Atti 53° Convegno UZI: 128-129.
- Pavan G., 2002. Effects of underwater noise on marine mammals. Les effets des bruits sous-marins sur les mammifères marins. Bulletin ACCOBAMS, 4 (February 2002): 11-14.
- Pavan G., 2002. Paesaggi sonori. Le voci della Natura. In "Incontri" a cura di P. Scarnecchia. Quaderni ISMEZ: 45-50.
- Pavan G., 2004. Paesaggi sonori. Le voci della natura. In "Paesaggi di casa. Avvertire i luoghi dell'abitare" a cura di L. Bonesio e L. Micotti. Mimesis Editore, Milano: 35-40.
- Popper A.N., Fewtrell J., Smith M.E., McCauey R.D., 2004. Anthropogenic sound: effect on the Behavior and Physiology of fishes. Marine Technology Society Journal. Winter 2003/04, 37 (4): 35-40.
- Tavolga W.N., 1960. Sound production and underwater communication in fishes. "Animal sound and communication" (W.E. Lanyon & W.N. Tavolga Eds.): 93-136.

Ringraziamenti

Si ringrazia Studio Selva (Studio Naturalistico SELVA di Morandi, Moselli, Pianetta – www.studioselva.net) per l'aiuto nell'organizzazione del lavoro, il NATO Undersea Research Centre di La Spezia (www.nurc.nato.int) e in particolare l'Ing. Luigi Troiano per la disponibilità e competenza tecnica per le tarature dell'idrofono, il Dr. Roberto Carlo Parodi per la collaborazione e la consulenza fotografica, la SPECTRA nella persona dell'Ing Alberto Armani per il supporto nello sviluppo degli strumenti e delle procedure di analisi e infine Massimo Balocco per la disponibilità e la cortesia.

Indirizzi

Claudio Fossati

cfossati@cibra.unipv.it

Gianni Pavan

gpavan@cibra.unipv.it

Marco Priano

mpriano@cibra.unipv.it

CIBRA Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerche Ambientali, Università di Pavia, Università di Pavia

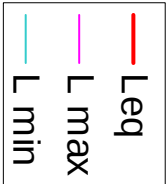
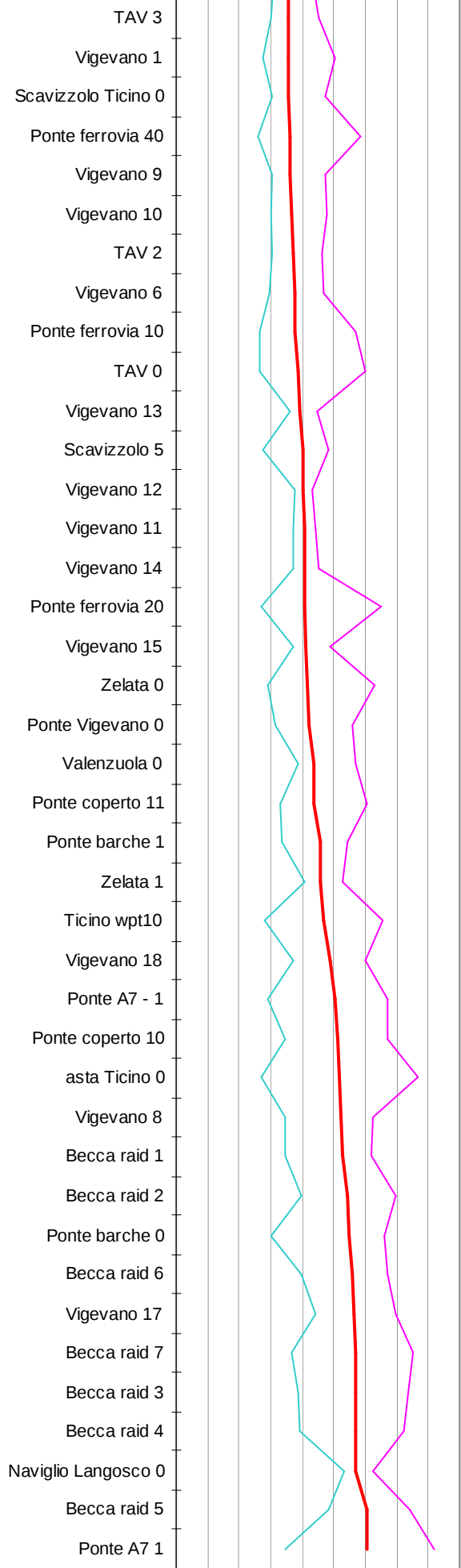
www.unipv.it/cibra

Appendici

Tabelle di riferimento località – note acustiche.

Microsoft Excel - livelli_RMS.xls										
File Modifica Visualizza Inserisci Formato Strumenti Dati Finestra ?										
J71										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
2		Leq	L max	L min		Leq	L max	L min		
1	File	Unmasked				Total			categoria	note
2		Leq	L max	L min		Leq	L max	L min		gain
3	Becca raid 1	112,8	121,8	94,7		112,8	121,8	94,7	pool	
4	Becca raid 2	114,3	129,7	99,5		114,3	129,7	99,5	pool	0
5	Becca raid 3	117,1	133,8	98,8		117,1	133,8	98,8	pool	0
6	Becca raid 4	117,1	132,4	98,9		117,1	132,4	98,9	pool	00:00 motoscafo gara passaggio lento; 01:00 passaggio veloce 150mt
7	Becca raid 5	120,7	134,4	108,2		120,7	134,4	108,2	pool	00:00 motoscafo gara passaggio veloce
8	Becca raid 6	115,9	127,3	99,6		115,9	127,3	99,6	pool	base
9	Becca raid 7	116,7	135,5	96,4		116,7	135,5	96,4	pool	00:00 motoscafo gara passaggio lento; 00:30 passaggio veloce 200mt
10	Lanca Ricotti 4	74,0	82,6	71,7		79,0	98,4	71,5	pool	da riva, idrofono appoggiato al fondo
11	Lanca Ricotti 5	73,4	92,8	65,3		73,4	92,8	65,3	pool	da riva, idrofono appoggiato al fondo; 02:40 passaggio aereo monomotore
12	Motta Visconti secondo 1	86,1	101,2	75,7		96,3	113,6	75,7	glide	ramo laterale nel bosco, acusticamente isolato dal fiume; 03:55 aereo
13	Motta Visconti secondo 2	82,2	100,7	73,9		84,8	110,4	73,9	glide	ramo laterale nel bosco, acusticamente isolato dal fiume
14	Motta Visconti secondo 3	81,4	95,5	74,3		87,9	114,8	74,0	glide	ramo laterale nel bosco, acusticamente isolato dal fiume
15	Naviglio Langosco 0	117,2	122,5	113,4		117,2	122,5	113,4	run	da riva, 200 mt dal ponte A4, vicino a chiusa
16	Naviglio Pavese 10	90,0	103,6	79,8		101,9	127,4	79,8	pool	da riva, ultimo tratto, idrofono appoggiato al fondo
17	Naviglio Pavese 11	95,0	112,3	81,6		95,0	112,3	81,6	pool	da riva, ultimo tratto, idrofono appoggiato al fondo
18	Ponte coperto 10	111,3	127,3	94,7		121,0	143,1	94,7	run	da riva, sotto il ponte: 00:00 fuoribordo 20cv a 10mt dall'idrofono, 03:00 aereo, idrofono sospeso
19	Ponte coperto 11	103,6	120,7	93,1		103,6	120,7	93,1	run	da riva, sotto il ponte: 04:50 autobus, idrofono sospeso
20	Ponte ferrovia 10	97,7	116,9	86,3		117,9	140,5	86,3	run	da riva, sotto il ponte: 00:00 e 02:20 fuoribordo 20cv, idrofono sospeso
21	Ponte ferrovia 20	100,8	125,2	87,1		112,5	137,8	87,1	run	da riva, sotto il ponte: 02:50 passaggio treni bassa velocità, idrofono sospeso
22	Ponte ferrovia 30	94,8	116,2	83,8		103,6	120,0	83,8	run	da riva, sotto il ponte, passaggi treni bassa velocità, idrofono sospeso
23	Ponte ferrovia 40	95,9	118,4	85,8		109,1	129,9	85,8	run	da riva, sotto il ponte: 02:50 e 09:05 barca, 06:25 treno a bassa velocità, idrofono su fondo sabbioso
24	Scavizzolo 1	94,2	103,8	89,5		101,8	116,0	89,5	glide	dalla barca, in discesa verso l'asta del fiume
25	Scavizzolo 2	92,0	101,7	85,0		95,9	117,5	85,0	glide	dalla barca, in discesa verso l'asta del fiume
26	Scavizzolo 3	92,6	106,1	83,8		101,1	122,1	83,8	glide	dalla barca, in discesa verso l'asta del fiume
27	Scavizzolo 4	93,4	118,1	83,8		98,7	118,3	83,8	glide	dalla barca, in discesa verso l'asta del fiume
28	Scavizzolo 5	100,2	108,2	87,7		105,3	120,3	87,7	glide	dalla barca, in discesa verso l'asta del fiume
29	Scavizzolo 6	92,5	102,8	86,8		110,4	128,0	86,8	glide	dalla barca, vicino asta del fiume - run
30	Scavizzolo Ticino 0	95,7	107,4	90,6		100,6	128,5	90,6	glide - run	dalla barca, ingresso nell'asta del fiume

Microsoft Excel - livelli_RMS.xls										
File Modifica Visualizza Inserisci Formato Strumenti Dati Finestra ?										
L71										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	File	Unmasked				Total			categoria	note
2		Leq	L max	L min		Leq	L max	L min		gain
31	Ponte A7 - 1	110,4	127,3	89,2		110,4	127,3	89,2	pool	dalla barca, ormeggiati vicino al pilone
32	Ponte A7 1	120,7	141,8	94,8		134,2	155,1	94,8	pool	dalla barca, passaggio sotto il ponte
33	Ponte barche 0	114,7	126,0	90,0		114,7	126,0	90,0	glide	asta del fiume, dalla barca, ormeggiati al ponte
34	Ponte barche 1	105,6	114,6	93,8		112,9	125,6	93,8	glide	asta del fiume, dalla barca, ormeggiati al ponte
35	Ponte Vigevano 0	102,0	115,9	91,4		113,6	128,8	91,4	run	da riva, idr sul fondo, letto principale, 20 mt dal ponte, 40 da rifile; 04:40 treno, prima bassa freq.
36	asta Ticino 0	111,7	136,7	87,2		123,8	144,7	87,2	run - rifile	asta del fiume, dalla barca, in mezzo, in discesa verso rifile; 02:40 nostro motore (idrogetto Parco)
37	TAV 0	98,7	120,1	86,6		98,7	120,1	86,6	glide	asta del fiume, da riva, 500mt dal cantiere
38	TAV 1	95,4	103,4	91,0		95,7	115,6	91,0	glide	asta del fiume, da riva, 500mt dal cantiere; passaggi aerei in avvicinamento a Malpensa
39	TAV 2	97,2	106,4	90,4		97,2	106,4	90,4	glide	asta del fiume, da riva, 500mt dal cantiere
40	TAV 3	95,4	105,5	89,8		95,4	105,5	89,8	glide	asta del fiume, da riva, 500mt dal cantiere; passaggi aerei in avvicinamento a Malpensa
41	TAV 4	95,1	105,7	88,2		95,1	105,7	88,2	glide	asta del fiume, da riva, 500mt dal cantiere; passaggi aerei in avvicinamento a Malpensa
42	TAV 5	94,9	107,8	88,9		94,9	107,8	88,9	glide	asta del fiume, da riva, 500mt dal cantiere; passaggi aerei in avvicinamento a Malpensa
43	Ticino wpt10	106,6	125,4	87,9		132,1	161,7	87,9	da run a glide	asta del fiume, dalla barca, corrente da 6km/h a zero, profondità da 2mt a 20cm
44	Valenzuola 0	103,6	116,9	98,5		114,3	145,1	93,2	pool - run - rifile	dalla barca, in discesa verso l'asta del fiume; 10:20 idrogetto su asta principale
45	Vigevano 1	95,5	110,5	87,6		95,5	110,5	87,6	pool	asta del fiume, dalla barca, in mezzo
46	Vigevano 2	93,7	100,4	88,6		99,8	116,5	88,6	pool	asta del fiume, dalla barca, in mezzo
47	Vigevano 3	86,9	94,6	83,1		90,5	106,4	83,1	pool	asta del fiume, dalla barca, in mezzo
48	Vigevano 4	88,5	100,0	84,4		88,5	100,0	84,4	pool	asta del fiume, dalla barca, vicino alla riva
49	Vigevano 5	92,8	99,6	87,7		92,8	99,6	87,7	pool	asta del fiume, dalla barca, vicino alla riva
50	Vigevano 6	97,7	106,8	89,3		103,5	115,1	89,3	pool	asta del fiume, dalla barca, in mezzo
51	Vigevano 7	95,0	100,9	89,7		95,0	100,9	89,7	pool	asta del fiume, dalla barca, in mezzo
52	Vigevano 8	112,2	122,6	94,8		117,6	136,8	94,8	run	asta del fiume, dalla barca, in mezzo
53	Vigevano 9	96,1	107,5	90,7		96,8	113,7	90,7	run	asta del fiume, dalla barca, in mezzo
54	Vigevano 10	96,8	107,7	90,0		97,8	116,3	90,0	run	asta del fiume, dalla barca, in mezzo
55	Vigevano 11	100,6	104,1	97,0		100,6	104,1	97,0	glide	da riva, idr sul fondo di ghiaia, letto principale
56	Vigevano 12	100,2	103,3	97,5		100,2	103,3	97,5	glide	da riva, idr sul fondo di ghiaia, letto principale
57	Vigevano 13	99,4	105,0	96,2		122,5	136,1	96,2	glide	barcè 20cv elica, 25mt dall'idr, poi onde
58	Vigevano 14	100,6	105,1	97,3		114,3	132,9	97,3	glide	barcè P.Ticino 20cv chiocciola, in velocità, 10 mt dall'idr, poi onde
59	Vigevano 15	101,4	108,9	96,9		118,6	135,9	96,9	glide	barcè P.Ticino 20cv chiocciola, lento, si allontana e torna a 3mt dall'idr
60	Vigevano 17	116,6	129,5	104,1		116,6	129,5	104,1	rifle	asta del fiume, dalla barca, in mezzo
61	Vigevano 18	108,6	120,2	96,9		108,6	120,2	96,9	da rifile a run	asta del fiume, dalla barca, in mezzo, passaggio da rifile a run/pool
62	Zelata 0	101,5	123,0	88,9		124,2	149,5	88,9	glide	ramo laterale 200 mt dall'asta principale, dalla barca
63	Zelata 1	105,6	112,9	100,9		116,9	131,7	100,9		ramo laterale 50 mt dall'asta principale, da terra, passaggi idrogetto del parco nel ramo e sull'asta



Schede riepilogative di ciascuna registrazione

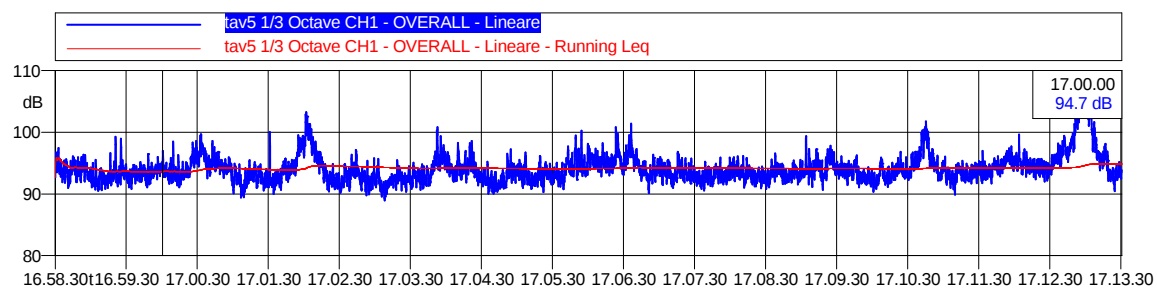
Livello RMS – con evidenziate le maschere per eliminare gli eventi estranei
Livello LEQ – conseguente alla mascheratura

Tabella livelli LEQ, Minimi e Massimi, con e senza mascheratura, e delle porzioni mascherate

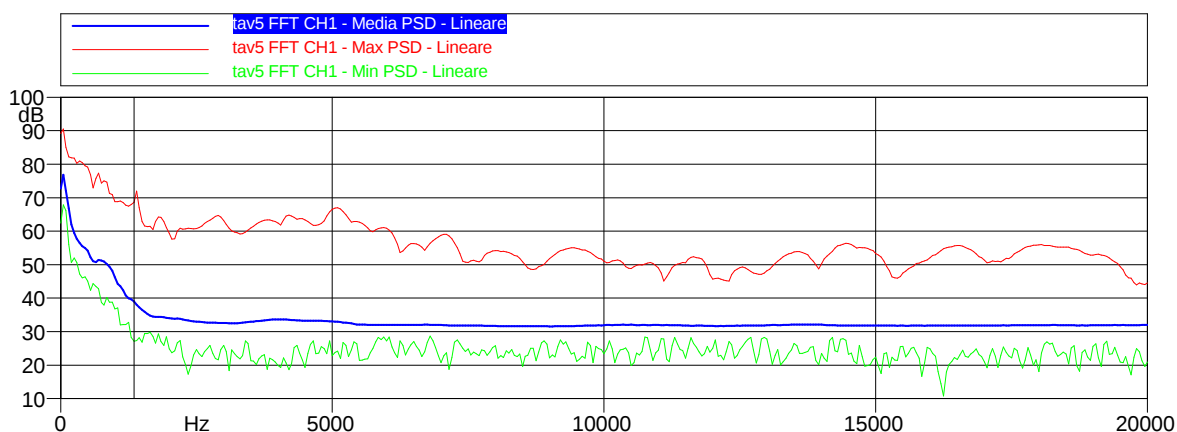
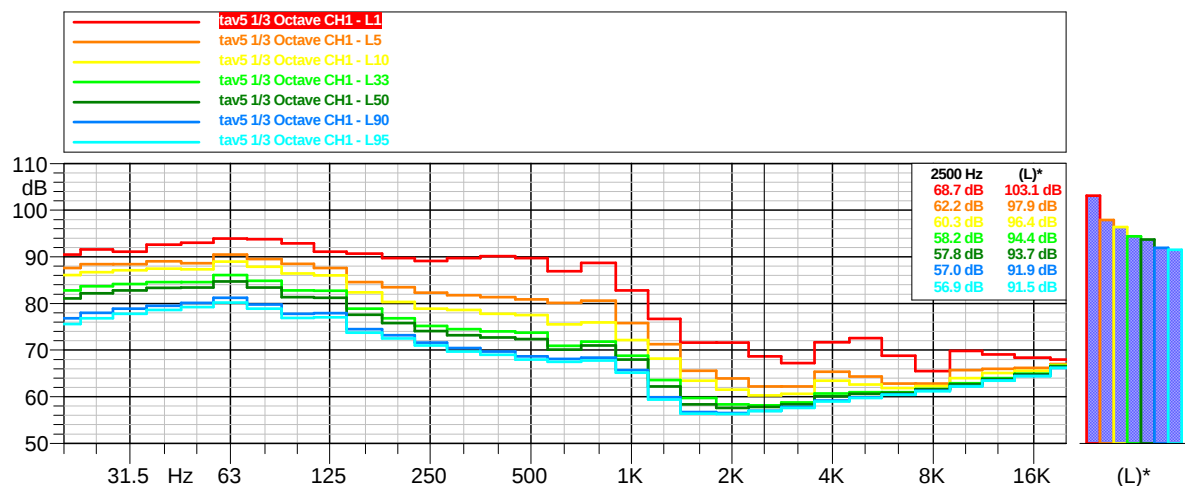
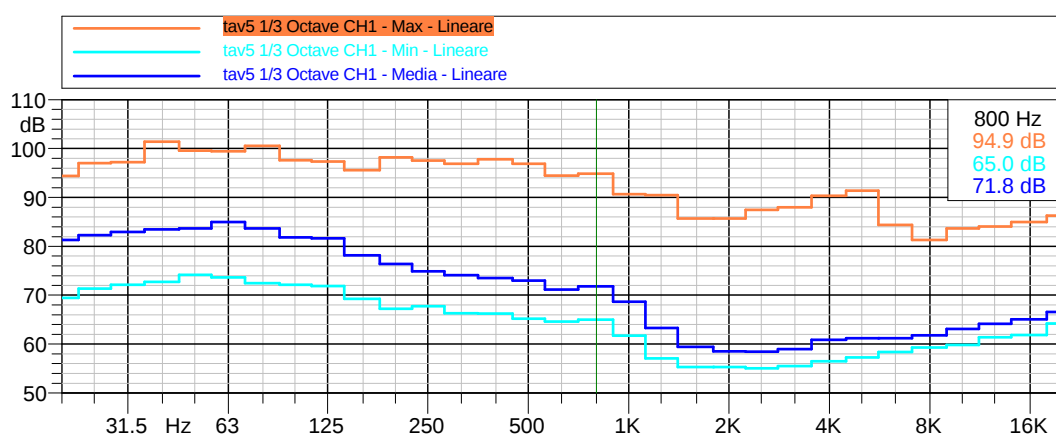
Spettri in 1/3 di ottava minimi, massimi e medi – con mascheratura

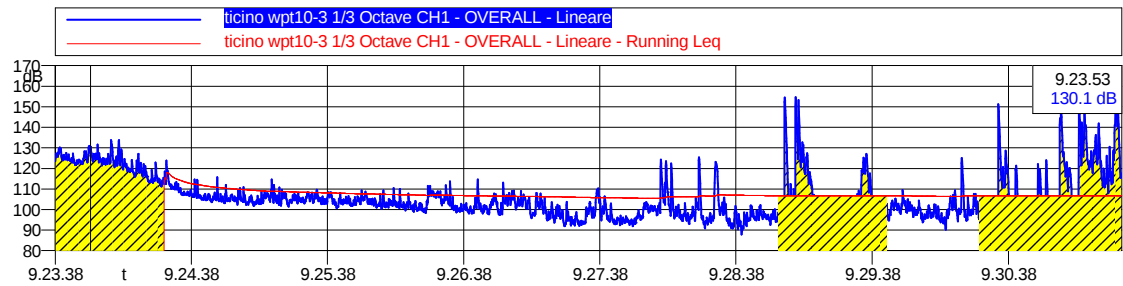
Spettri percentili in 1/3 di ottava – con mascheratura

Spettri PSD minimi, medi e massimi – senza mascheratura
(i valori in dB PSD non sono confrontabili con gli spettri in 1/3 di ottava)

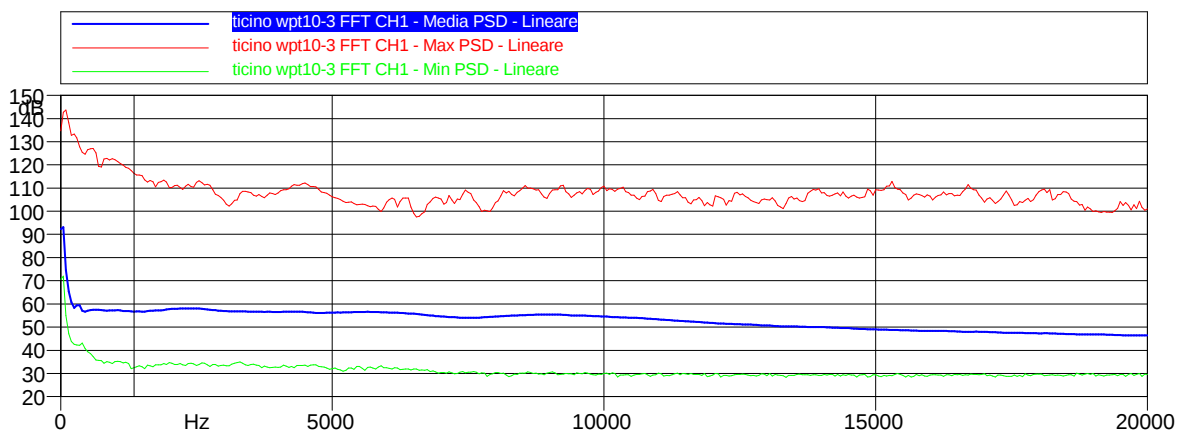
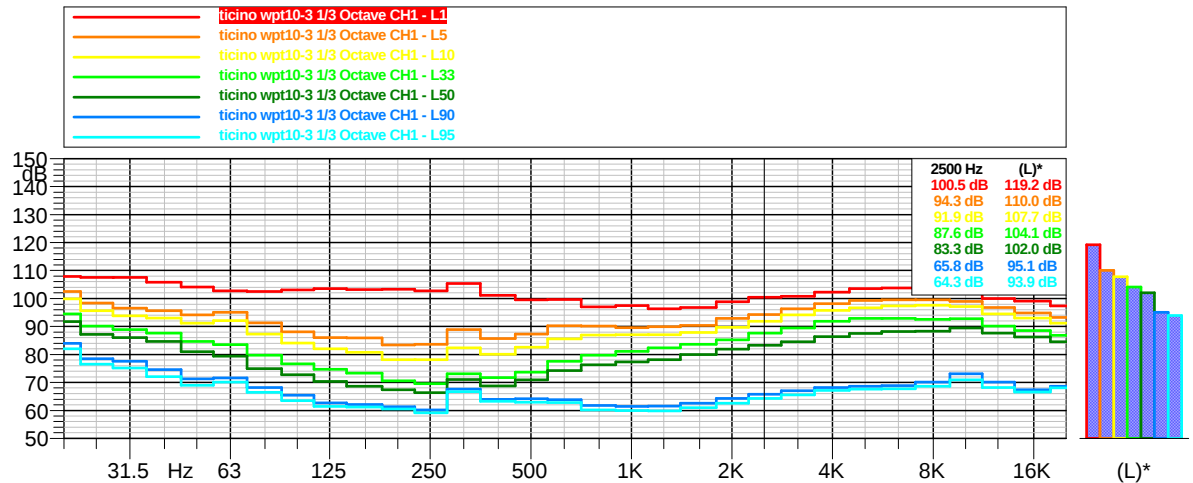
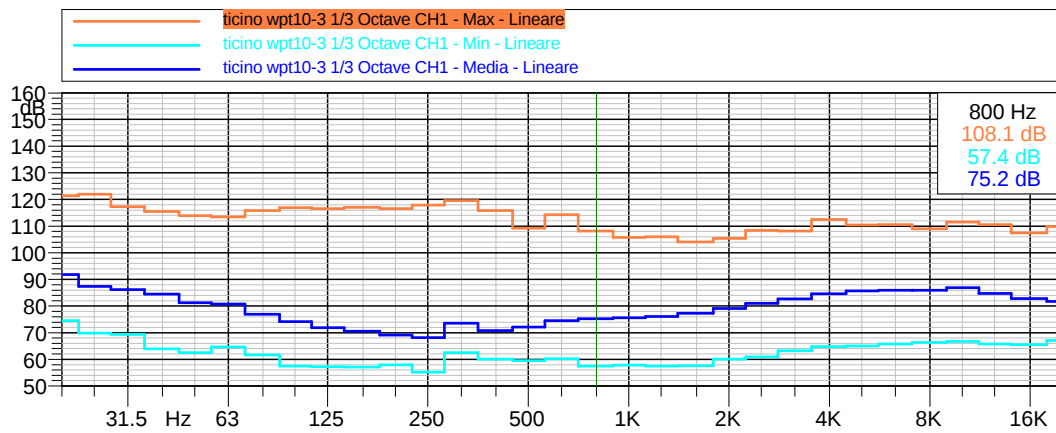


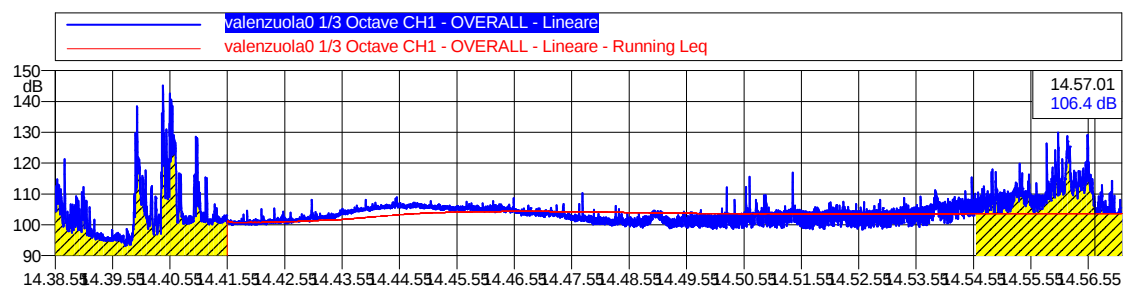
tav5 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:15:00.700	94.9 dB	107.0 dB	88.9 dB
Non Mascherato	00:15:00.700	94.9 dB	107.0 dB	88.9 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB



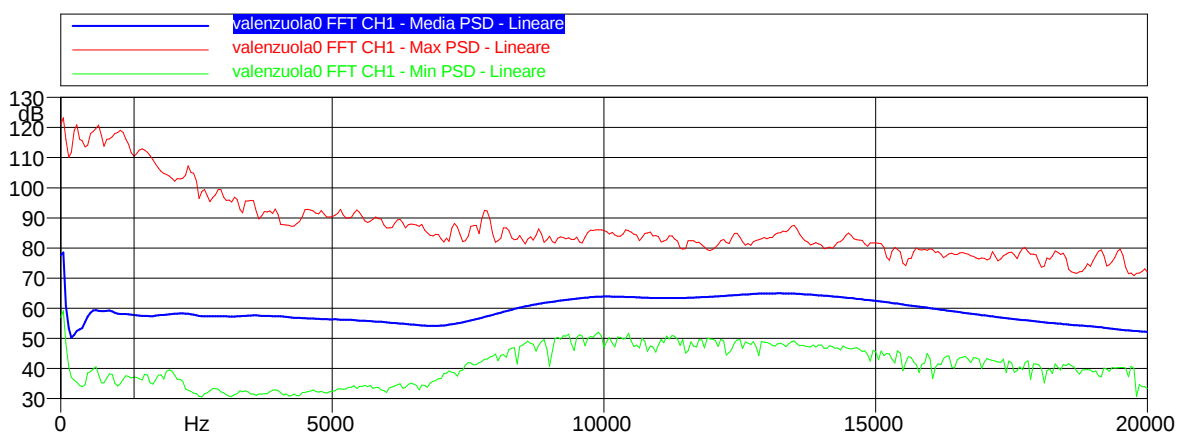
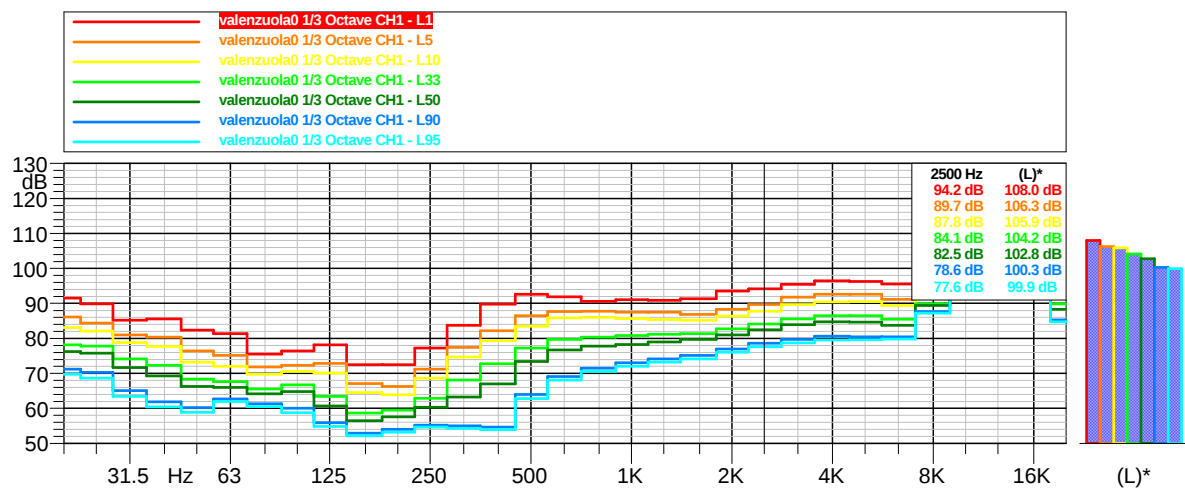
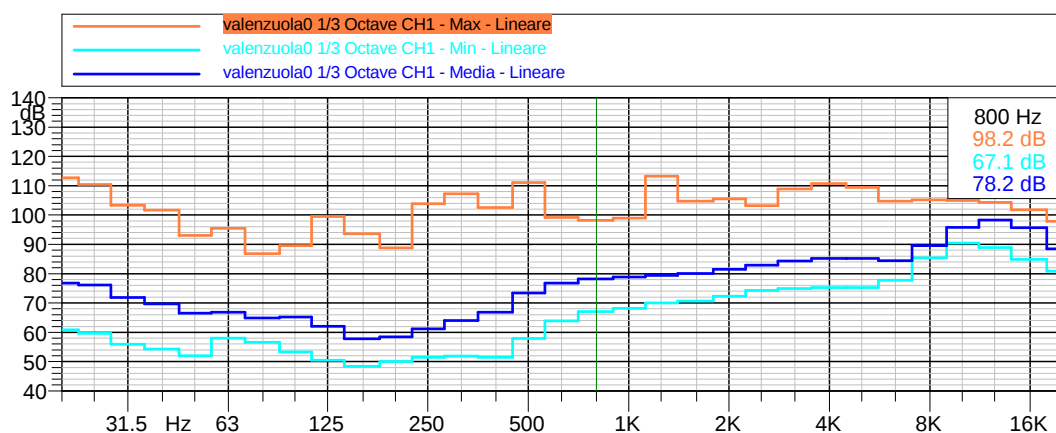


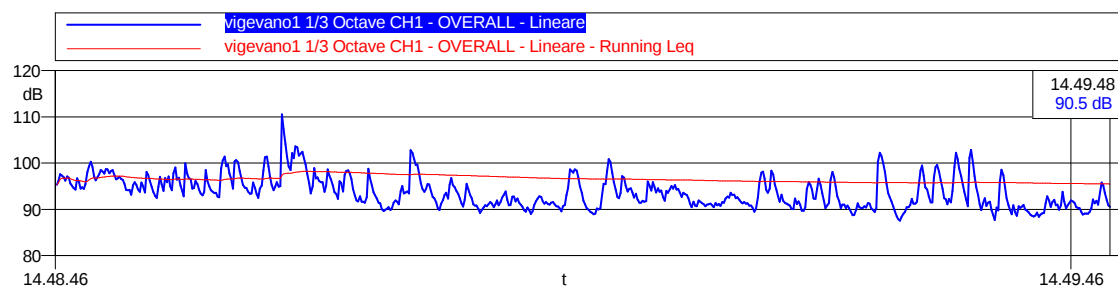
ticino wpt10-3 1/3 Octave CH1 OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:07:49.600	132.1 dB	161.7 dB	87.9 dB
Non Mascherato	00:05:11.300	106.6 dB	125.4 dB	87.9 dB
Mascherato	00:02:38.300	136.8 dB	161.7 dB	88.6 dB
Nuova Maschera 3	00:00:47.900	124.5 dB	133.8 dB	111.3 dB
Nuova Maschera 1	00:00:48	136.7 dB	154.7 dB	88.6 dB
Nuova Maschera 2	00:01:02.400	139.3 dB	161.7 dB	89.8 dB



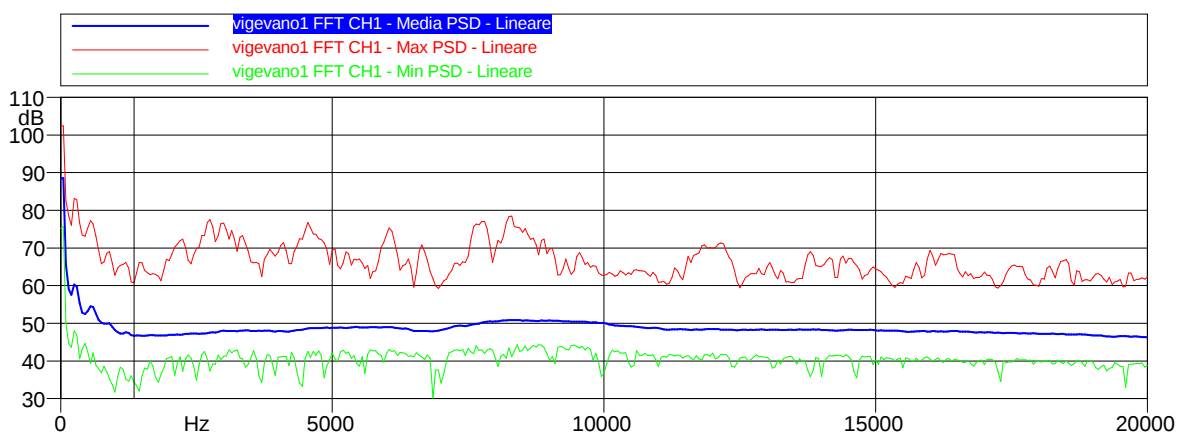
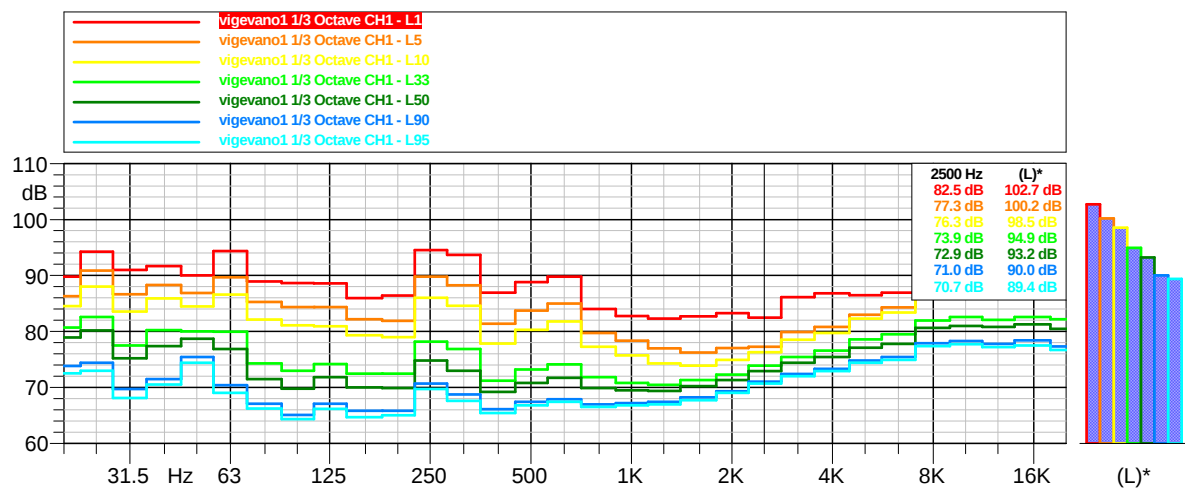
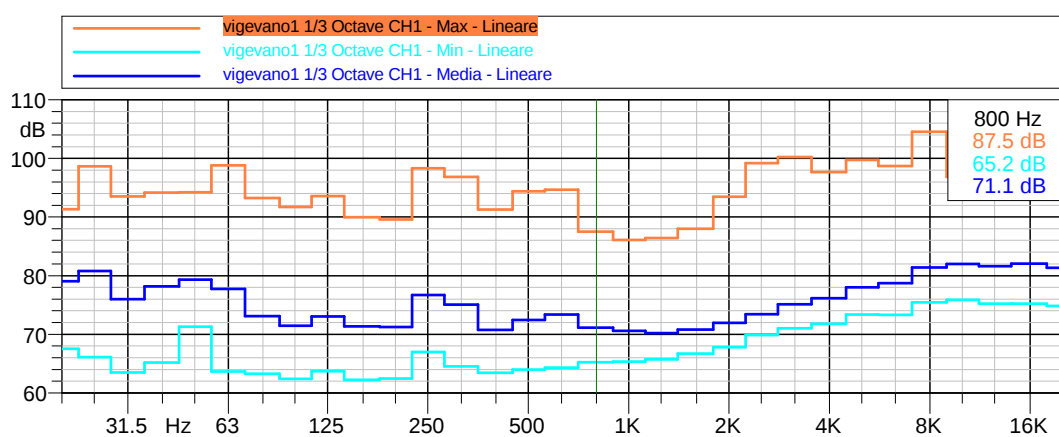


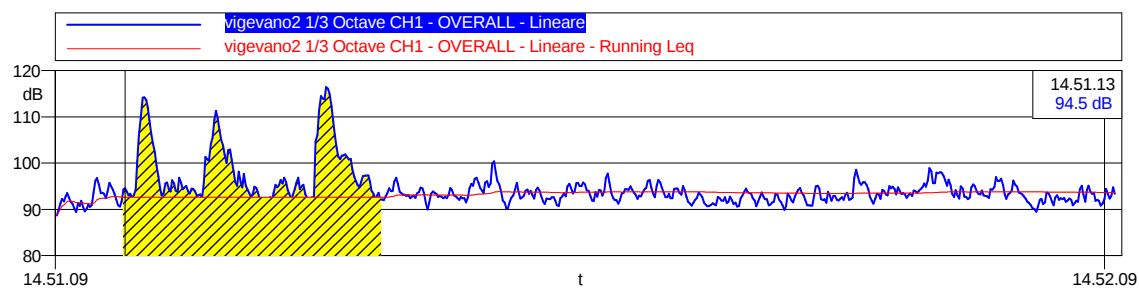
valenzuola0 1/3 Octave CH1 OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:18:34.500	114.3 dB	145.1 dB	93.2 dB
Non Mascherato	00:13:02.900	103.6 dB	116.9 dB	98.5 dB
Mascherato	00:05:31.600	119.3 dB	145.1 dB	93.2 dB
Nuova Maschera 1	00:02:59.900	121.2 dB	145.1 dB	93.2 dB
Nuova Maschera 2	00:02:31.700	114.2 dB	129.9 dB	100.6 dB



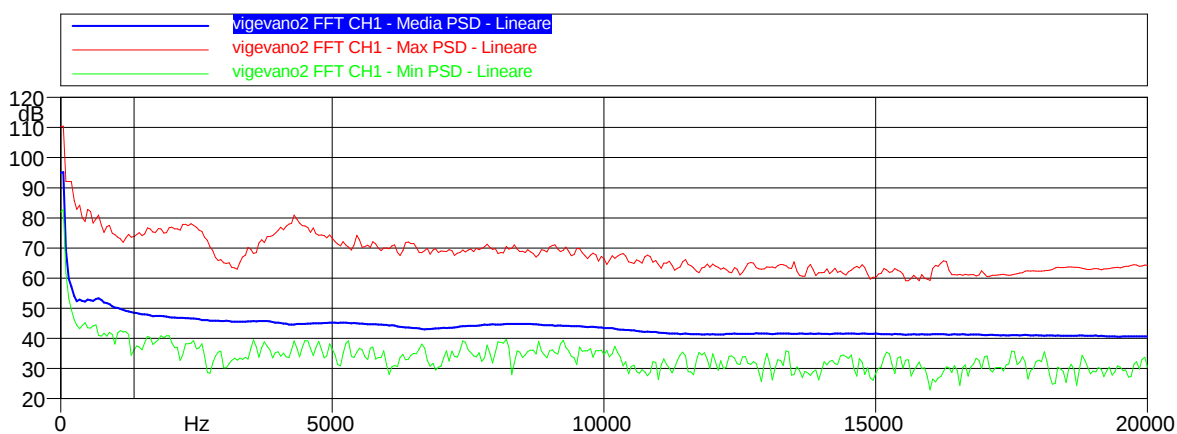
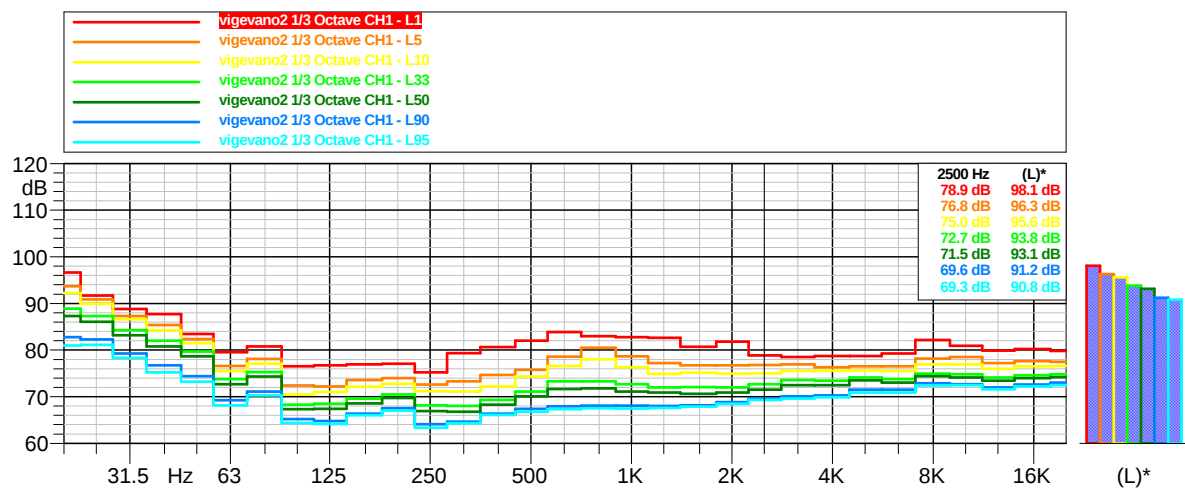
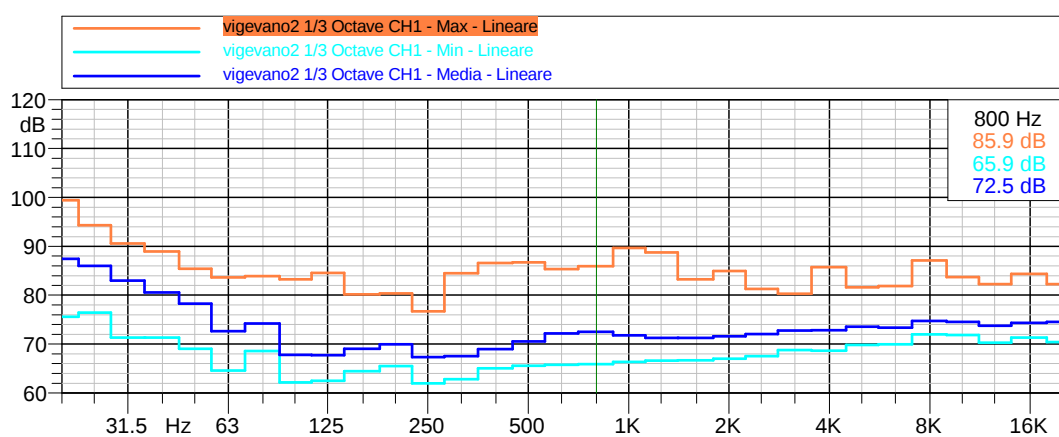


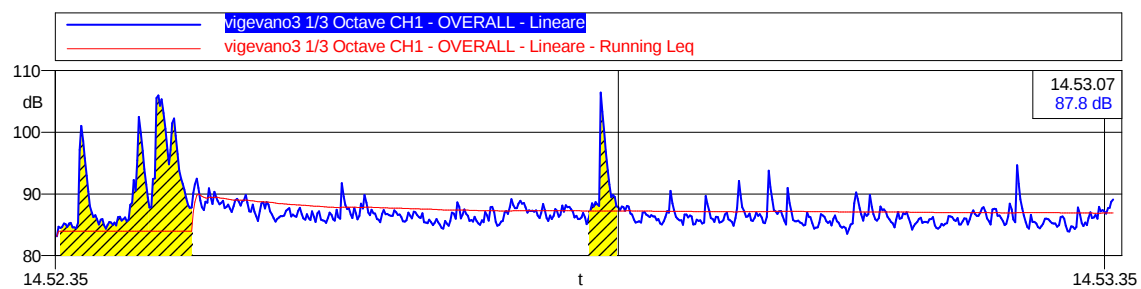
vigevano1 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:01:02.300	95.5 dB	110.5 dB	87.6 dB
Non Mascherato	00:01:02.300	95.5 dB	110.5 dB	87.6 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB



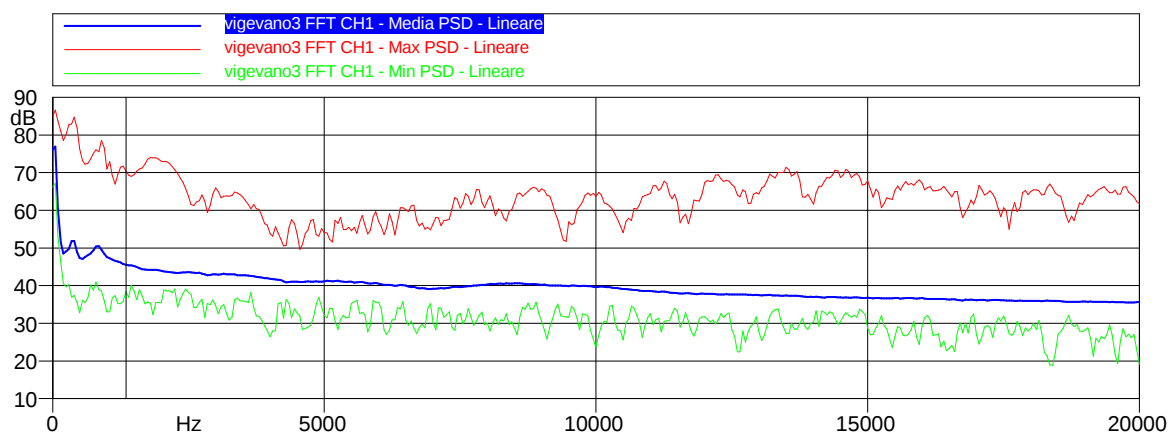
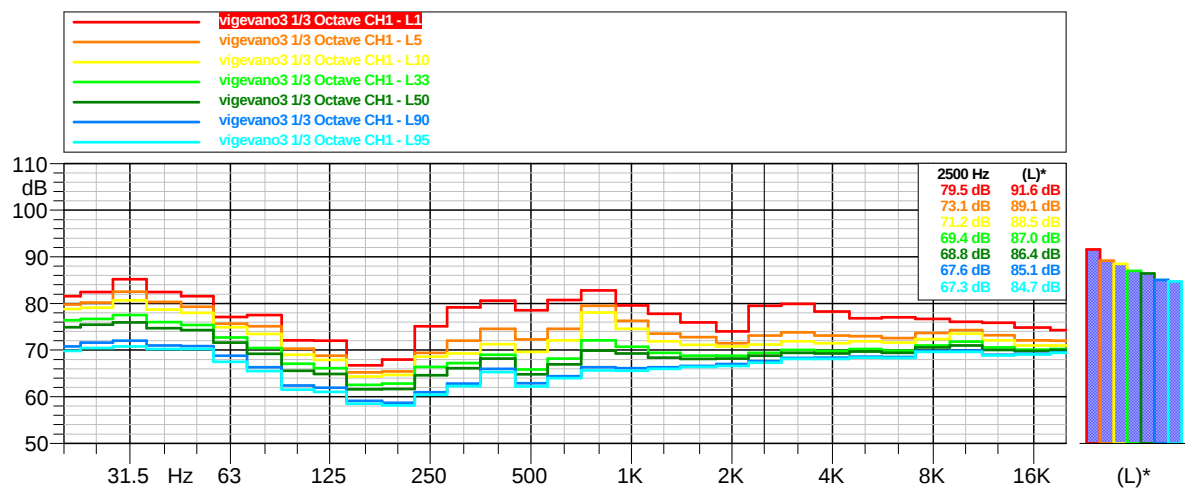
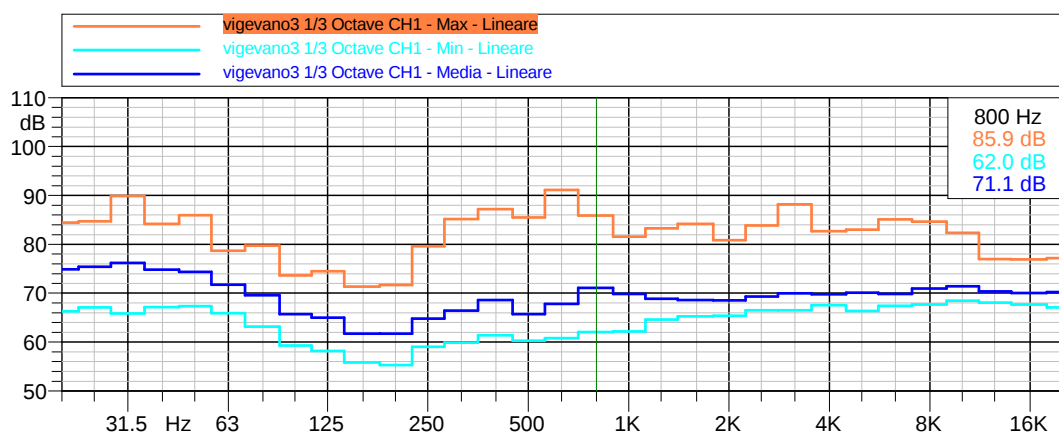


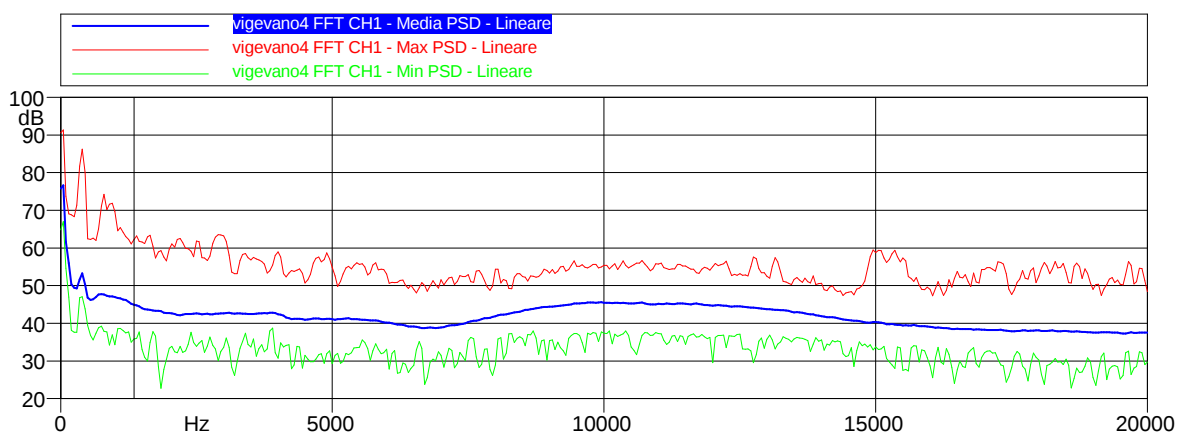
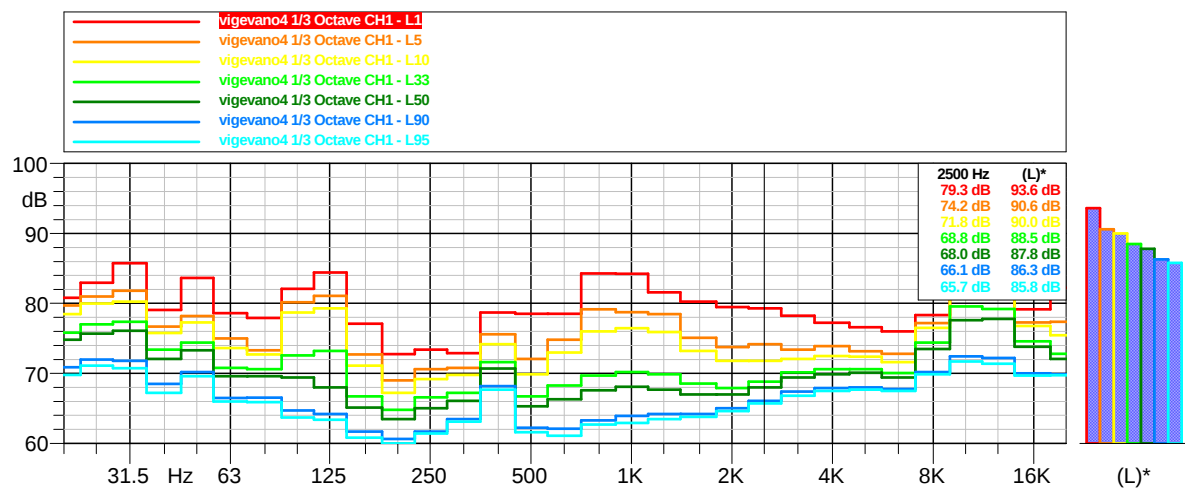
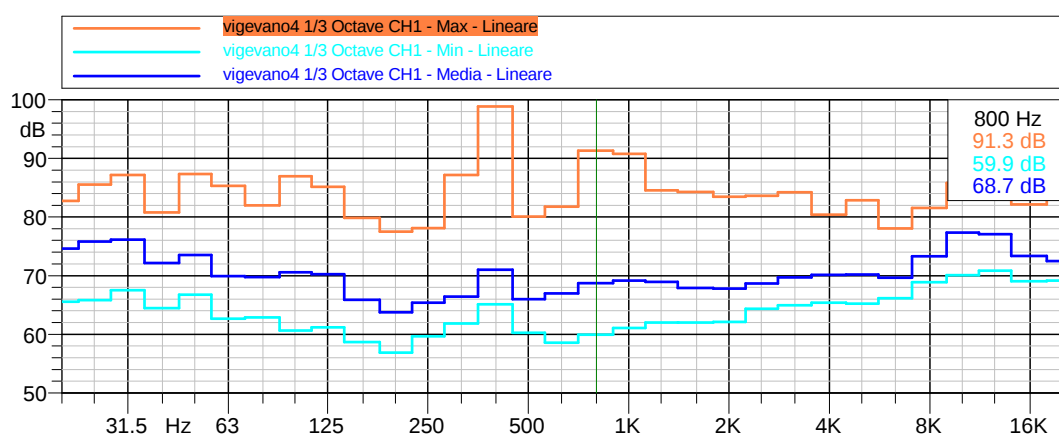
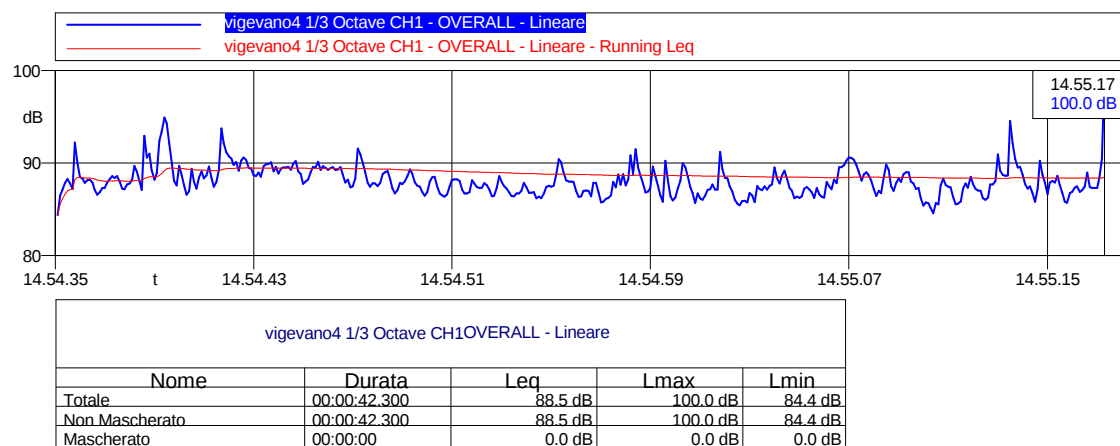
vigevano2 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:01:00.600	99.8 dB	116.5 dB	88.6 dB
Non Mascherato	00:00:45.800	93.7 dB	100.4 dB	88.6 dB
Mascherato	00:00:14.800	105.0 dB	116.5 dB	90.7 dB
Nuova Maschera 1	00:00:14.800	105.0 dB	116.5 dB	90.7 dB

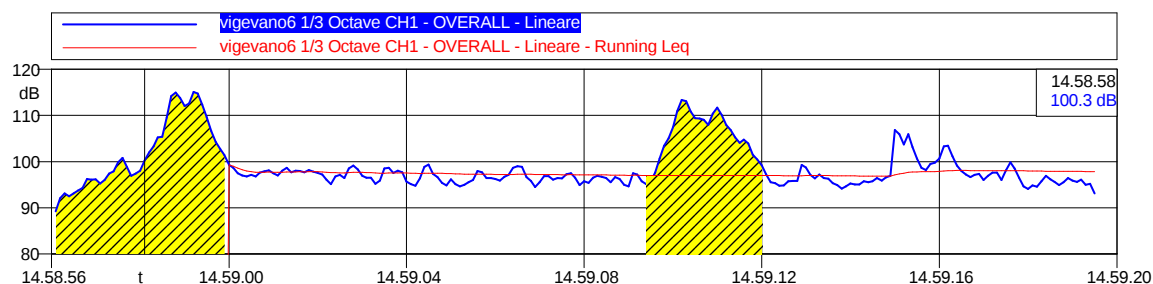




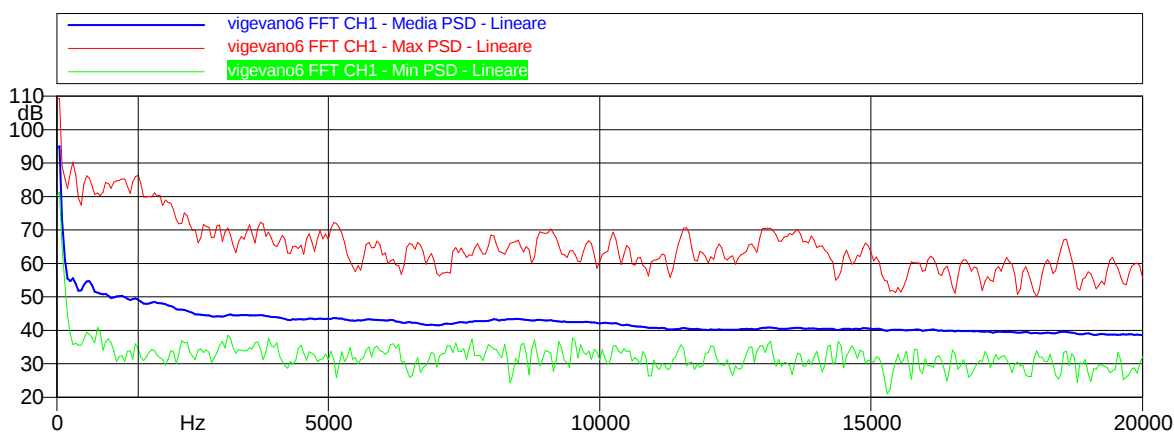
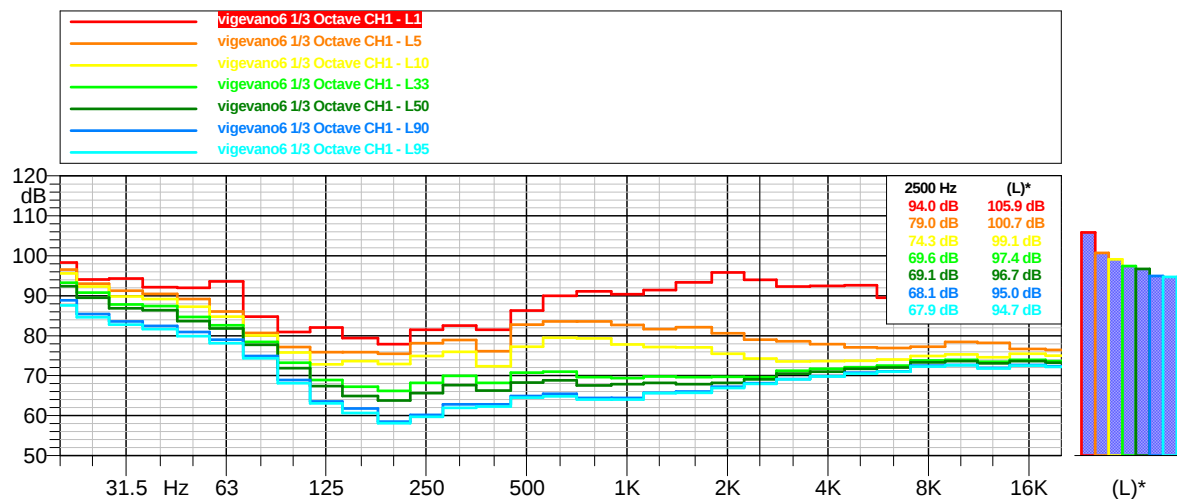
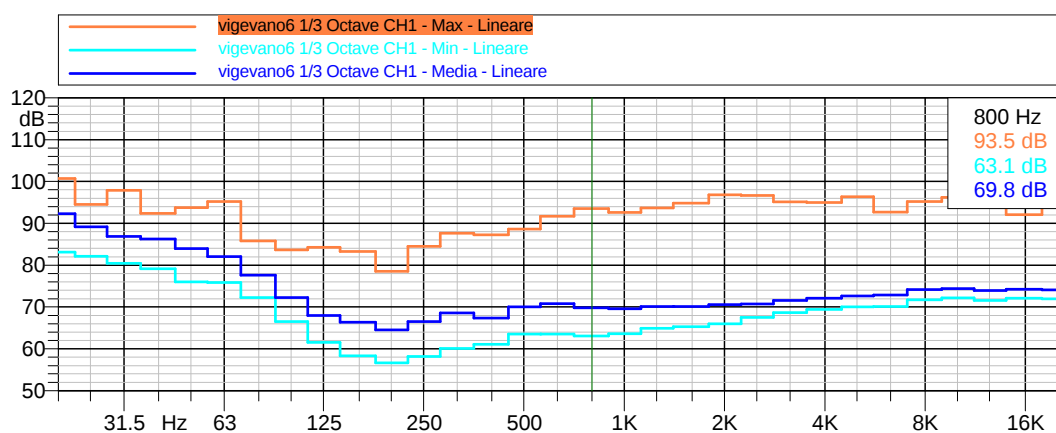
vigevano3 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:01:00.500	90.5 dB	106.4 dB	83.1 dB
Non Mascherato	00:00:51.200	86.9 dB	94.6 dB	83.1 dB
Mascherato	00:00:09.300	96.6 dB	106.4 dB	84.4 dB
Nuova Maschera 1	00:00:07.600	96.4 dB	106.0 dB	84.4 dB
Nuova Maschera 2	00:00:01.700	97.3 dB	106.4 dB	86.0 dB

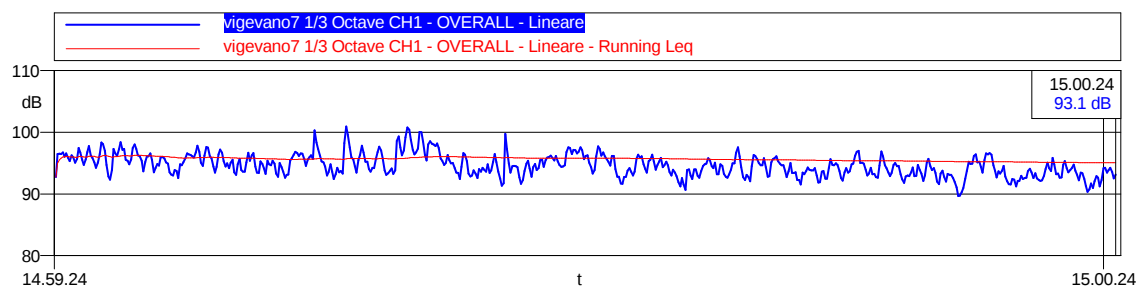




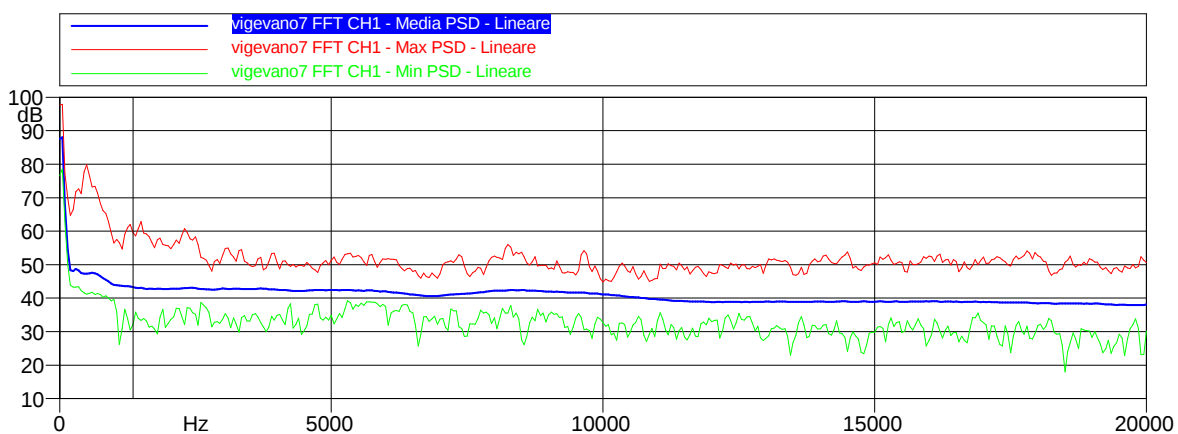
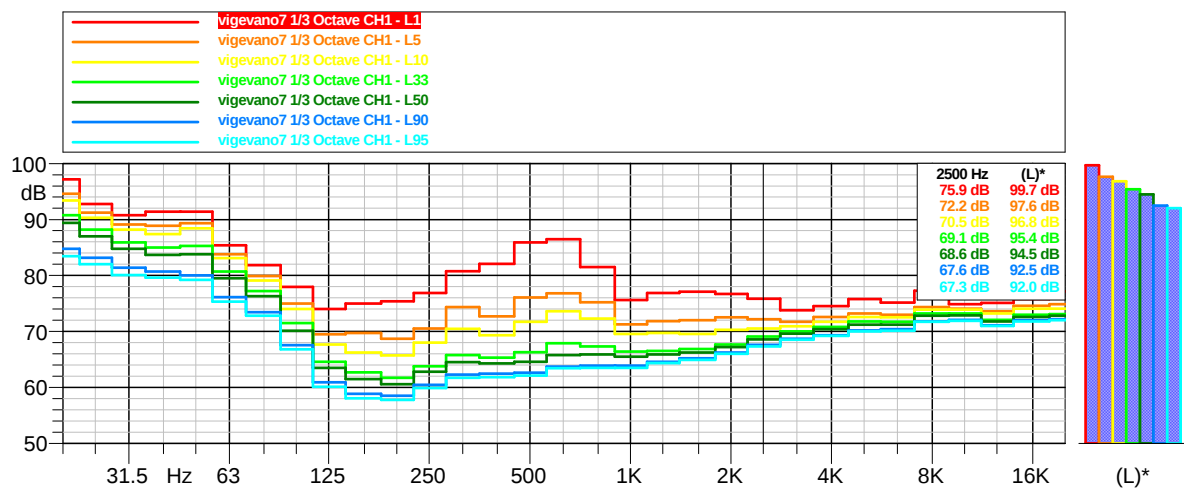
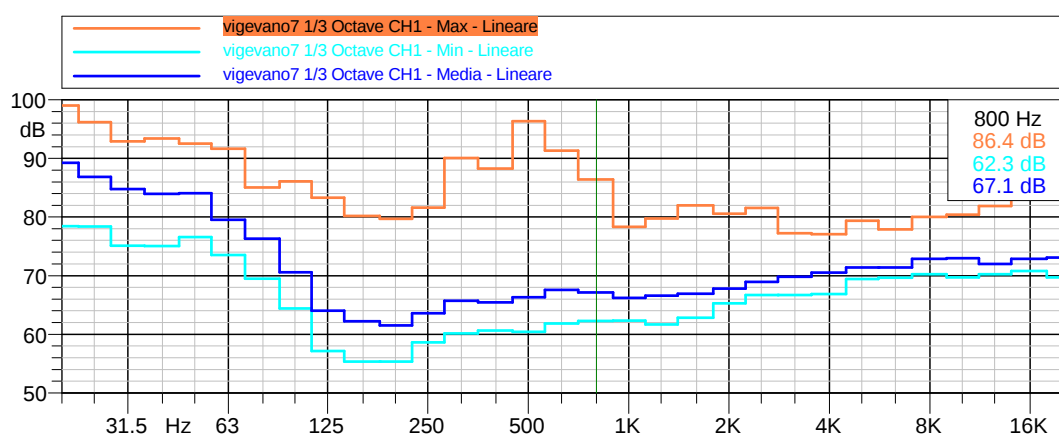


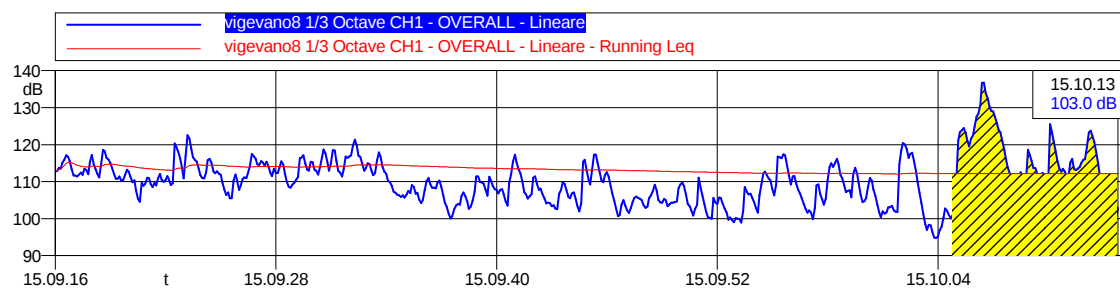
vigevano6 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:00:23.500	103.5 dB	115.1 dB	89.3 dB
Non Mascherato	00:00:16.900	97.8 dB	106.8 dB	93.1 dB
Mascherato	00:00:06.600	108.0 dB	115.1 dB	89.3 dB
Nuova Maschera 1	00:00:03.900	108.0 dB	115.1 dB	89.3 dB
Nuova Maschera 2	00:00:02.700	108.1 dB	113.4 dB	95.1 dB



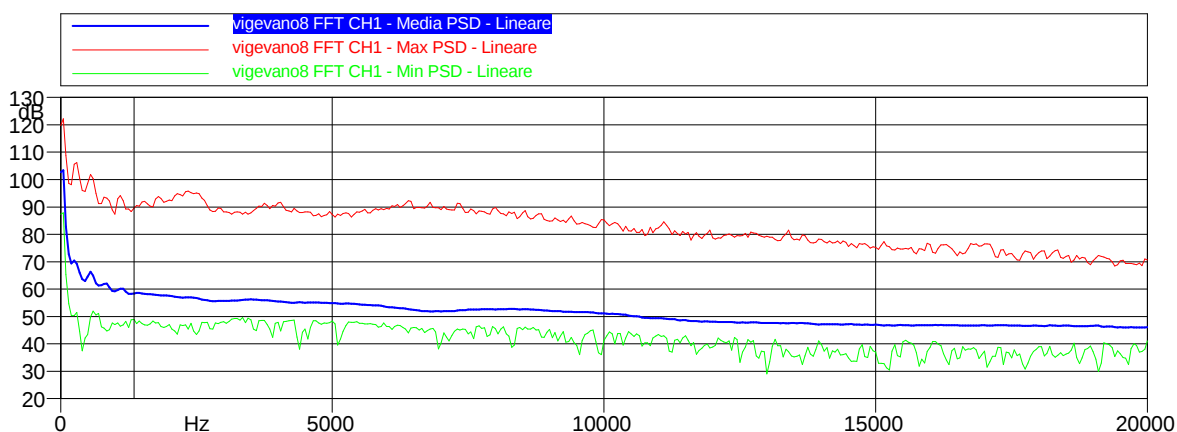
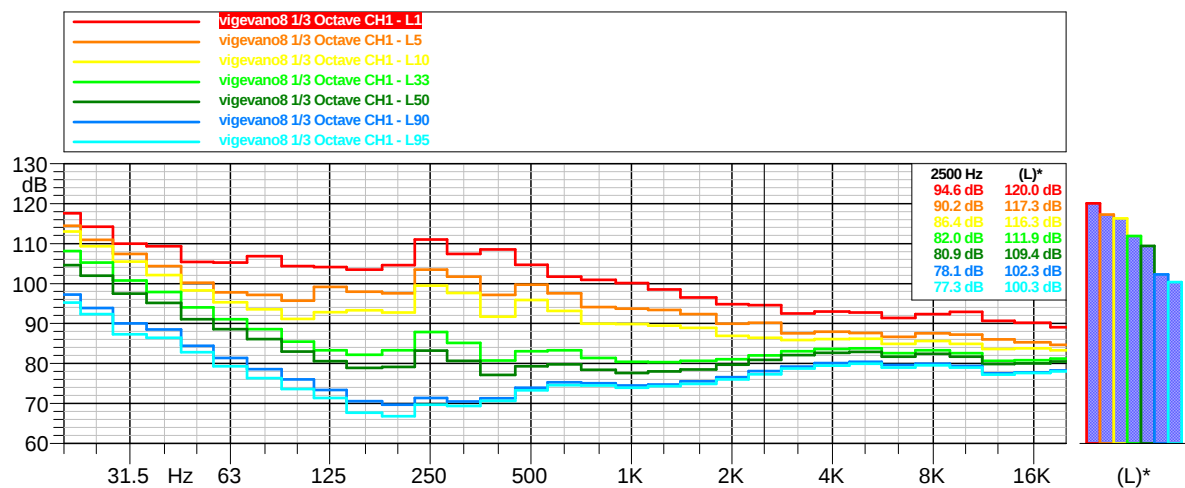
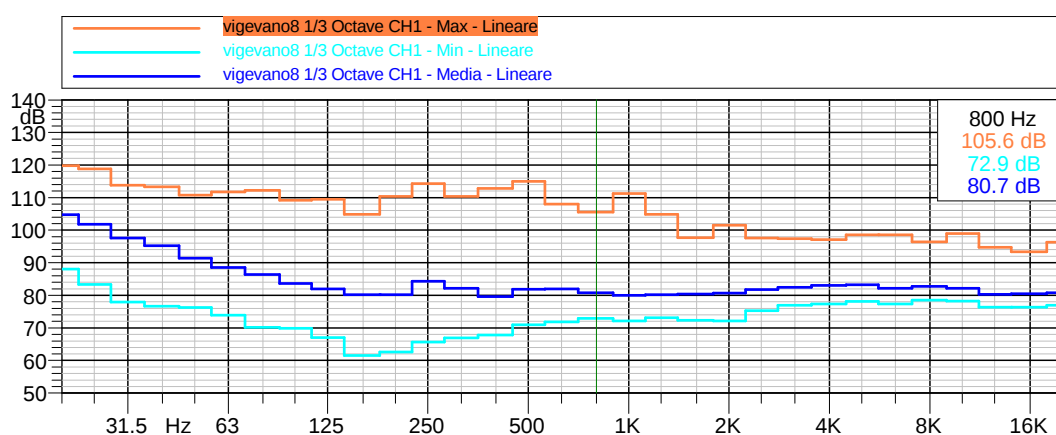


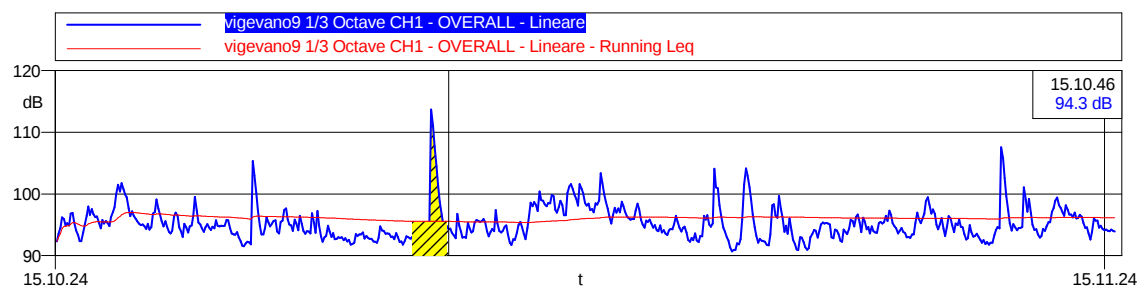
vigevano7 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:01:00.700	95.0 dB	100.9 dB	89.7 dB
Non Mascherato	00:01:00.700	95.0 dB	100.9 dB	89.7 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB



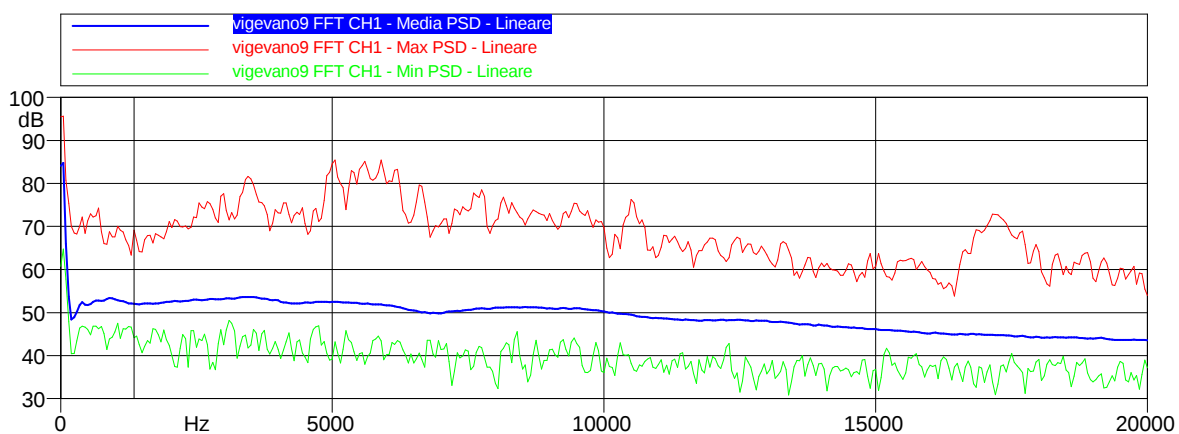
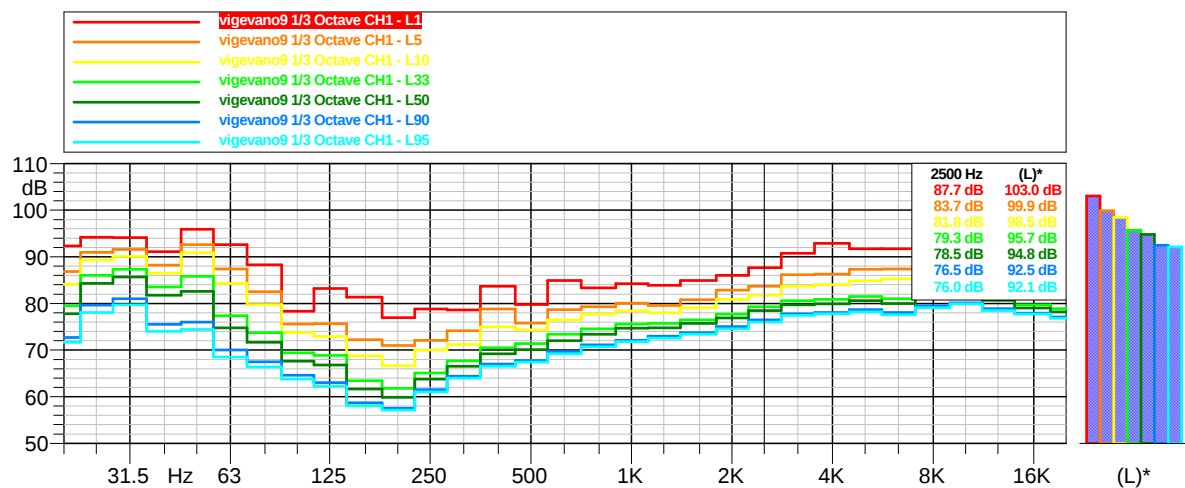
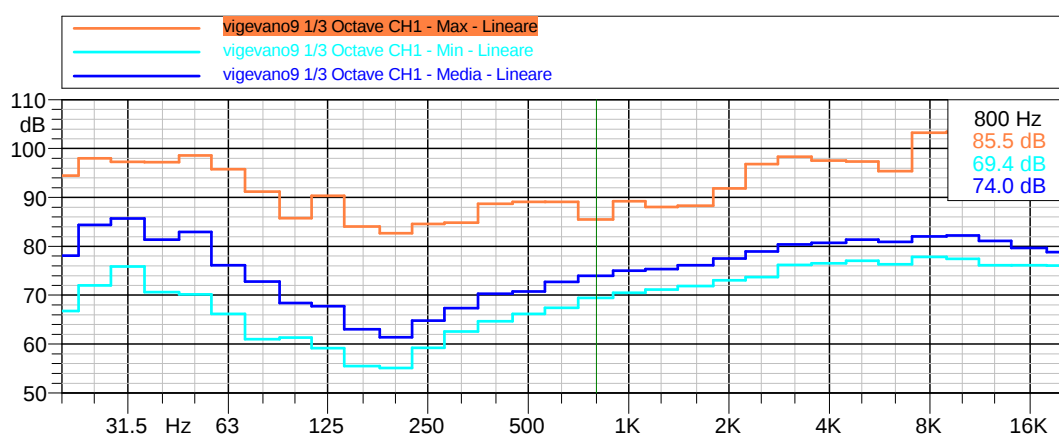


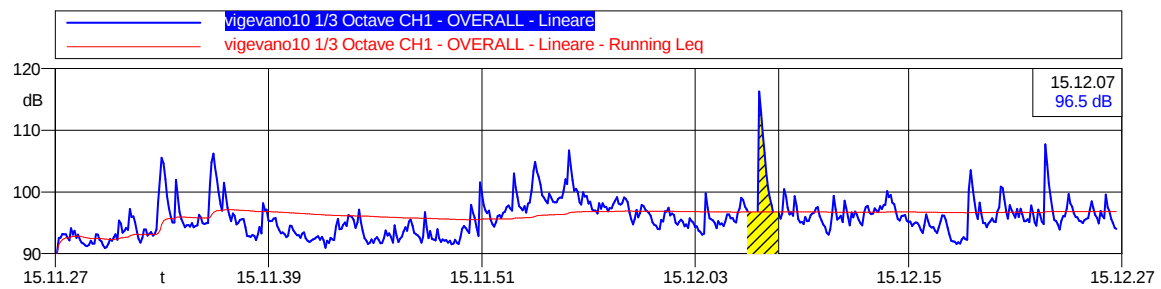
vigevano8 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:00:57.800	117.6 dB	136.8 dB	94.8 dB
Non Mascherato	00:00:48.800	112.2 dB	122.6 dB	94.8 dB
Mascherato	00:00:09	124.4 dB	136.8 dB	99.0 dB
Nuova Maschera 1	00:00:09	124.4 dB	136.8 dB	99.0 dB



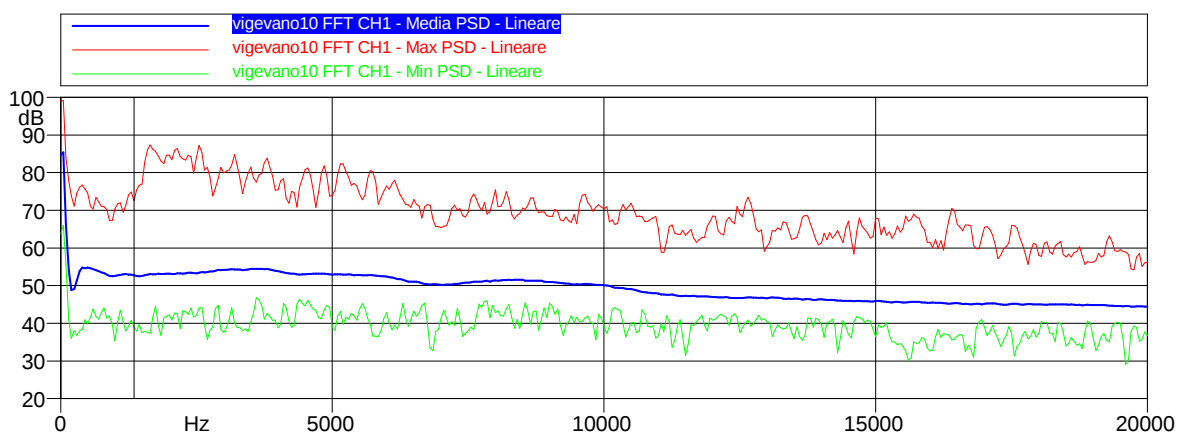
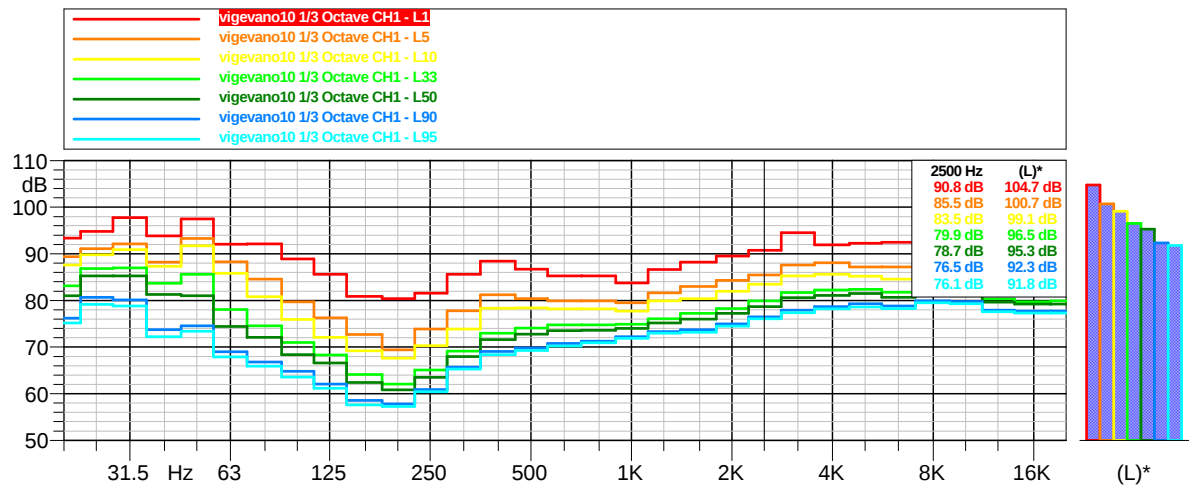
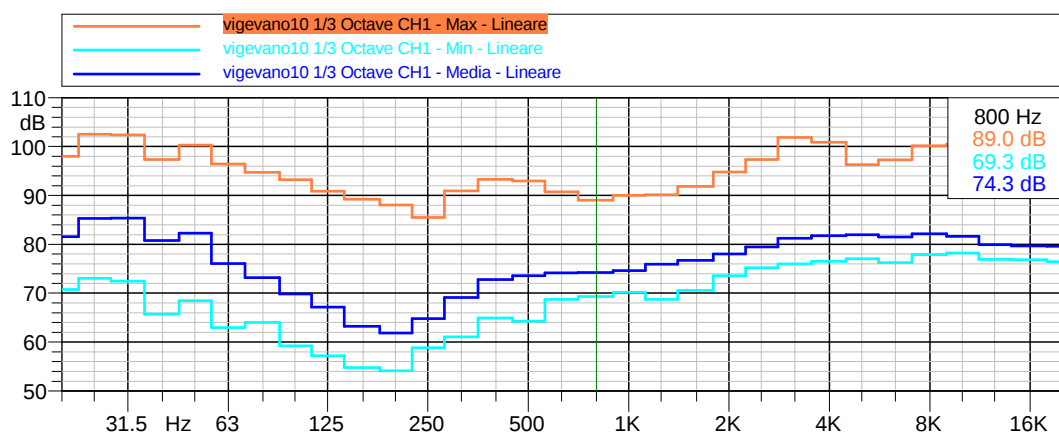


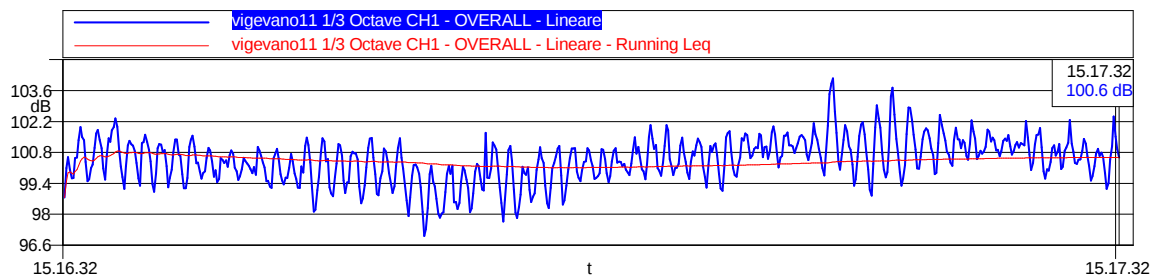
vigevano9 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:01:00.600	96.8 dB	113.7 dB	90.7 dB
Non Mascherato	00:00:58.500	96.1 dB	107.5 dB	90.7 dB
Mascherato	00:00:02.100	103.8 dB	113.7 dB	91.2 dB
Nuova Maschera 1	00:00:02.100	103.8 dB	113.7 dB	91.2 dB



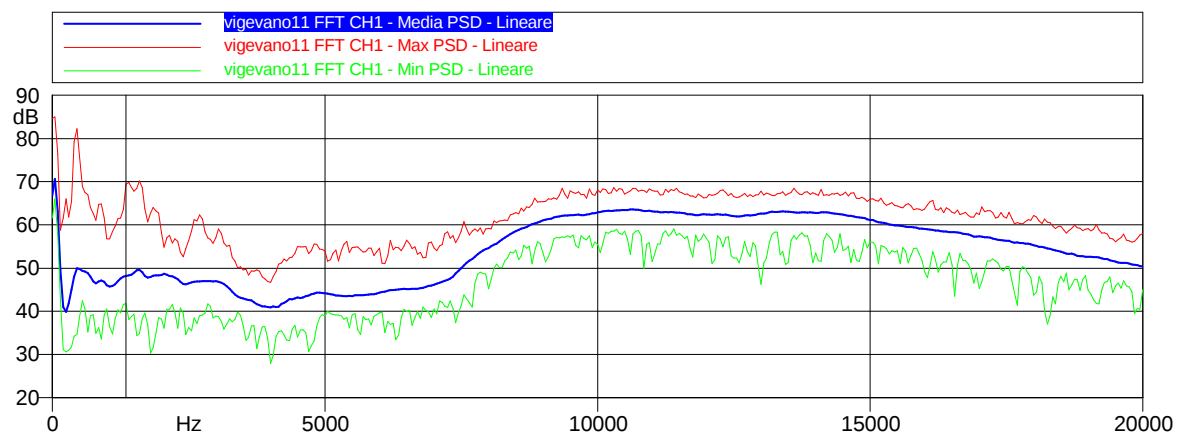
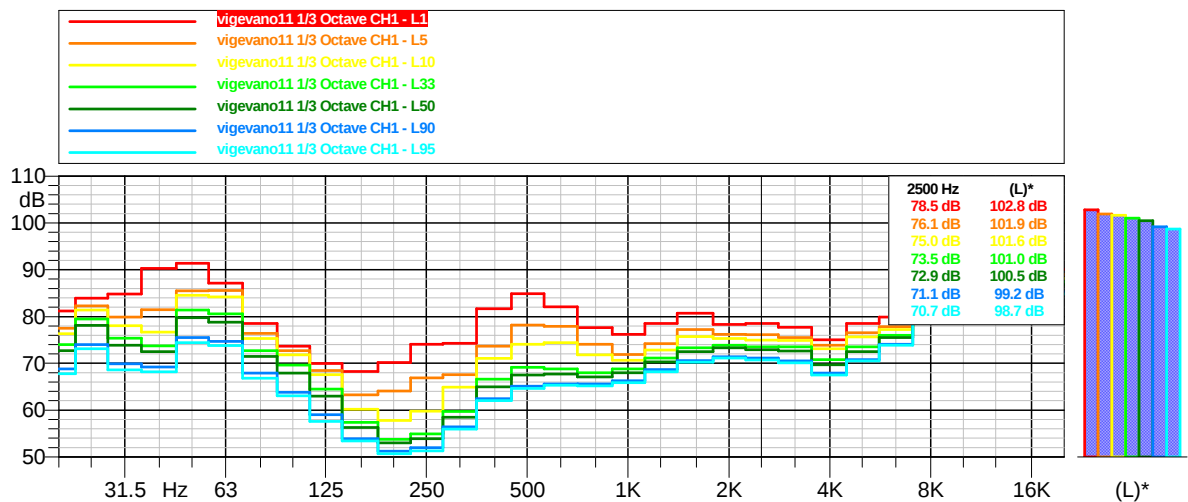
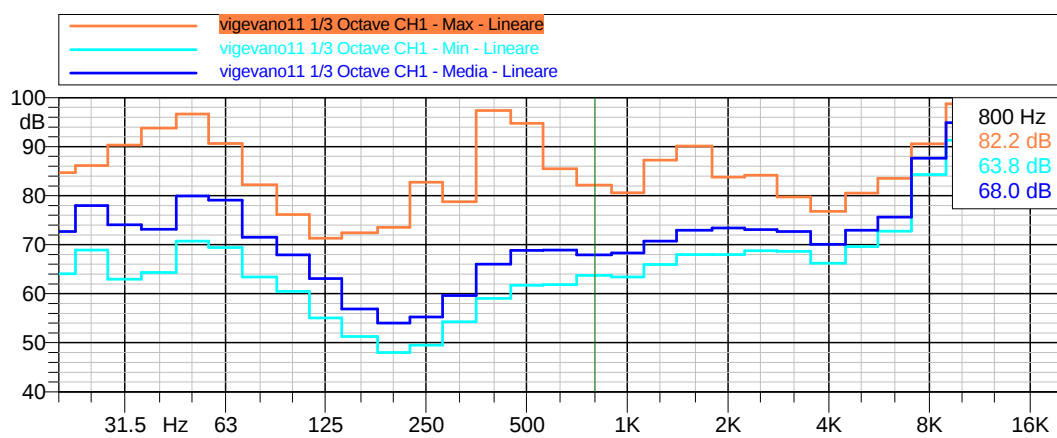


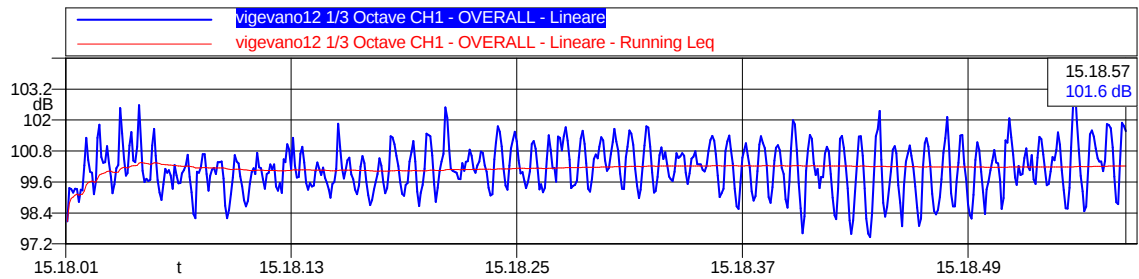
vigevano10 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:00:59.700	97.8 dB	116.3 dB	90.0 dB
Non Mascherato	00:00:57.900	96.8 dB	107.7 dB	90.0 dB
Mascherato	00:00:01.800	106.7 dB	116.3 dB	94.5 dB
Nuova Maschera 1	00:00:01.800	106.7 dB	116.3 dB	94.5 dB



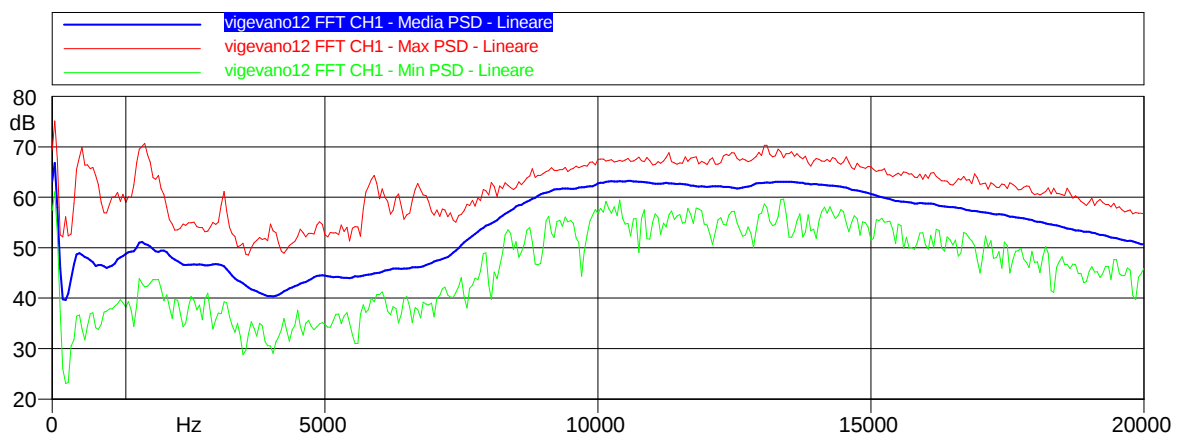
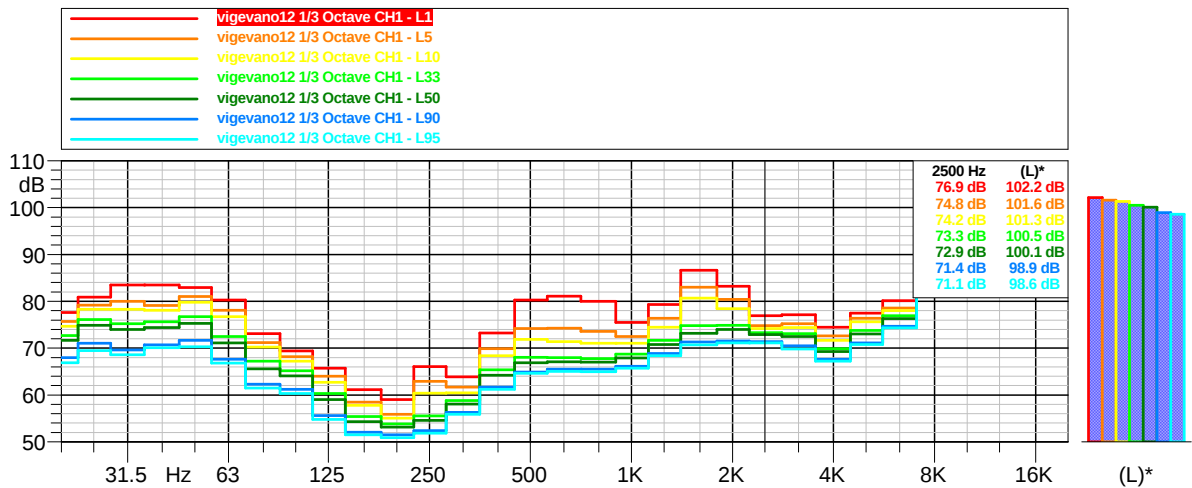
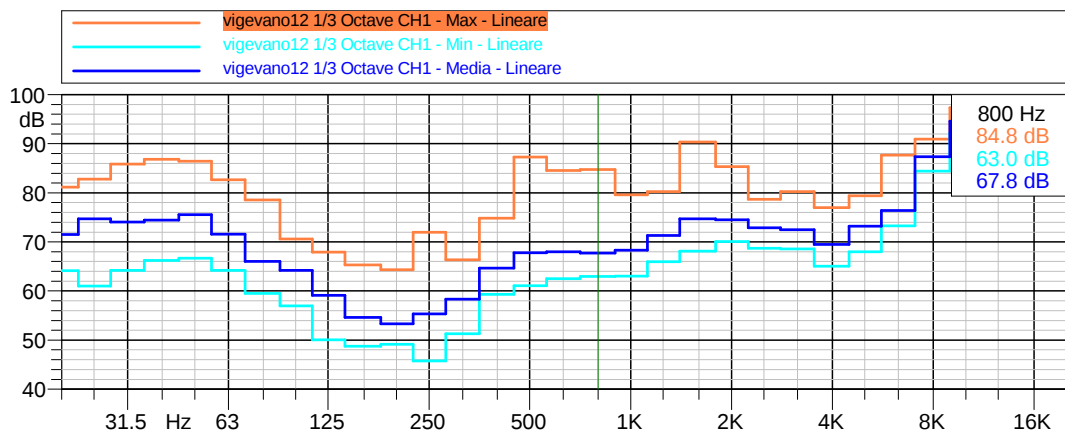


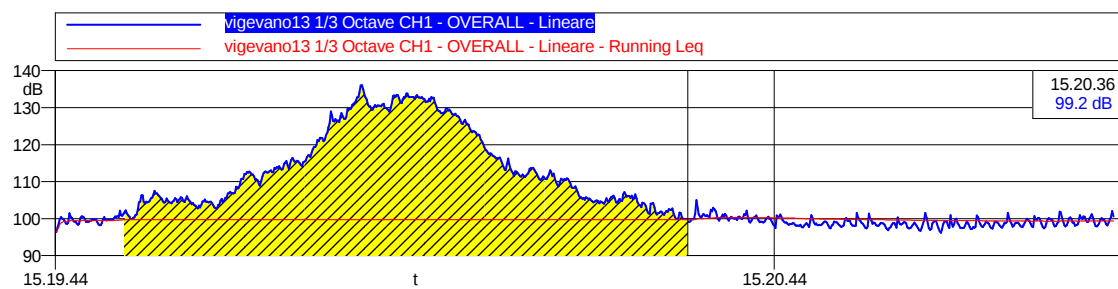
vigevano11 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:01:00.200	100.6 dB	104.1 dB	97.0 dB
Non Mascherato	00:01:00.200	100.6 dB	104.1 dB	97.0 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB



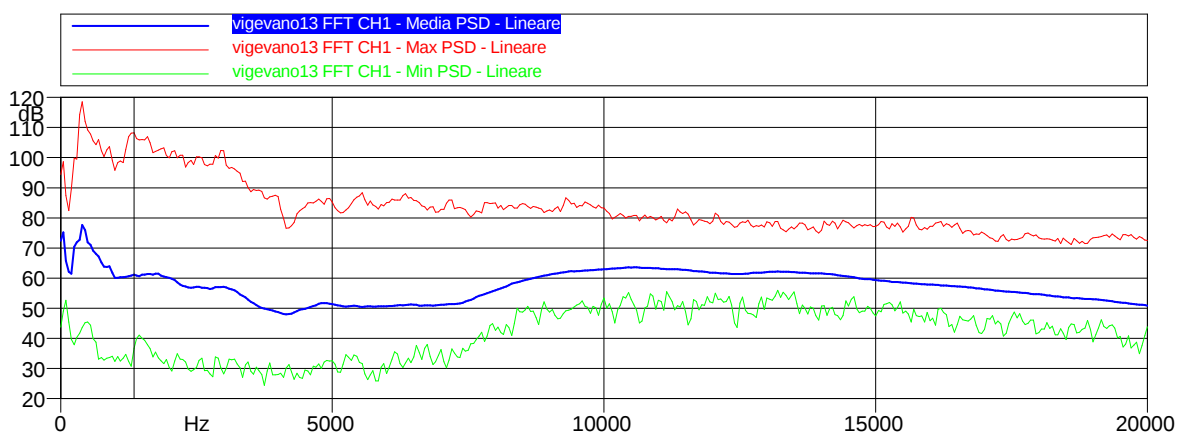
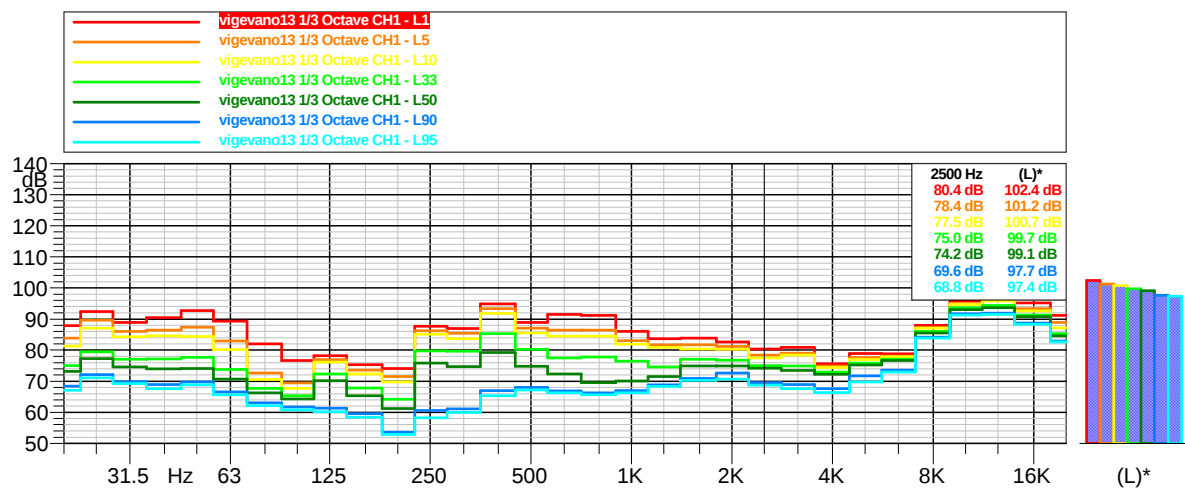
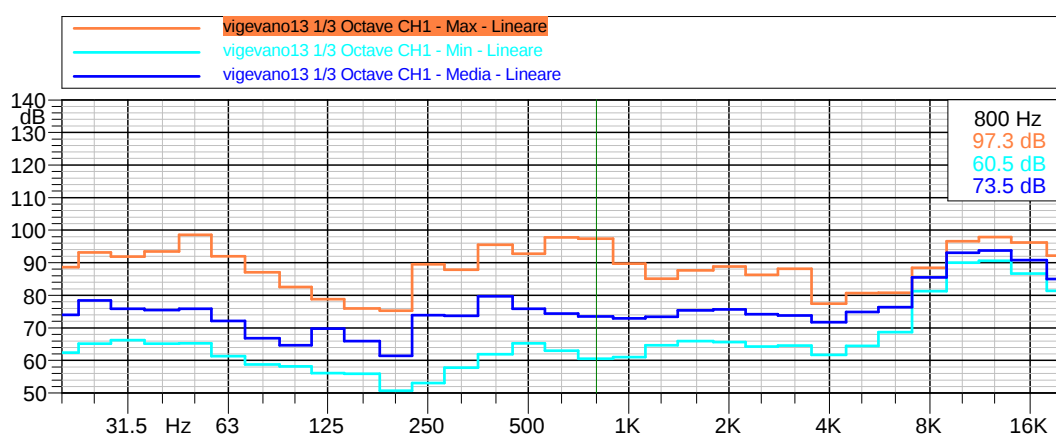


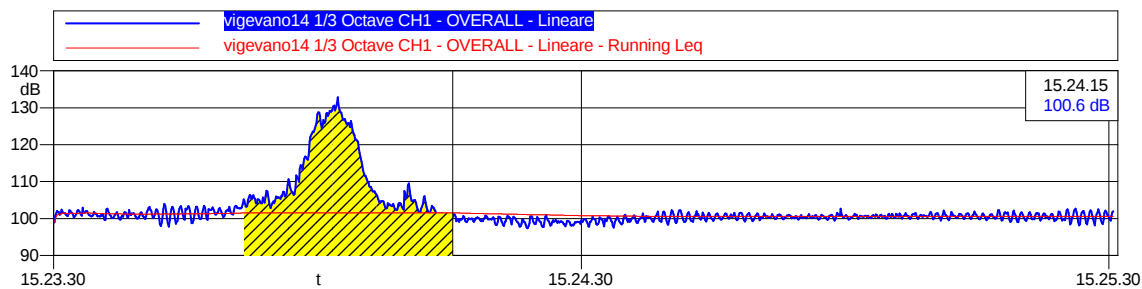
vigevano12 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:00:56.400	100.2 dB	103.3 dB	97.5 dB
Non Mascherato	00:00:56.400	100.2 dB	103.3 dB	97.5 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB



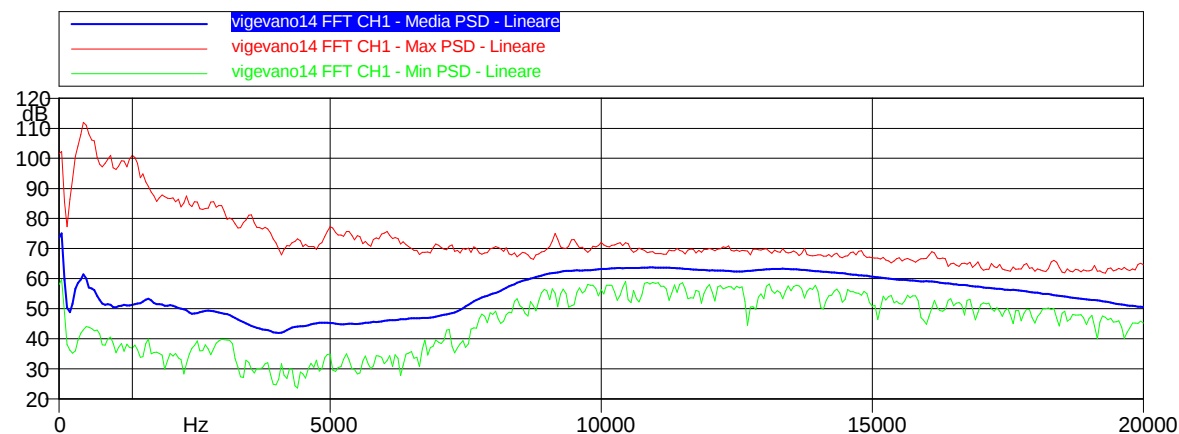
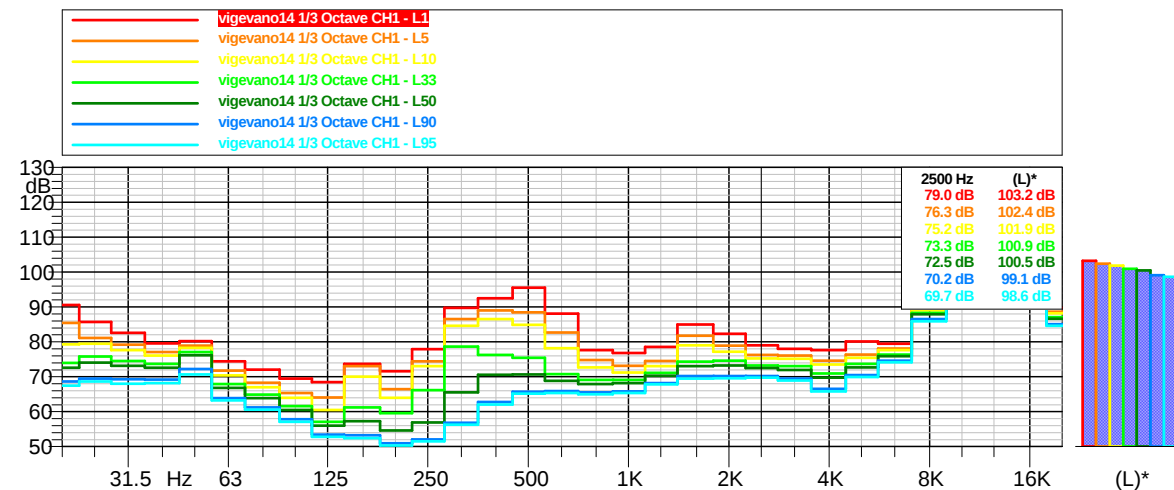
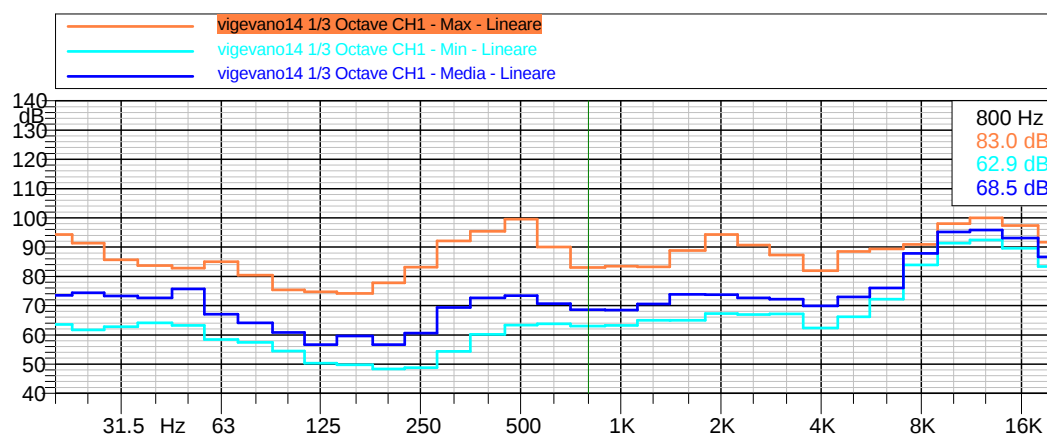


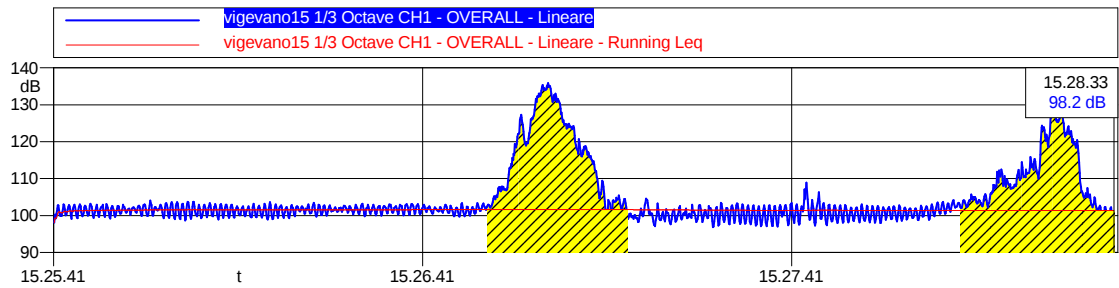
vigevano13 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:01:28.300	122.5 dB	136.1 dB	96.2 dB
Non Mascherato	00:00:41.300	99.4 dB	105.0 dB	96.2 dB
Mascherato	00:00:47	125.2 dB	136.1 dB	99.2 dB
Nuova Maschera 1	00:00:47	125.2 dB	136.1 dB	99.2 dB



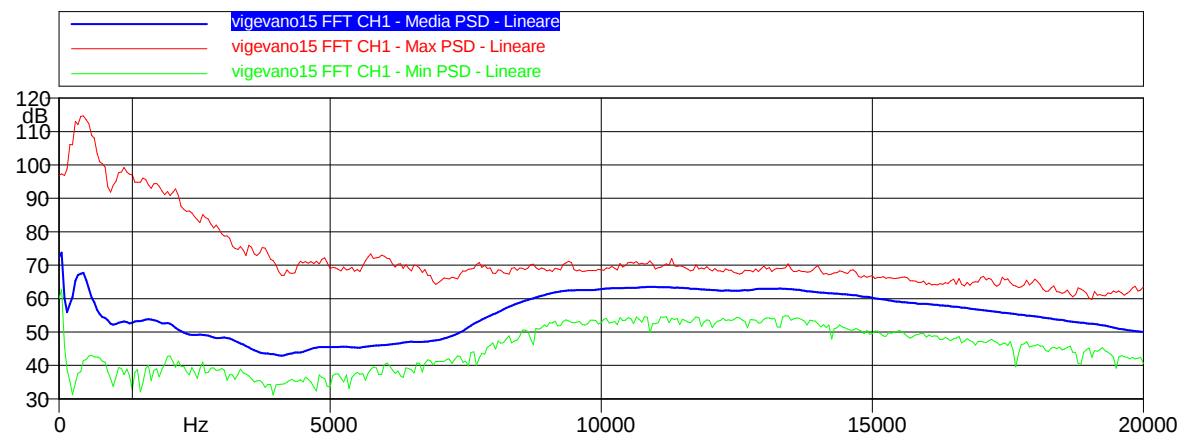
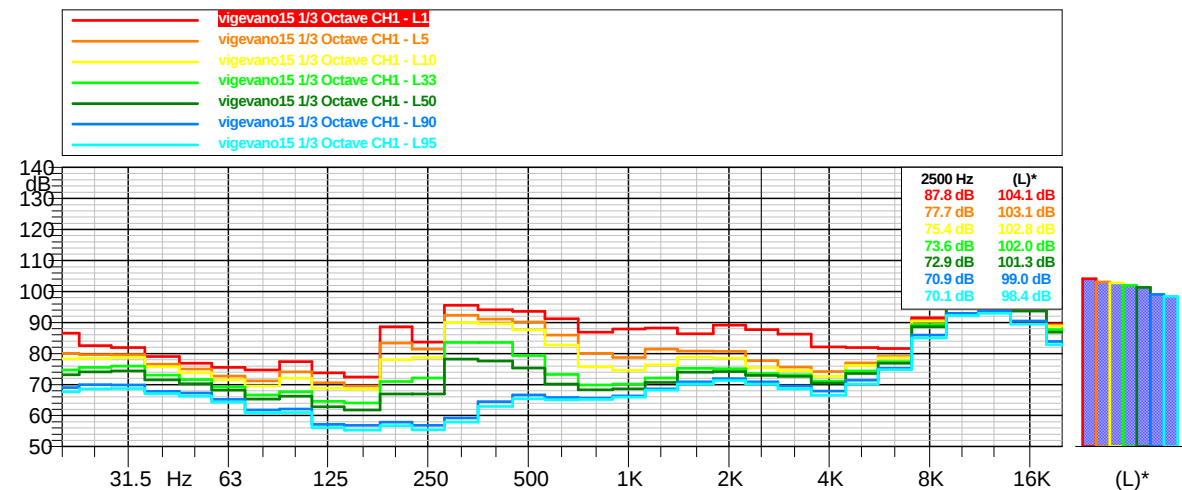
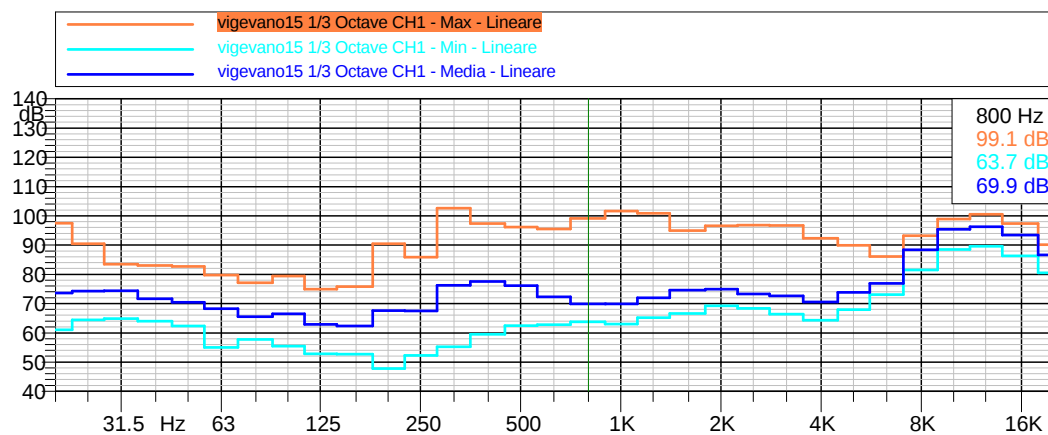


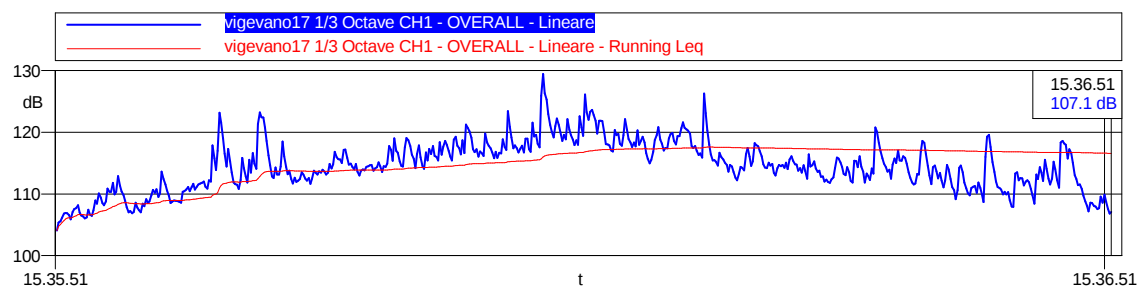
vigevano14 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:02:00.500	114.3 dB	132.9 dB	97.3 dB
Non Mascherato	00:01:36.800	100.6 dB	105.1 dB	97.3 dB
Mascherato	00:00:23.700	121.3 dB	132.9 dB	99.8 dB
Nuova Maschera 1	00:00:23.700	121.3 dB	132.9 dB	99.8 dB



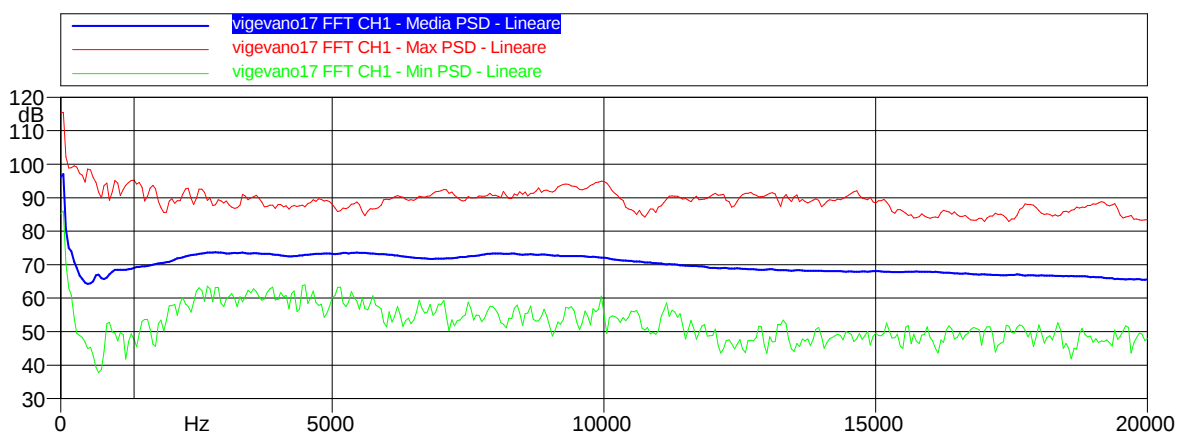
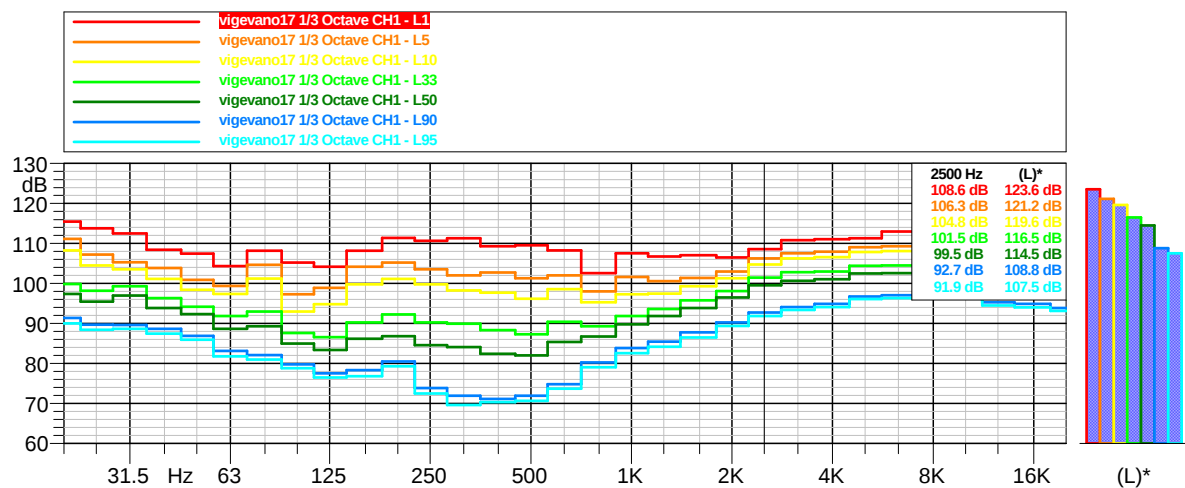
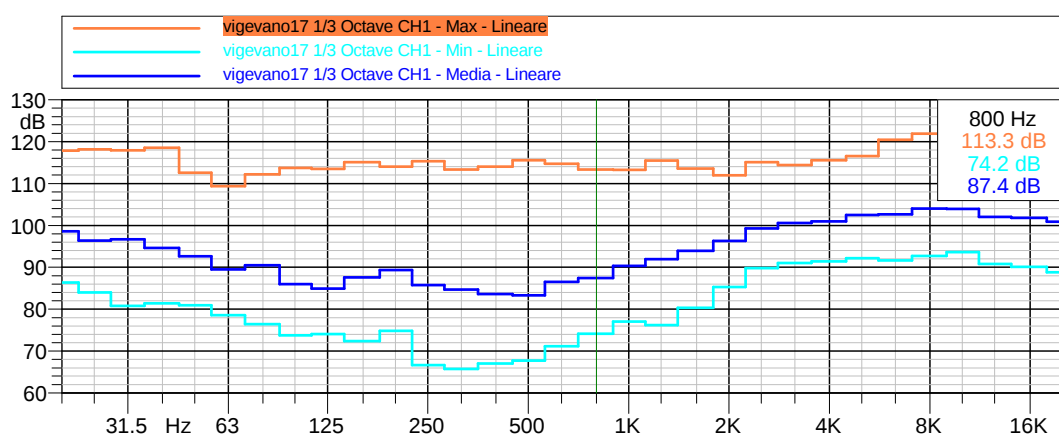


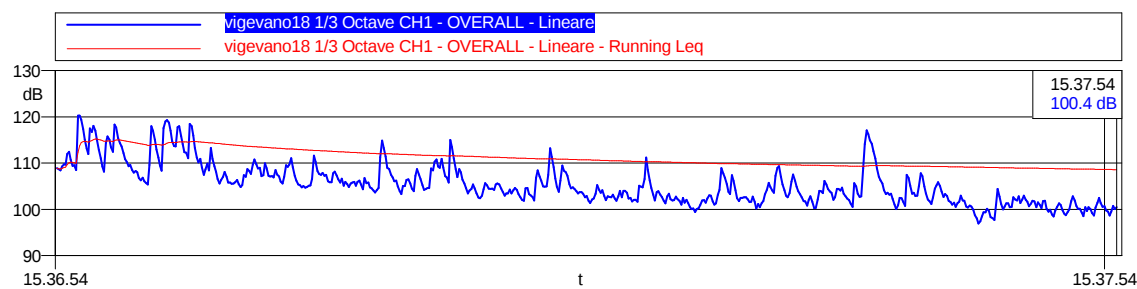
vivevano15 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:02:52.400	118.6 dB	135.9 dB	96.9 dB
Non Mascherato	00:02:04.300	101.4 dB	108.9 dB	96.9 dB
Mascherato	00:00:48.100	124.1 dB	135.9 dB	98.2 dB
Nuova Maschera 1	00:00:22.900	126.6 dB	135.9 dB	99.8 dB
Nuova Maschera 2	00:00:25.200	118.6 dB	128.5 dB	98.2 dB



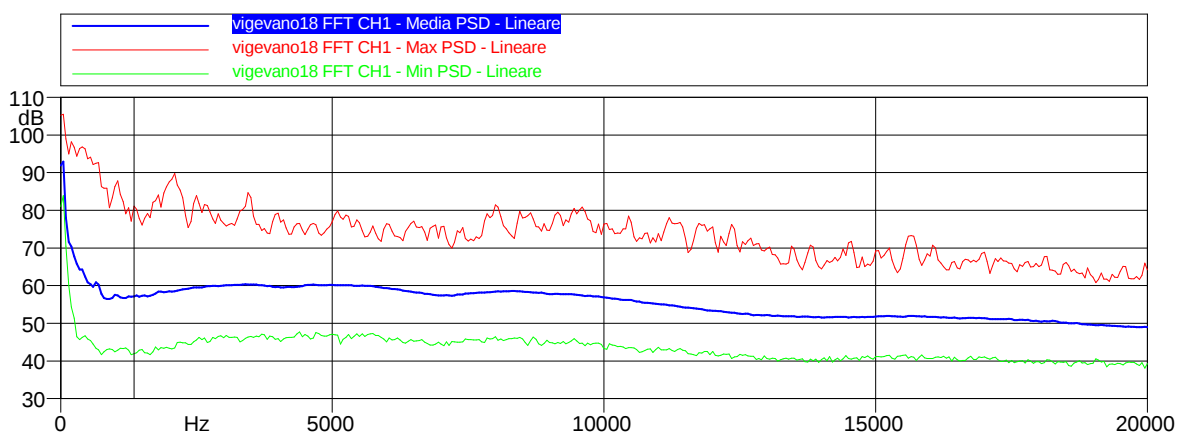
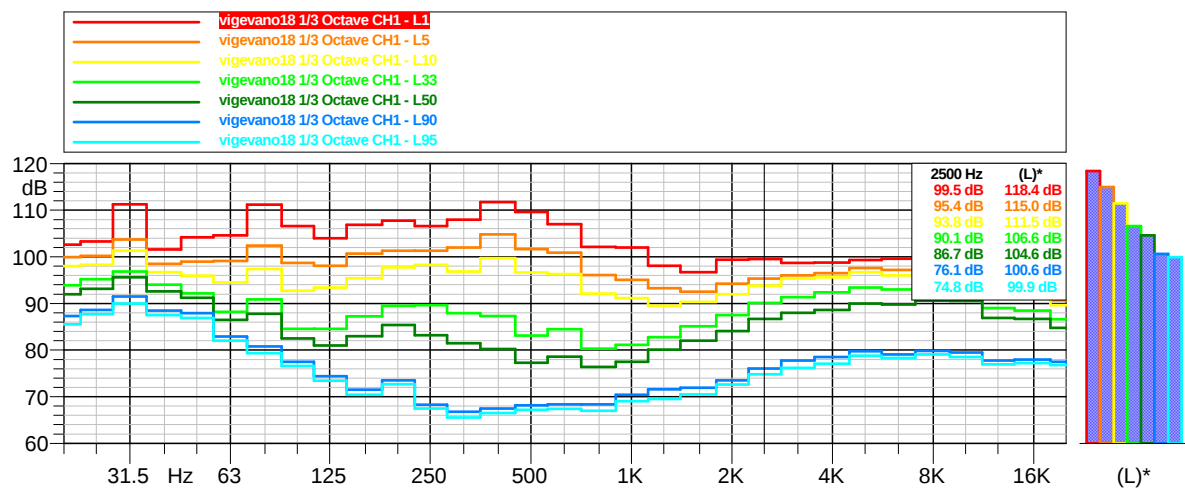
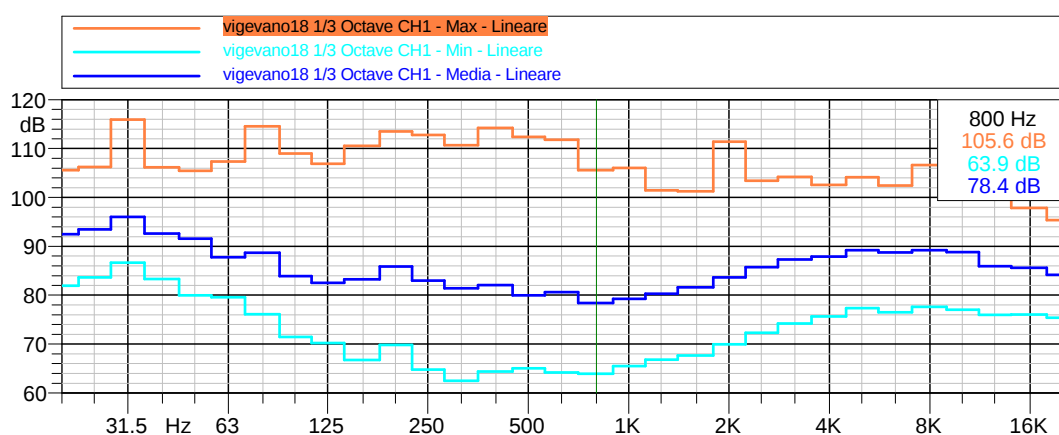


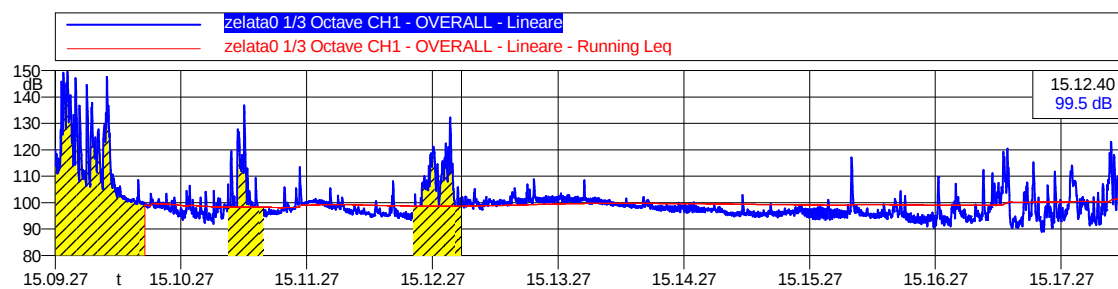
vigevano17 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:01:00.400	116.6 dB	129.5 dB	104.1 dB
Non Mascherato	00:01:00.400	116.6 dB	129.5 dB	104.1 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB



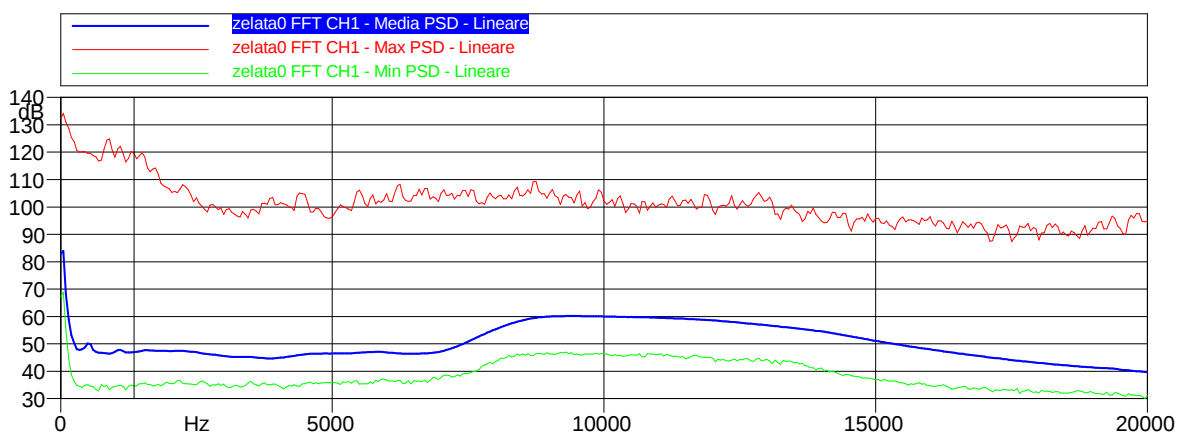
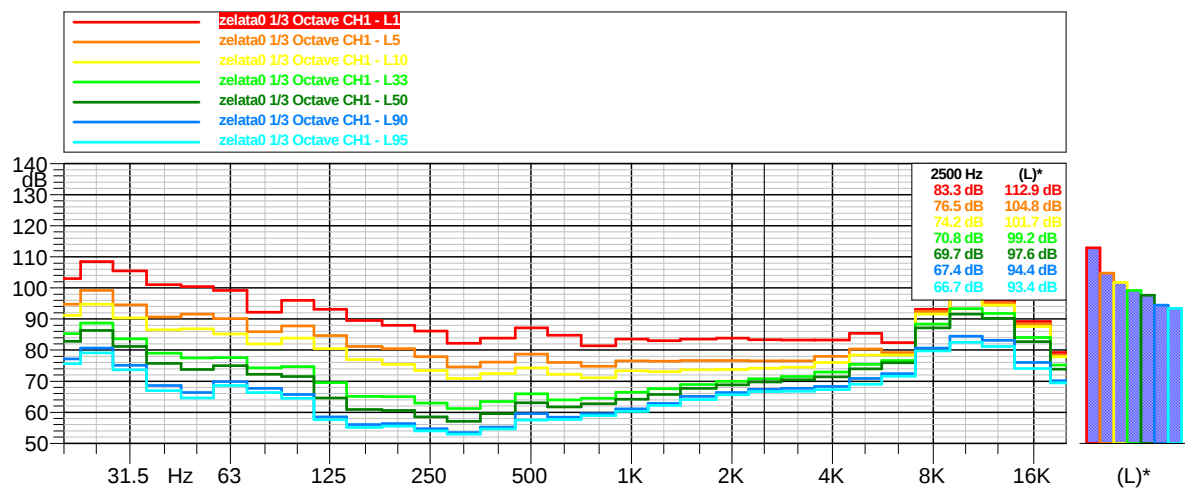
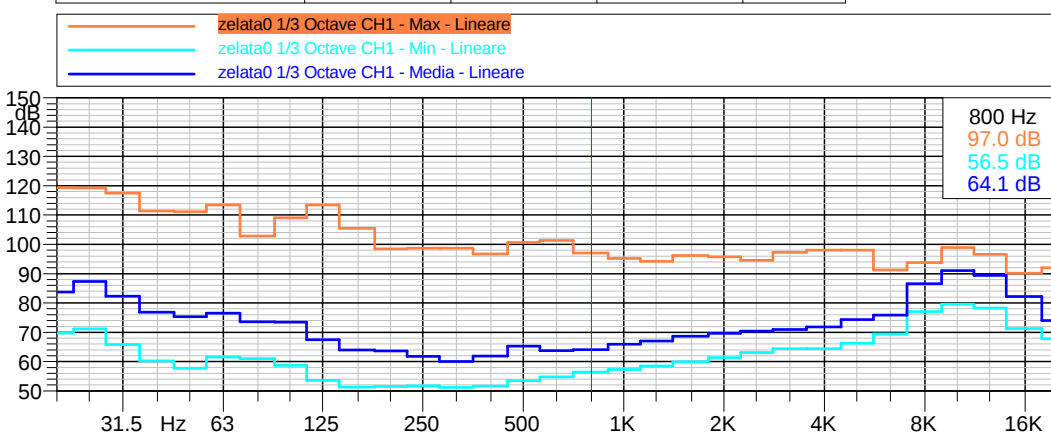


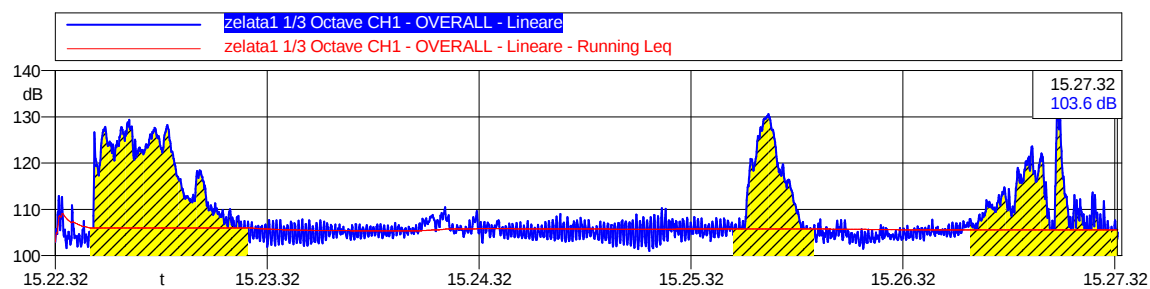
vigevano18 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:01:00.700	108.6 dB	120.2 dB	96.9 dB
Non Mascherato	00:01:00.700	108.6 dB	120.2 dB	96.9 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB



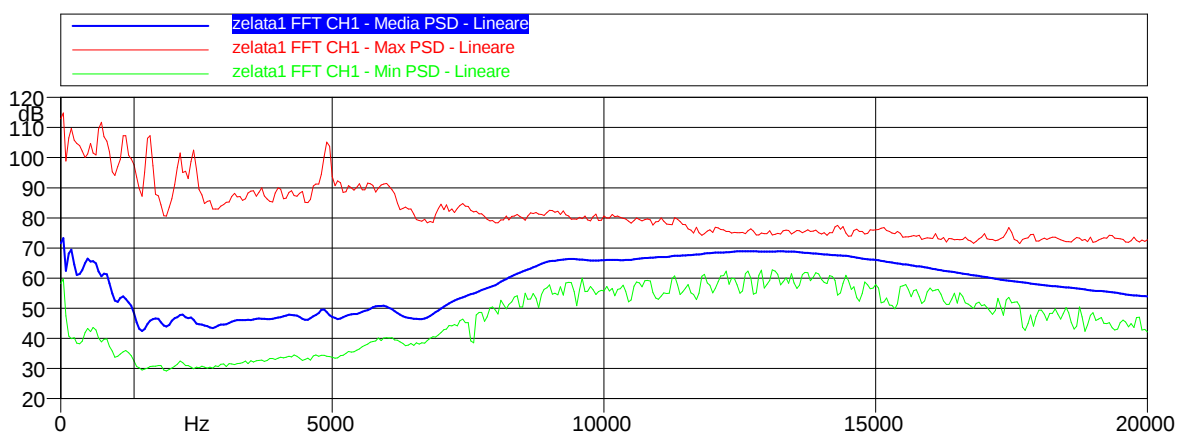
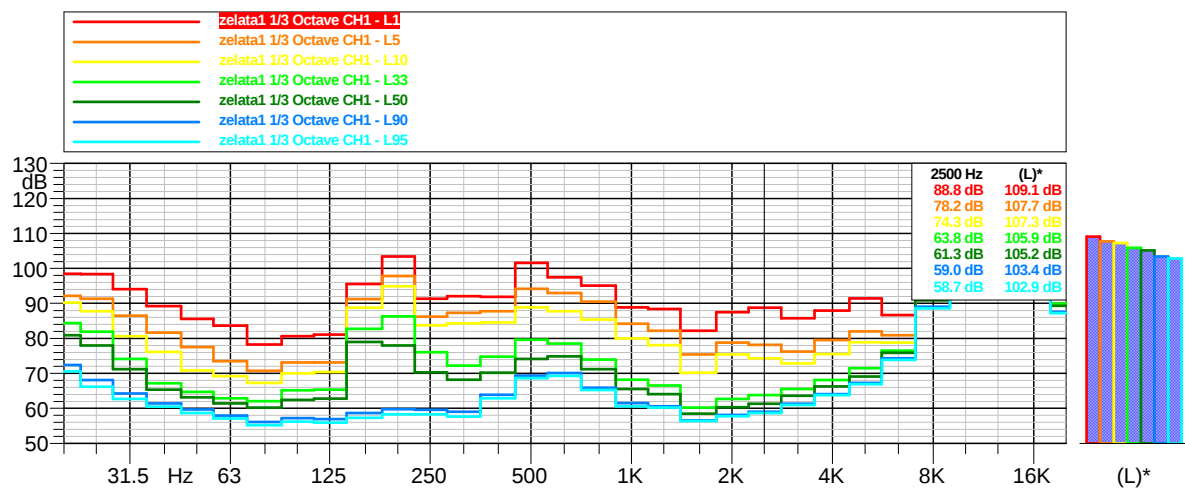
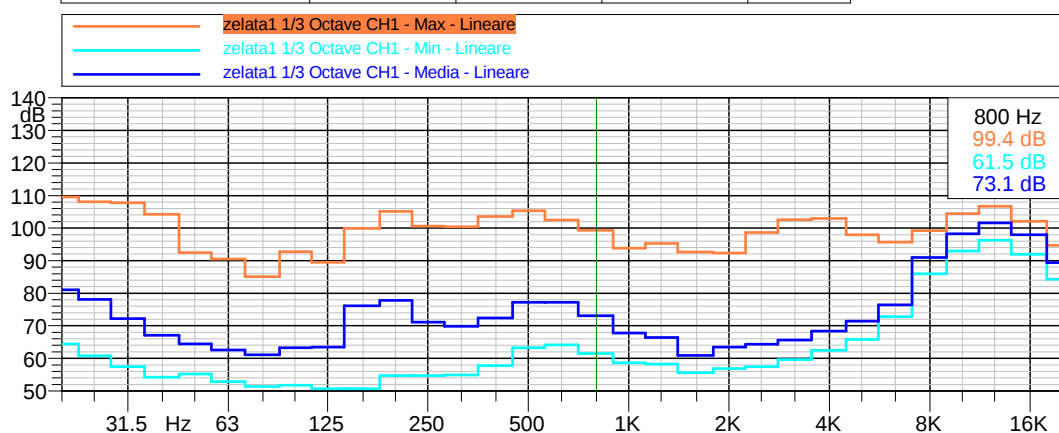


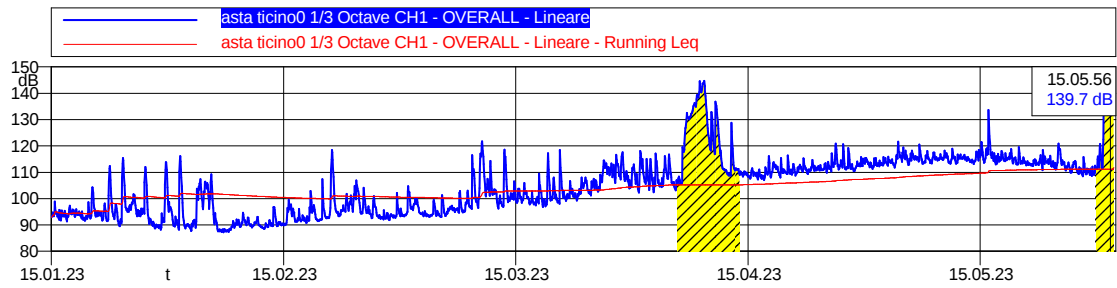
zelata0 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:08:28.500	124.2 dB	149.5 dB	88.9 dB
Non Mascherato	00:07:05.900	101.5 dB	123.0 dB	88.9 dB
Mascherato	00:01:22.600	132.1 dB	149.5 dB	94.1 dB
Nuova Maschera 1	00:00:42.700	134.8 dB	149.5 dB	99.4 dB
Nuova Maschera 2	00:00:16.900	119.3 dB	136.9 dB	94.5 dB
Nuova Maschera 3	00:00:23	116.0 dB	132.2 dB	94.1 dB



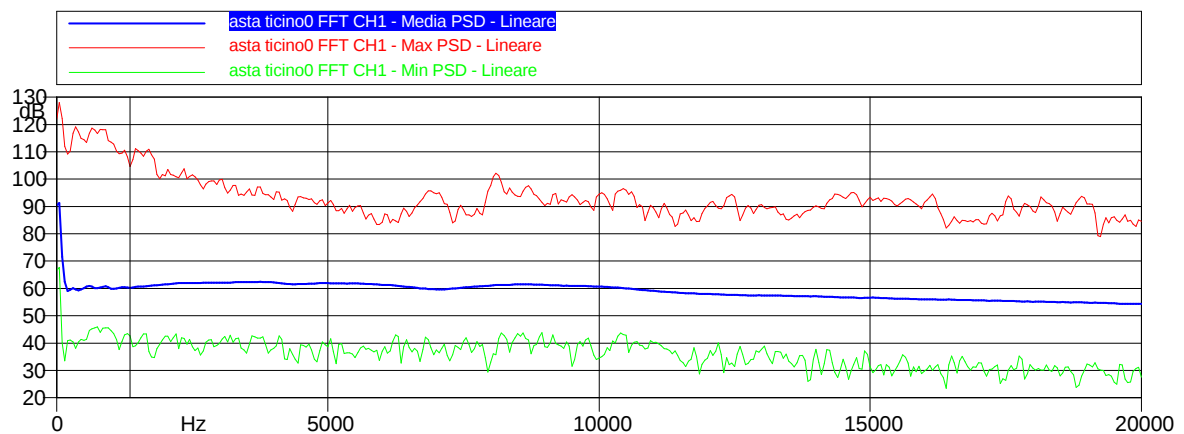
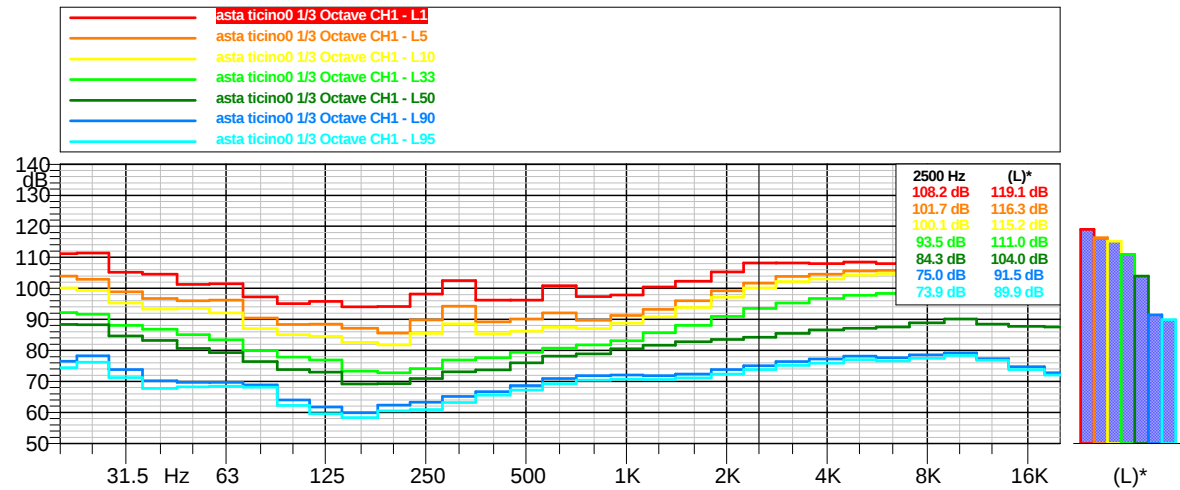
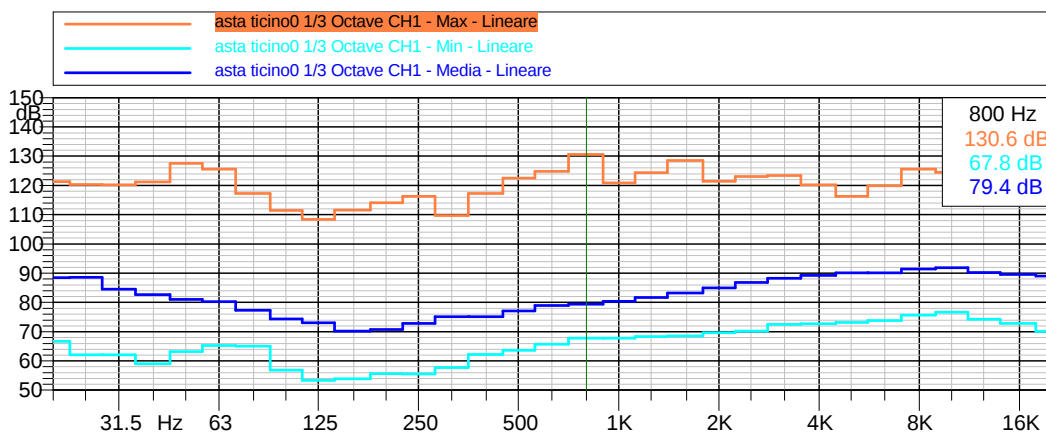


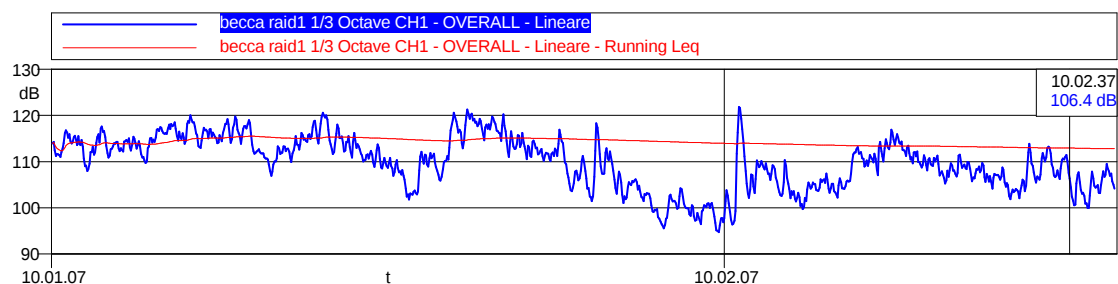
zelata1 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:05:00.900	116.9 dB	131.7 dB	100.9 dB
Non Mascherato	00:03:11.800	105.6 dB	112.9 dB	100.9 dB
Mascherato	00:01:49.100	121.1 dB	131.7 dB	102.6 dB
Nuova Maschera 1	00:00:44.500	122.4 dB	129.3 dB	102.6 dB
Nuova Maschera 2	00:00:22.800	122.5 dB	130.6 dB	103.2 dB
Nuova Maschera 3	00:00:41.800	117.3 dB	131.7 dB	103.3 dB



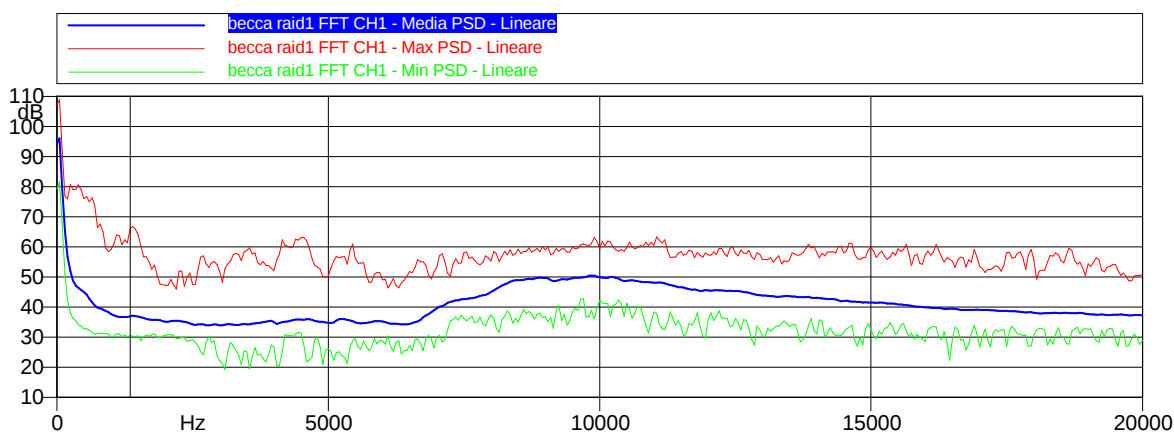
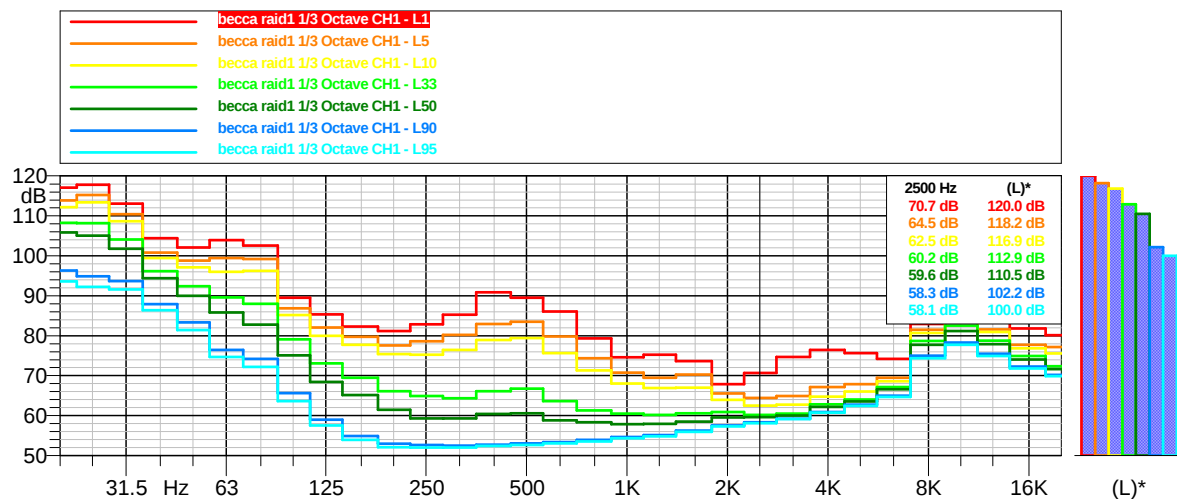
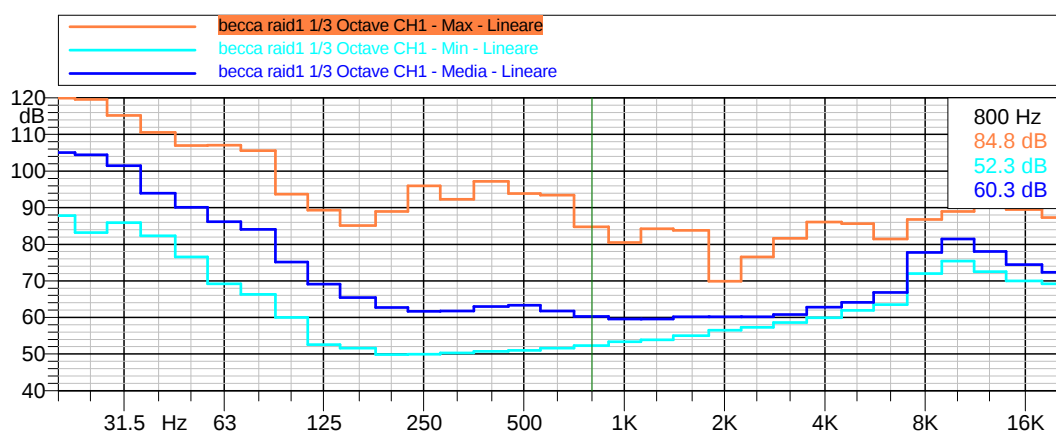


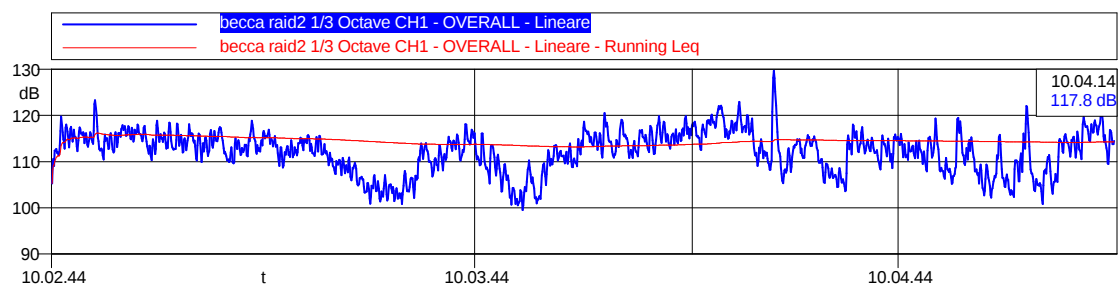
asta ticino0 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:04:34.500	123.8 dB	144.7 dB	87.2 dB
Non Mascherato	00:04:13.600	111.7 dB	136.7 dB	87.2 dB
Mascherato	00:00:20.900	134.8 dB	144.7 dB	104.7 dB
Nuova Maschera 1	00:00:16.200	134.5 dB	144.7 dB	104.7 dB
Nuova Maschera 2	00:00:04.700	135.5 dB	140.2 dB	110.3 dB



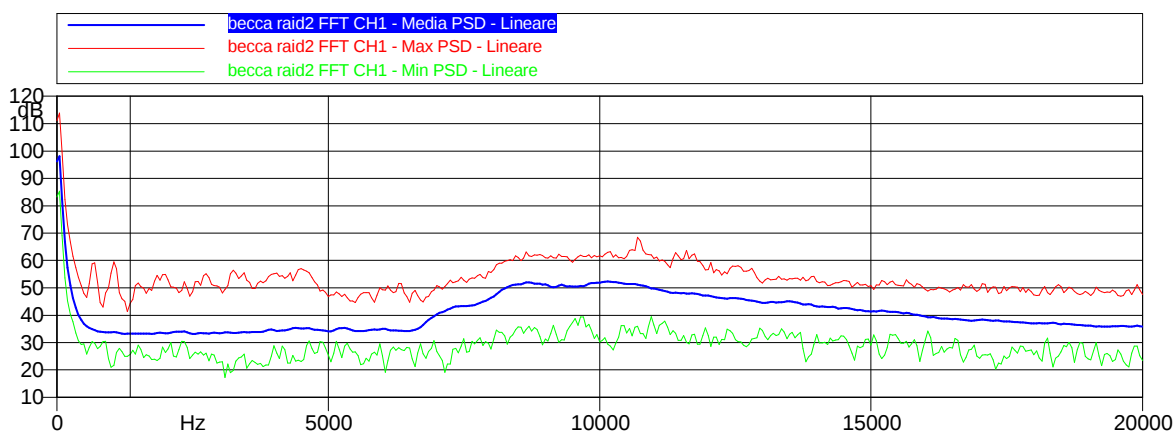
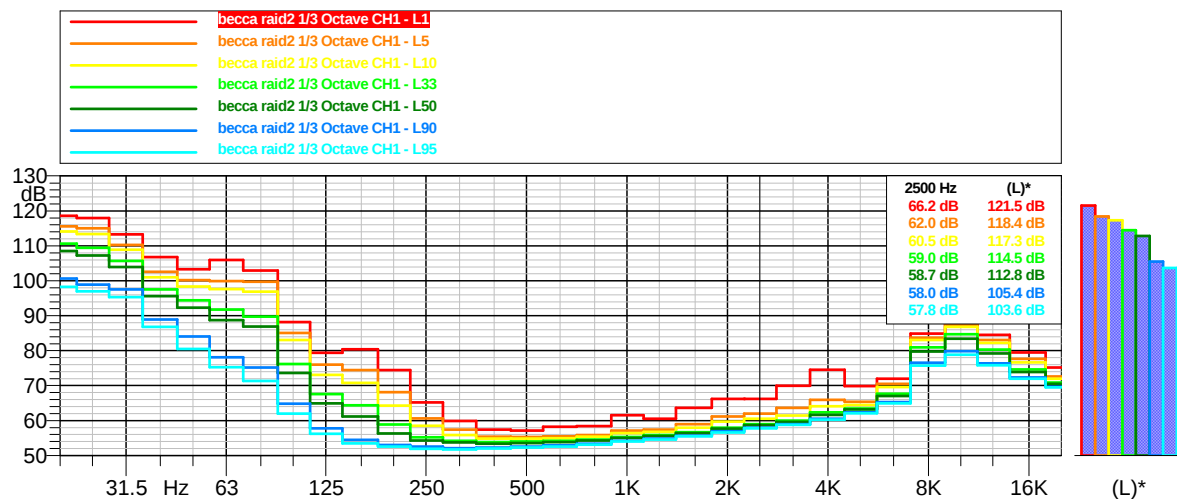
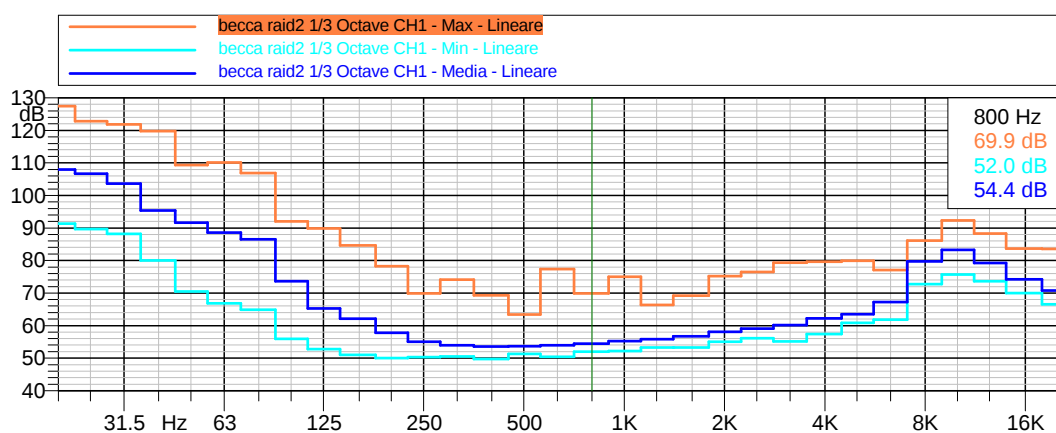


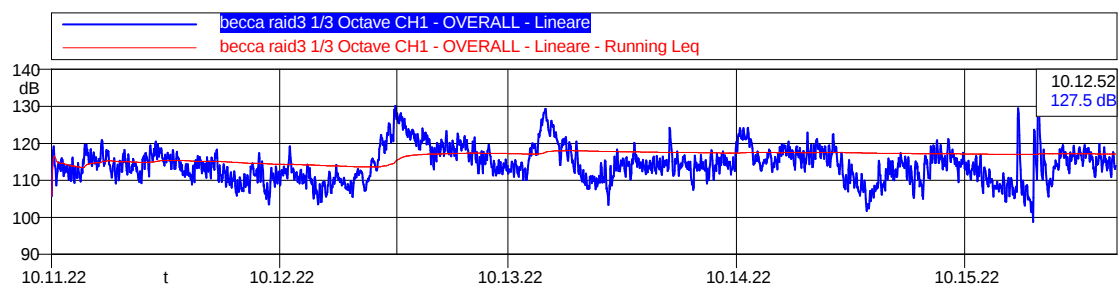
becca raid1 1/3 Octave CH1 OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:01:34.800	112.8 dB	121.8 dB	94.7 dB
Non Mascherato	00:01:34.800	112.8 dB	121.8 dB	94.7 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB



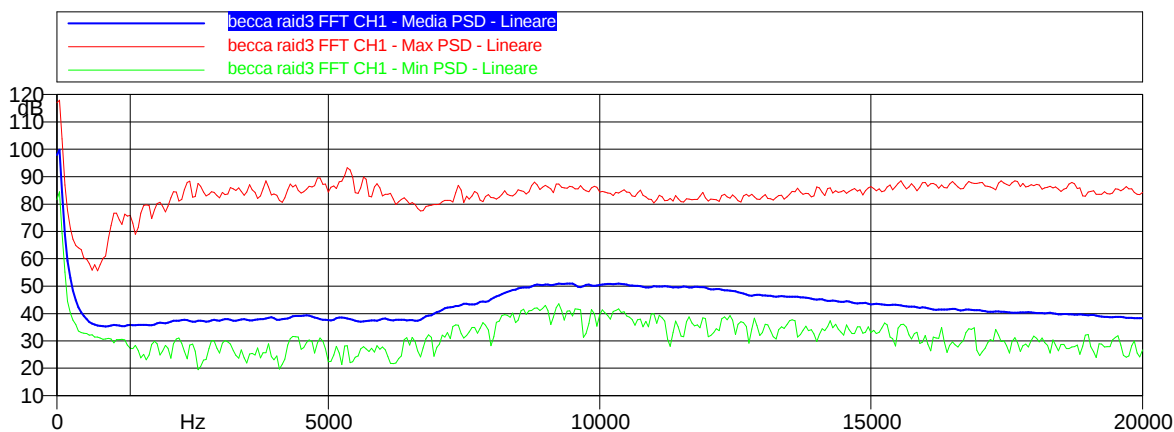
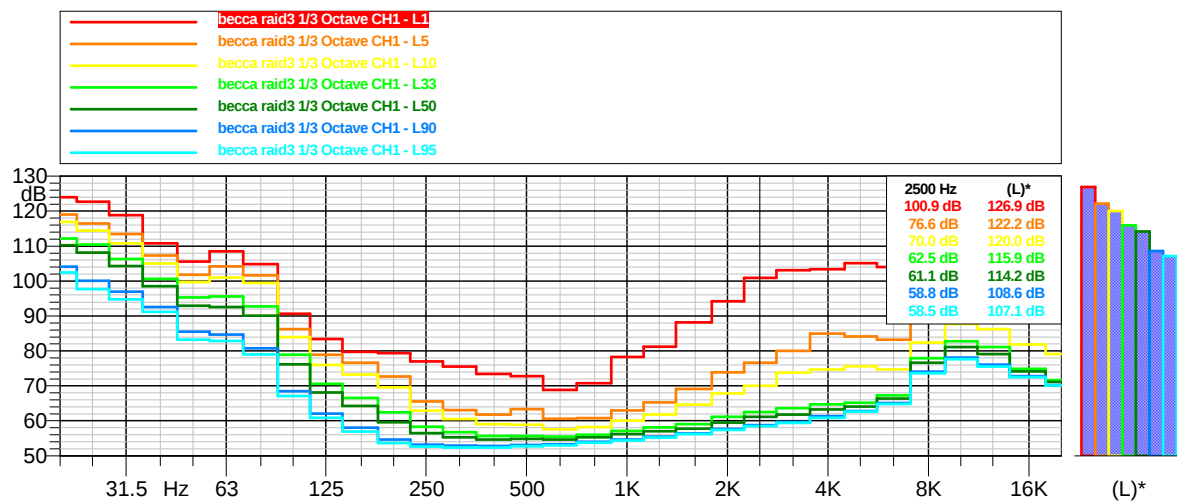
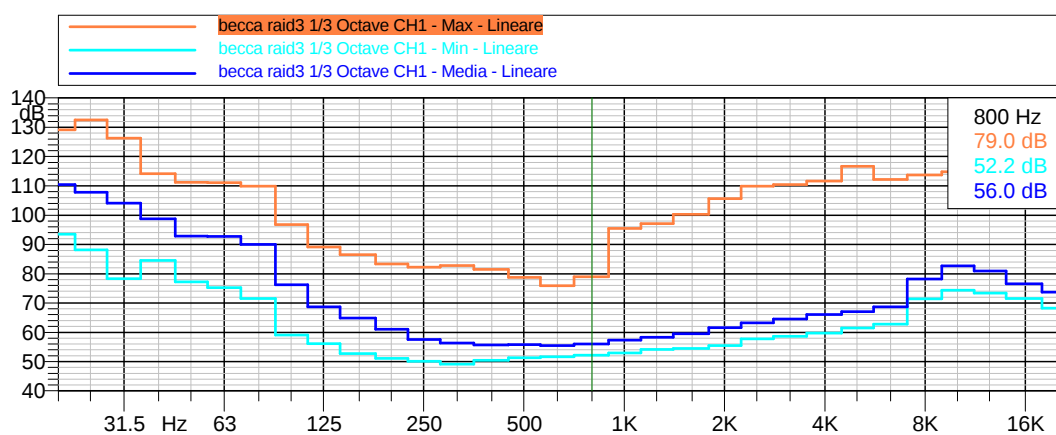


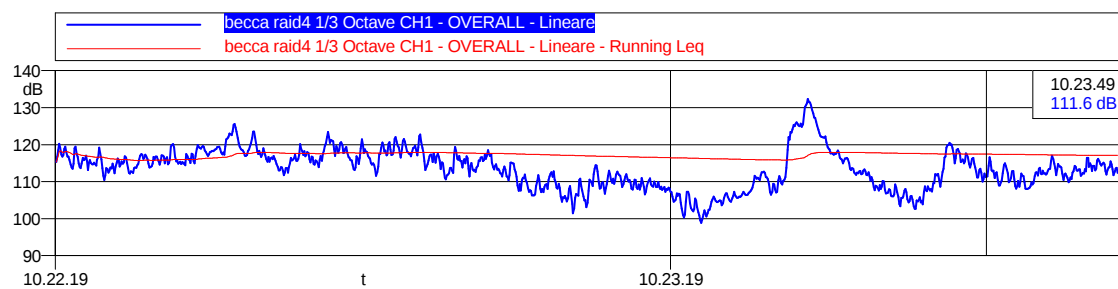
becca raid2 1/3 Octave CH1 OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:02:30.600	114.3 dB	129.7 dB	99.5 dB
Non Mascherato	00:02:30.600	114.3 dB	129.7 dB	99.5 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB



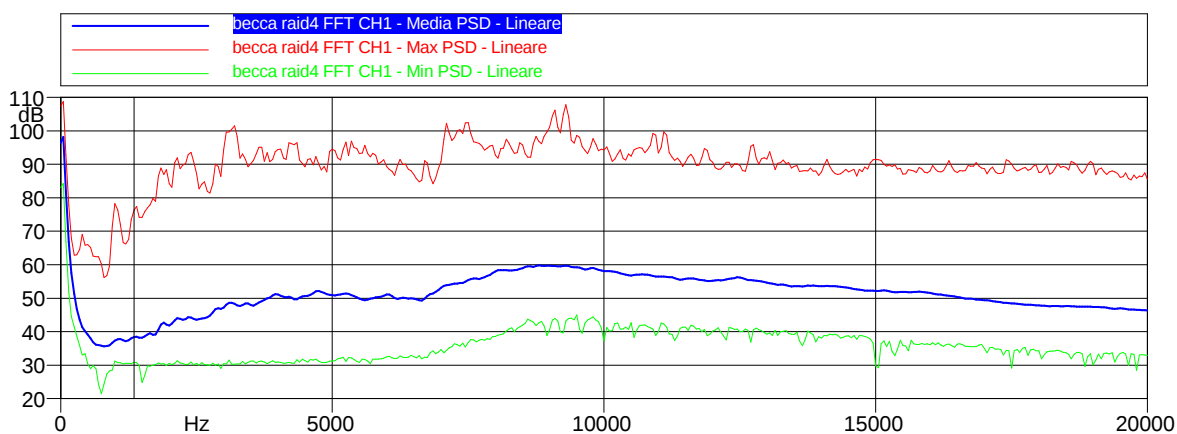
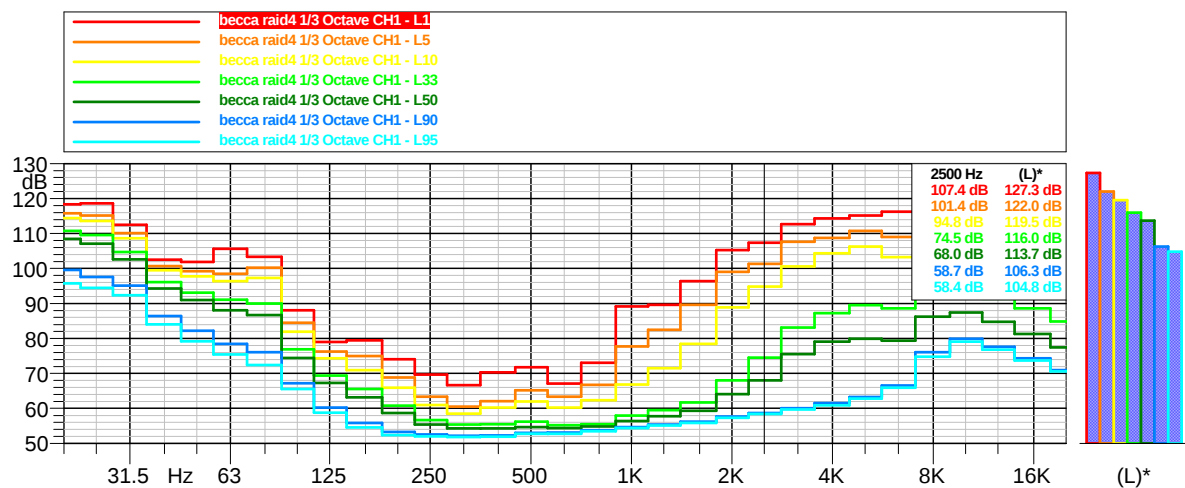
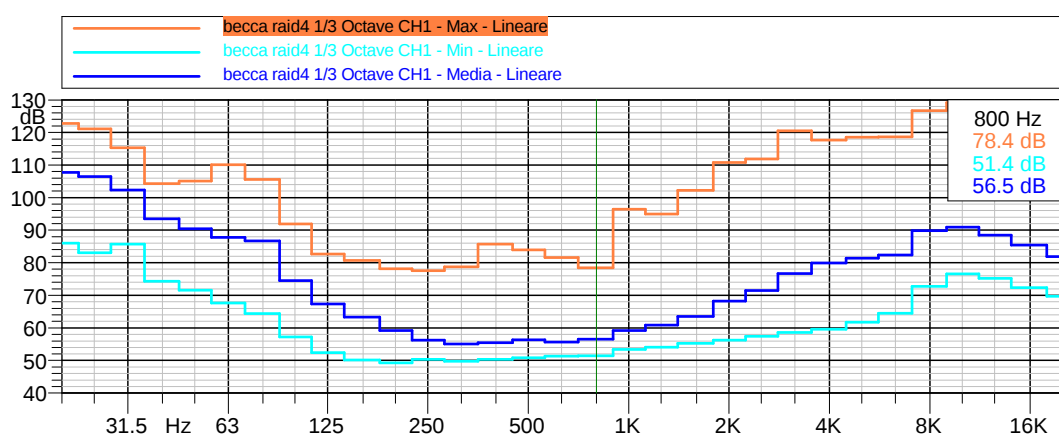


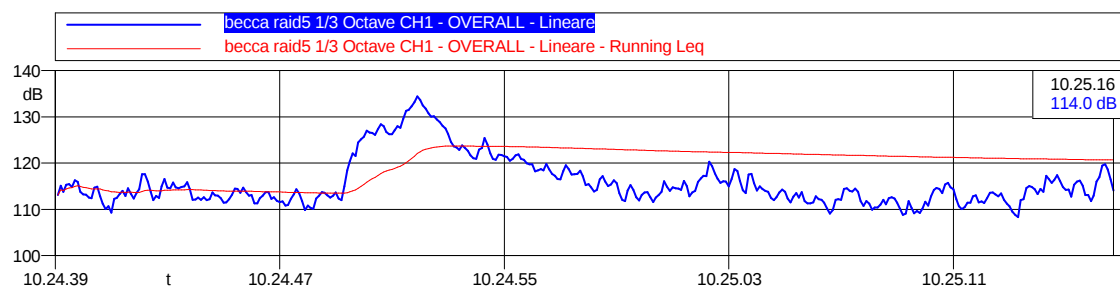
becca raid3 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:04:39.700	117.1 dB	133.8 dB	98.8 dB
Non Mascherato	00:04:39.700	117.1 dB	133.8 dB	98.8 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB



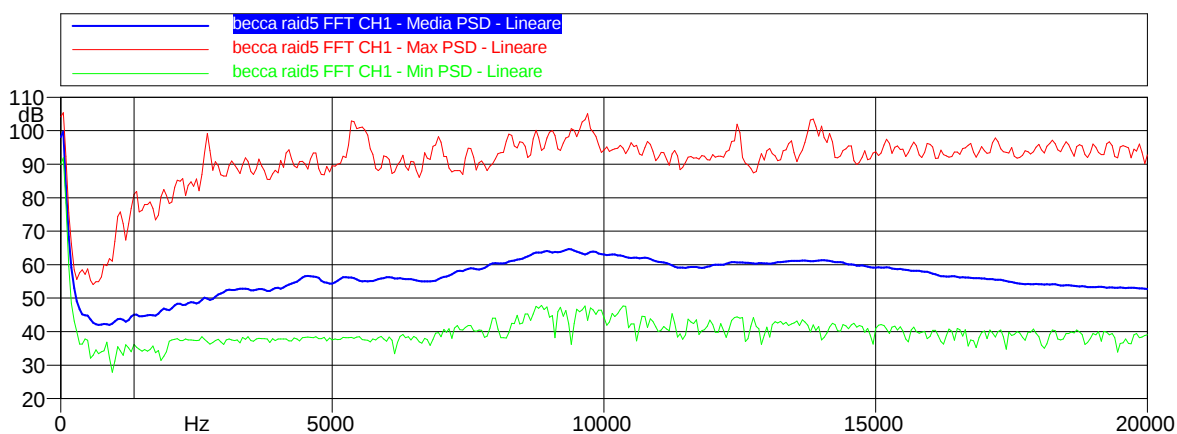
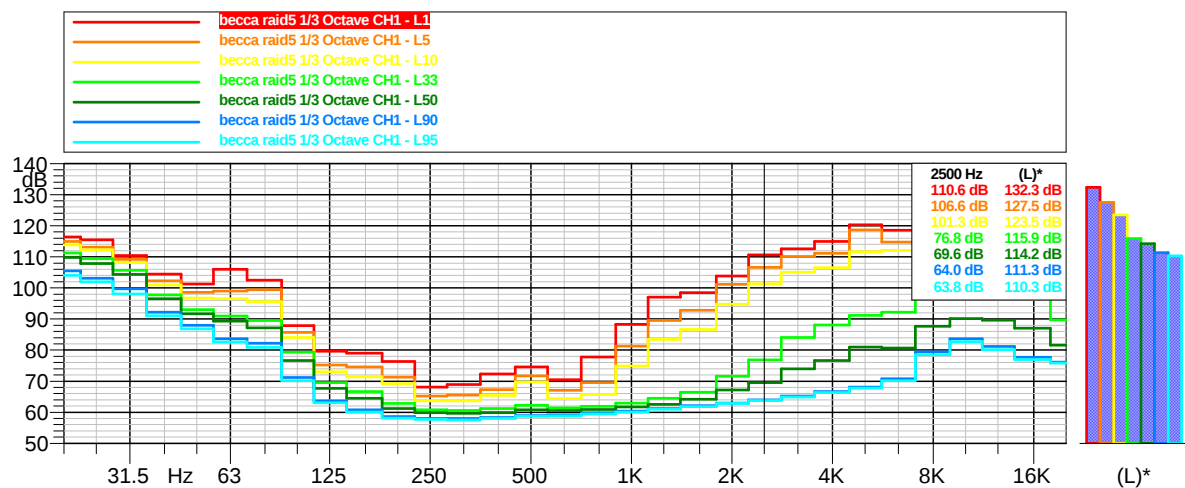
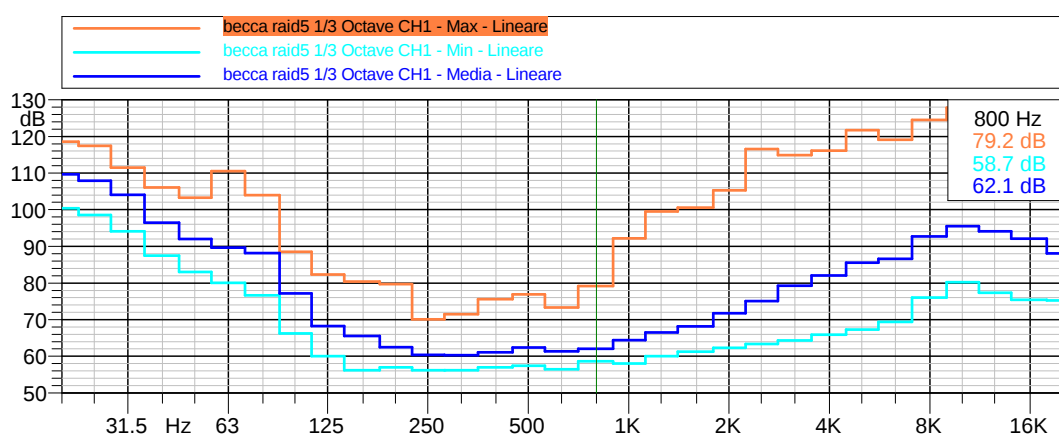


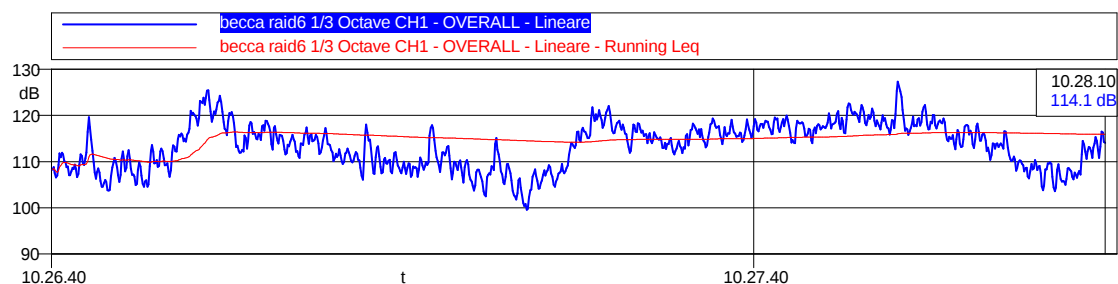
becca raid4 1/3 Octave CH1 OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:01:43.600	117.1 dB	132.4 dB	98.9 dB
Non Mascherato	00:01:43.600	117.1 dB	132.4 dB	98.9 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB



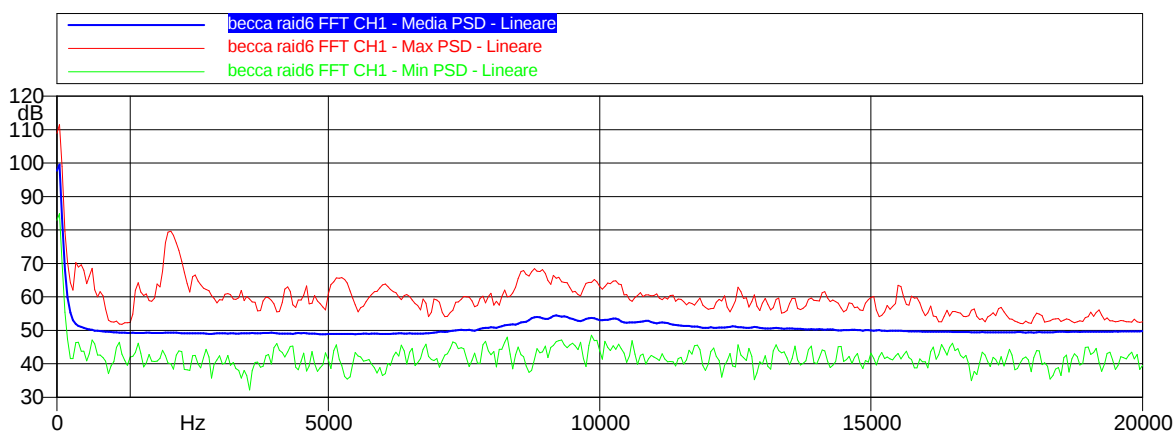
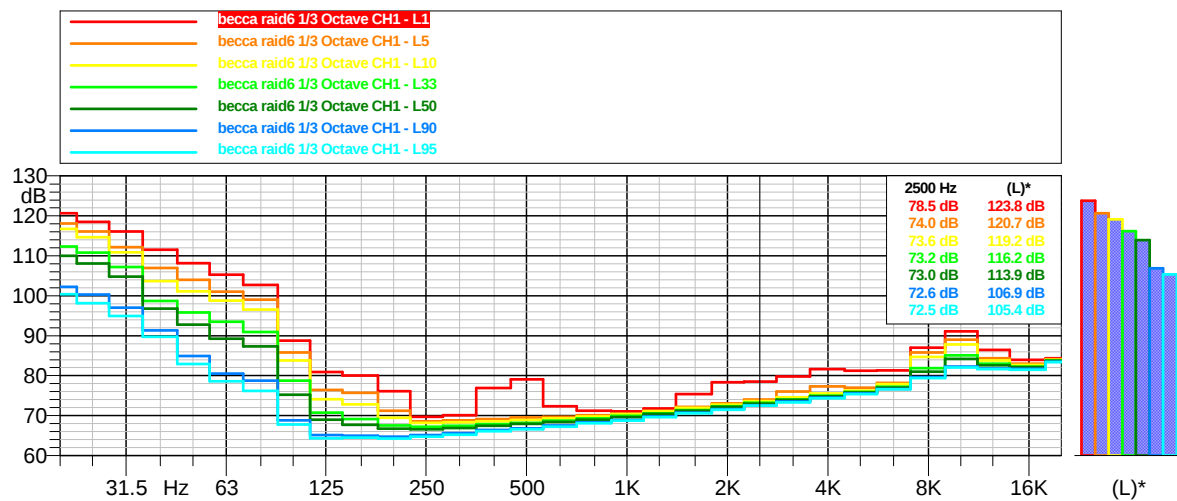
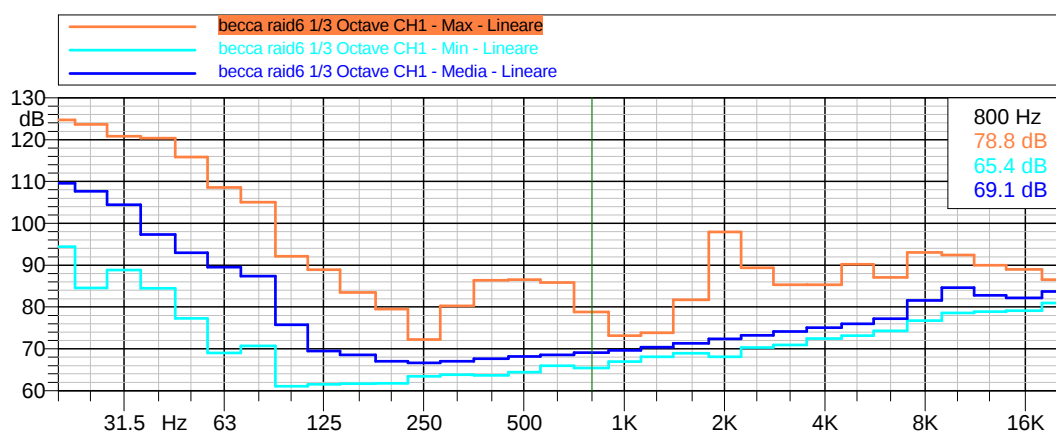


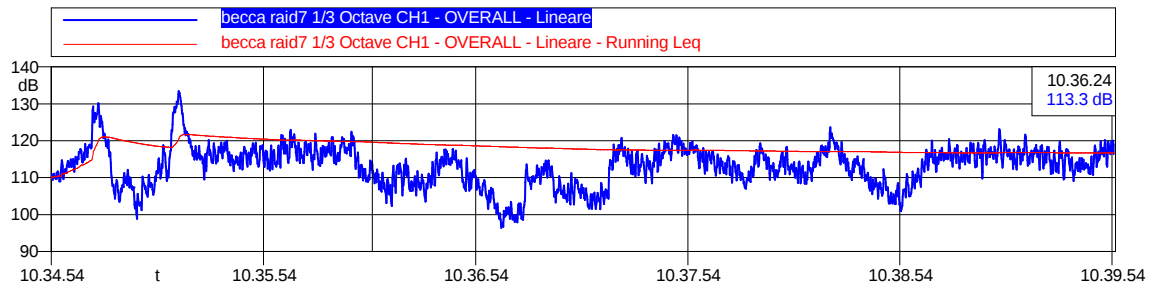
becca raid5 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:00:37.700	120.7 dB	134.4 dB	108.3 dB
Non Mascherato	00:00:37.700	120.7 dB	134.4 dB	108.3 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB



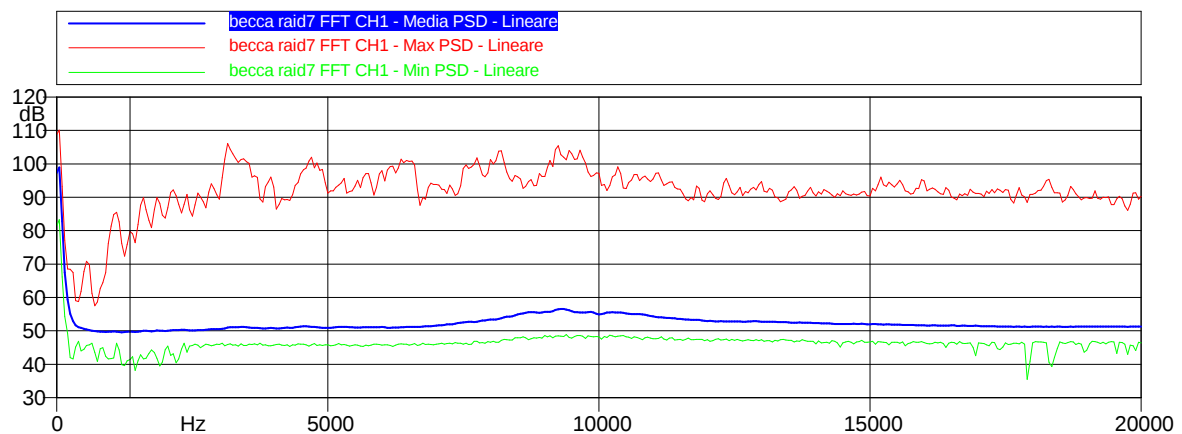
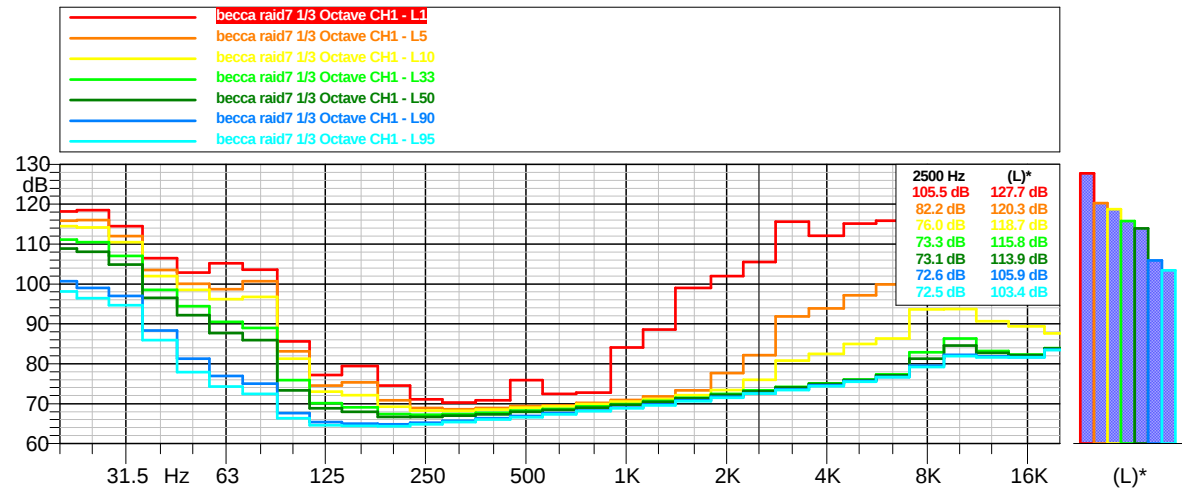
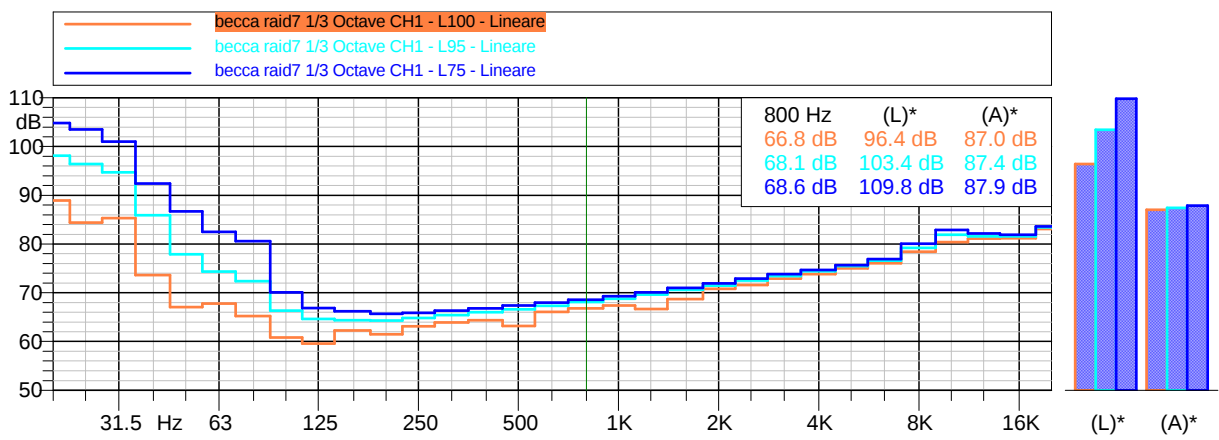


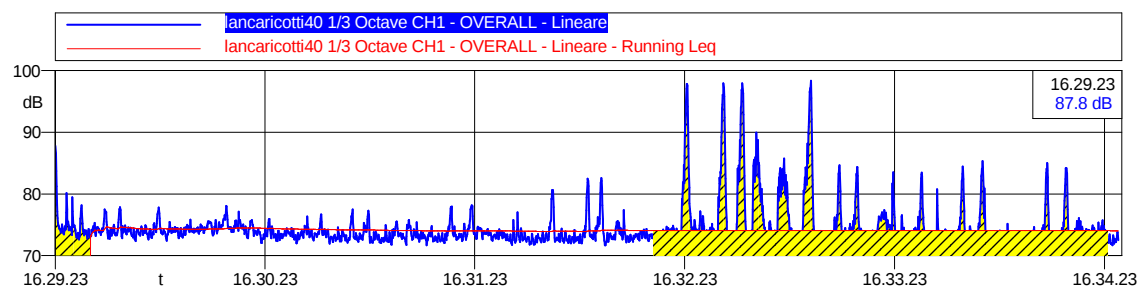
becca raid6 1/3 Octave CH1 OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:01:30	115.9 dB	127.3 dB	99.6 dB
Non Mascherato	00:01:30	115.9 dB	127.3 dB	99.6 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB



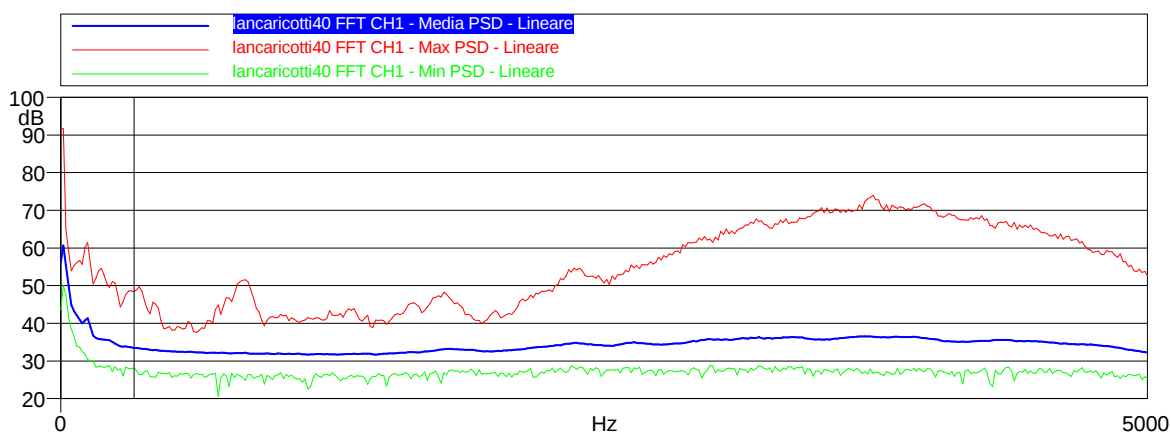
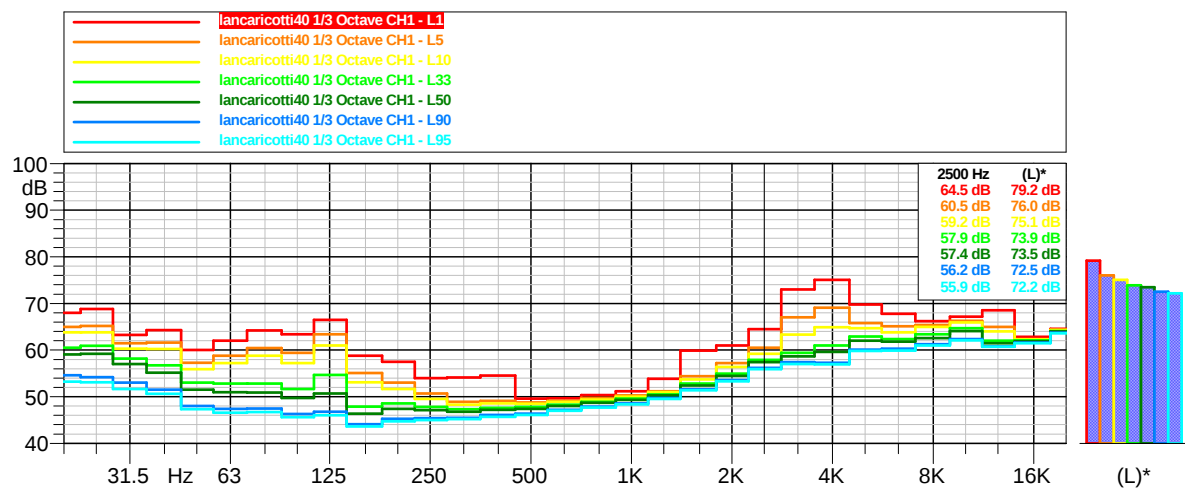
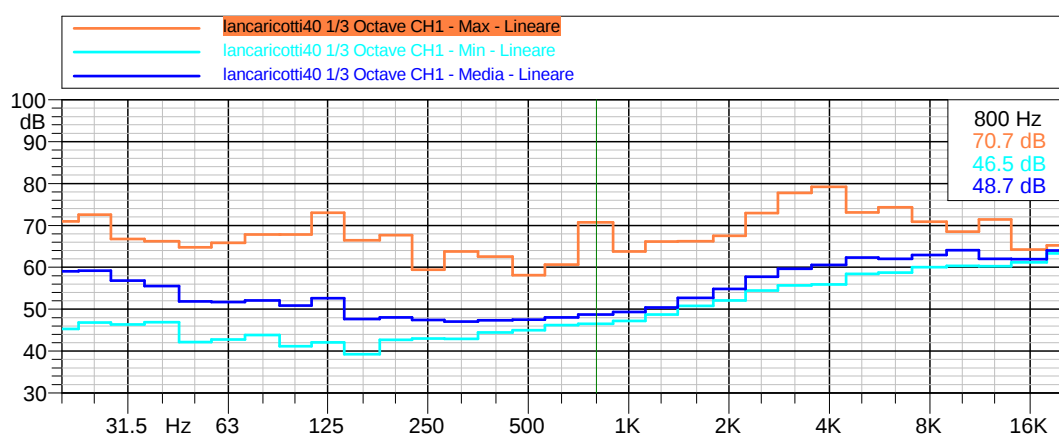


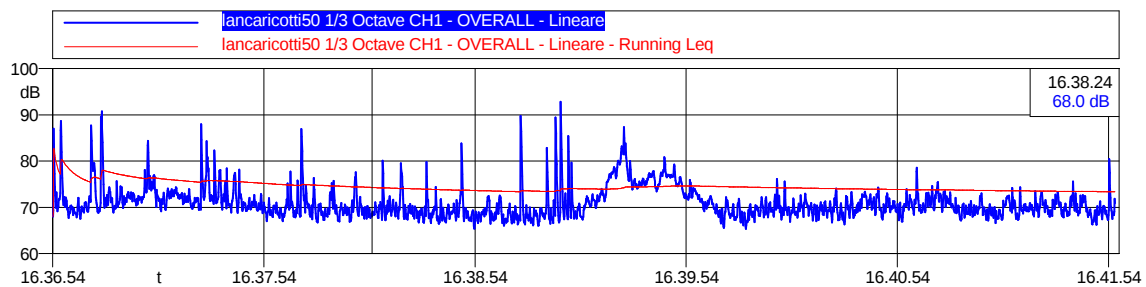
becca raid7 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:05:00.500	116.7 dB	133.5 dB	96.4 dB
Non Mascherato	00:05:00.500	116.7 dB	133.5 dB	96.4 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB



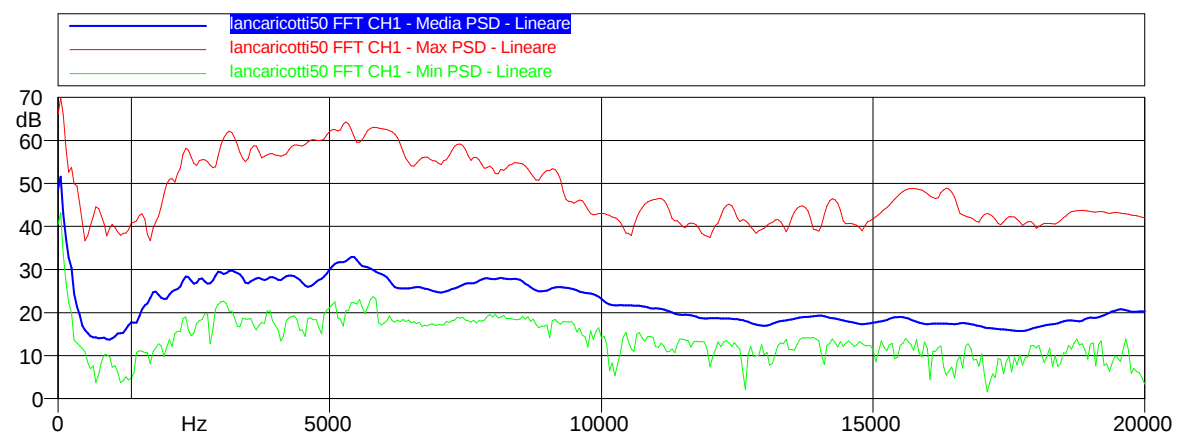
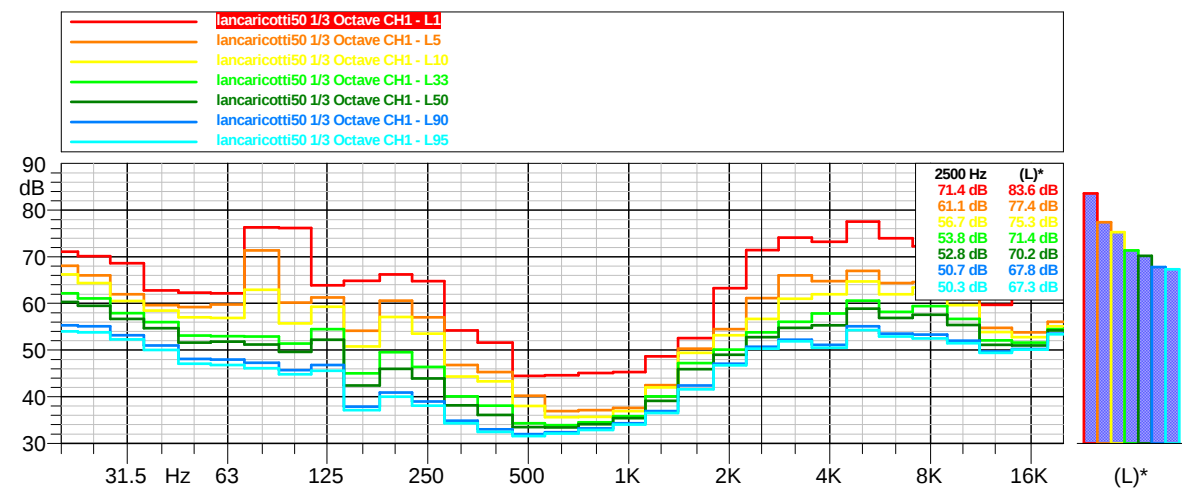
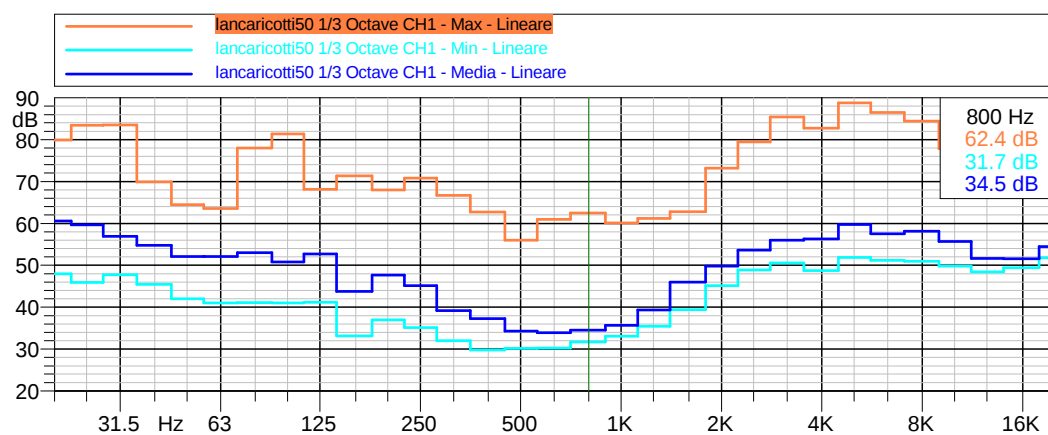


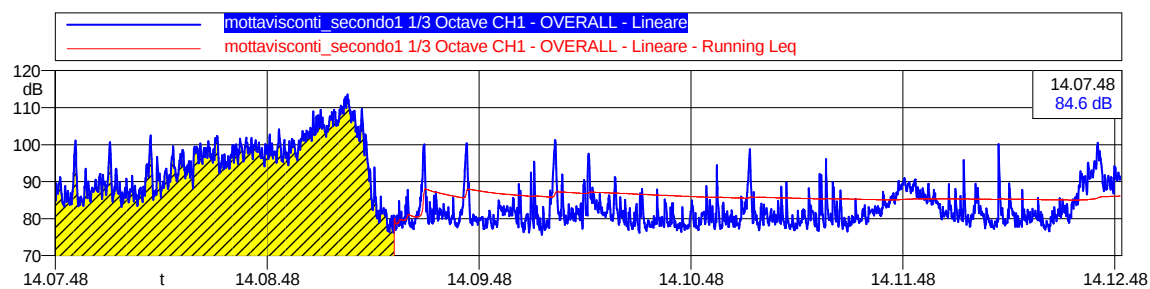
lancarcotti40 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:05:04	79.0 dB	98.4 dB	71.5 dB
Non Mascherato	00:02:44.100	74.0 dB	82.6 dB	71.7 dB
Mascherato	00:02:19.900	81.6 dB	98.4 dB	71.5 dB
Nuova Maschera 2	00:00:10	76.4 dB	87.8 dB	72.6 dB
Nuova Maschera 1	00:02:09.900	81.8 dB	98.4 dB	71.5 dB



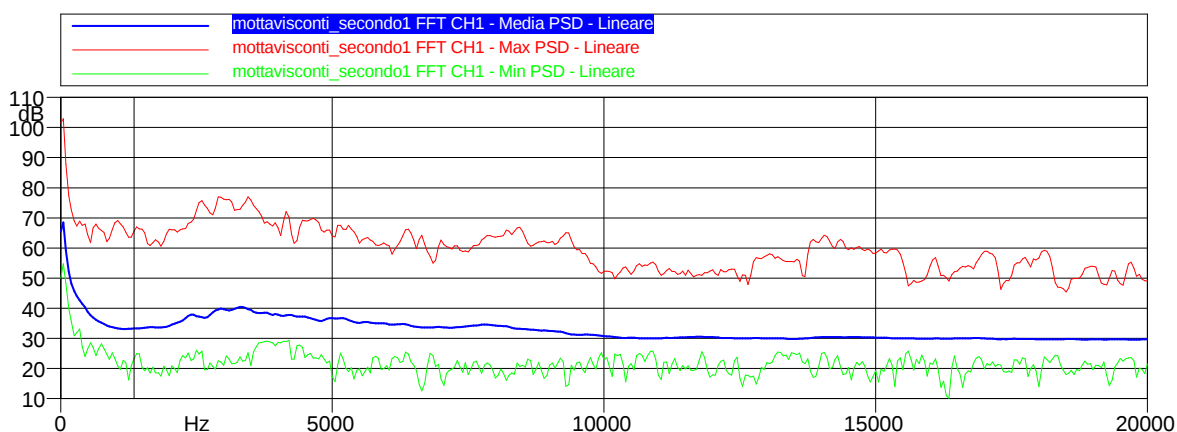
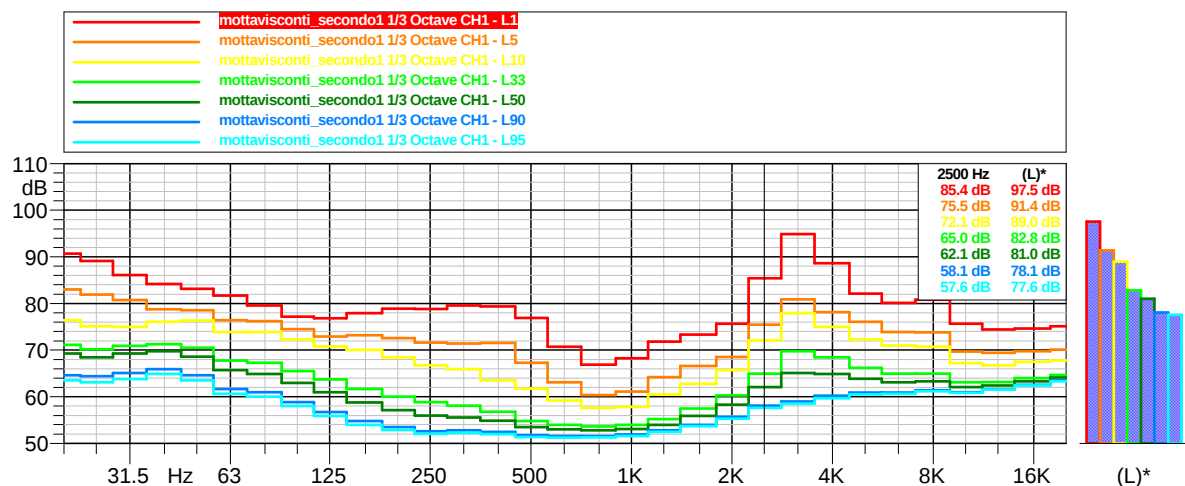
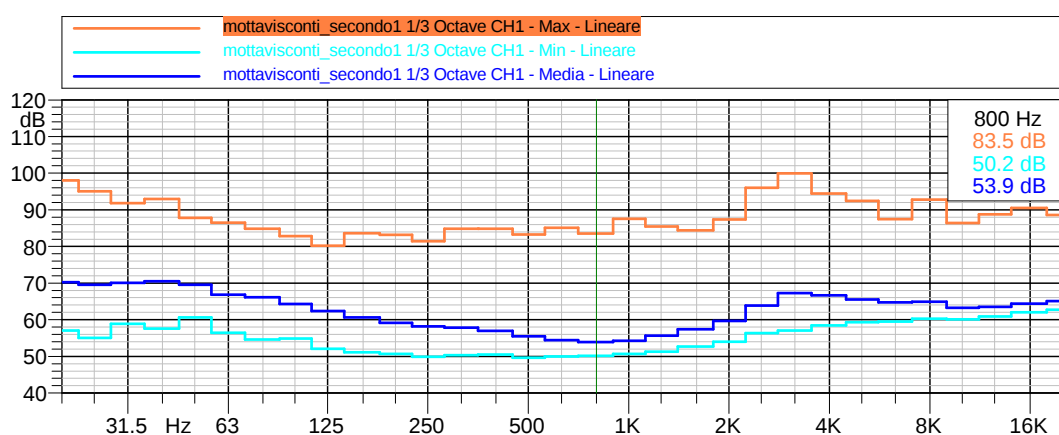


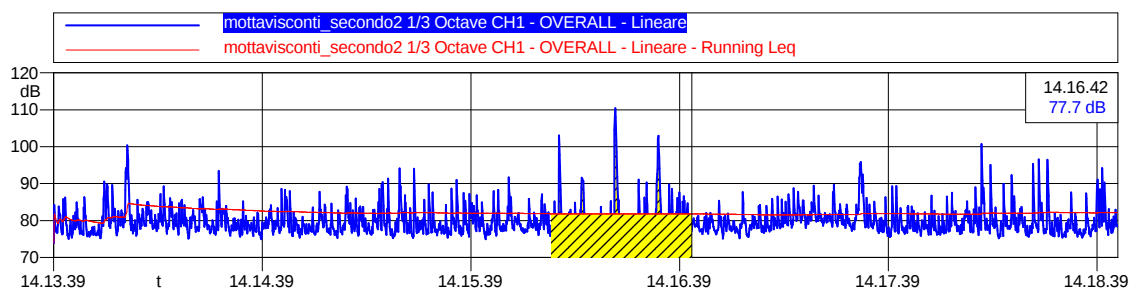
lancarcotti50 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:05:01.800	73.4 dB	92.8 dB	65.3 dB
Non Mascherato	00:05:01.800	73.4 dB	92.8 dB	65.3 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB



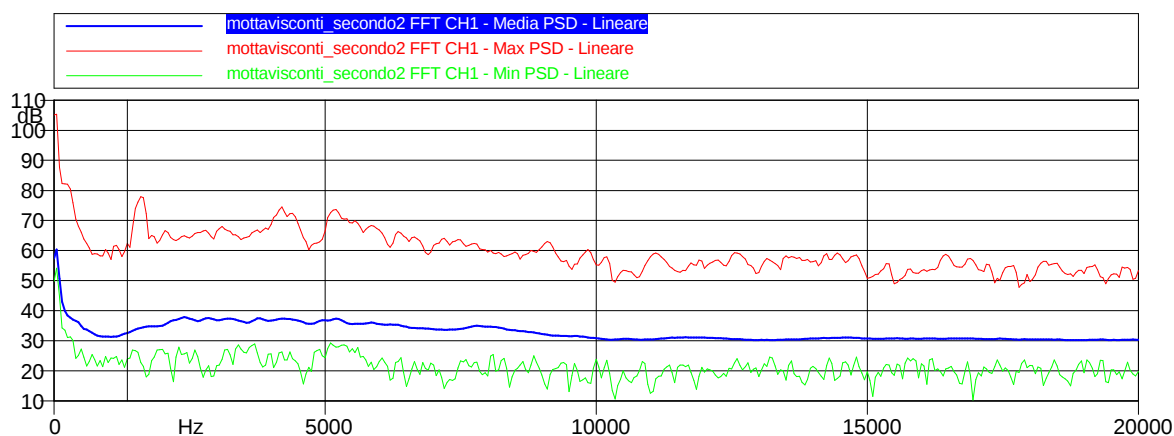
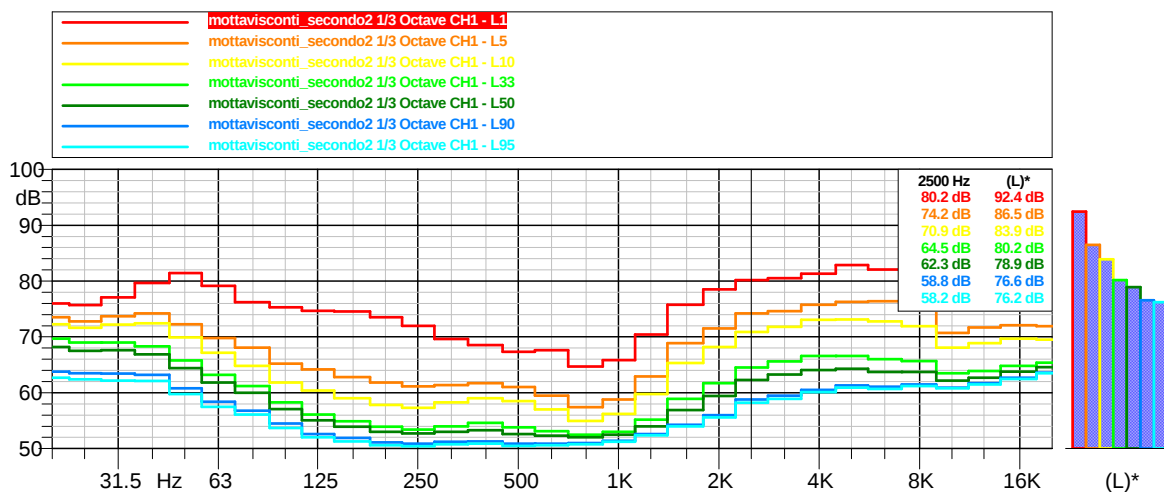
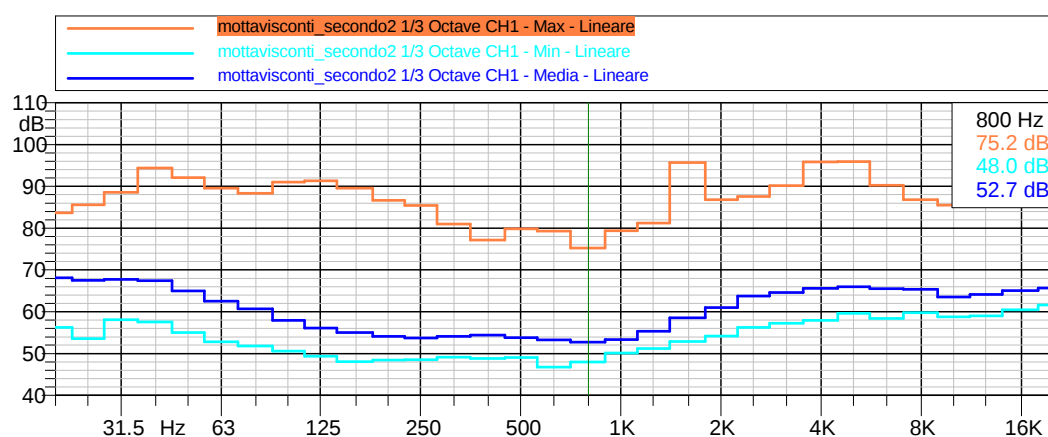


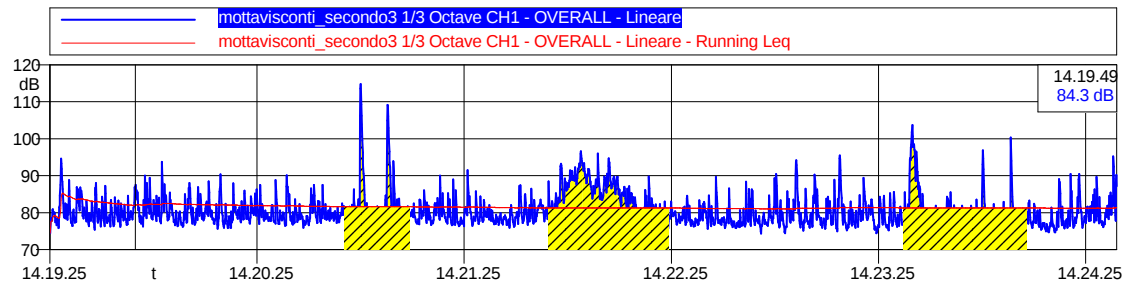
mottavisconti_secondo1 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:05:01.500	96.3 dB	113.6 dB	75.7 dB
Non Mascherato	00:03:25.600	86.1 dB	101.2 dB	75.7 dB
Mascherato	00:01:35.900	101.0 dB	113.6 dB	76.1 dB
Nuova Maschera 1	00:01:35.900	101.0 dB	113.6 dB	76.1 dB



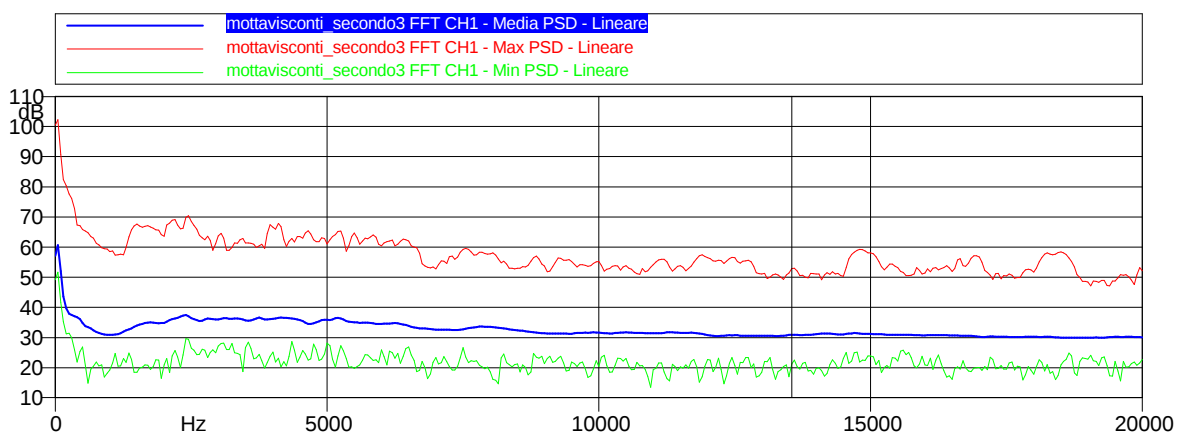
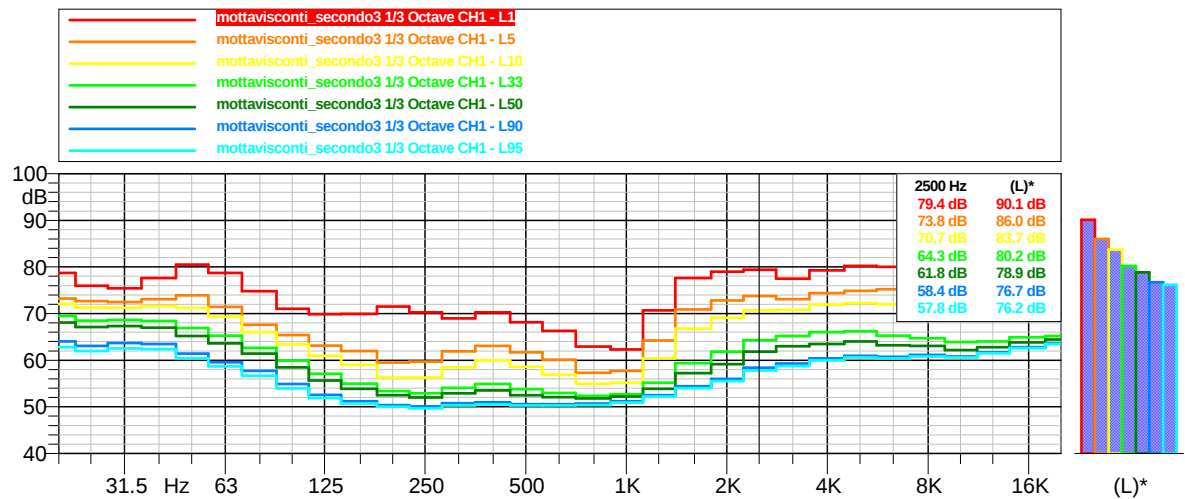
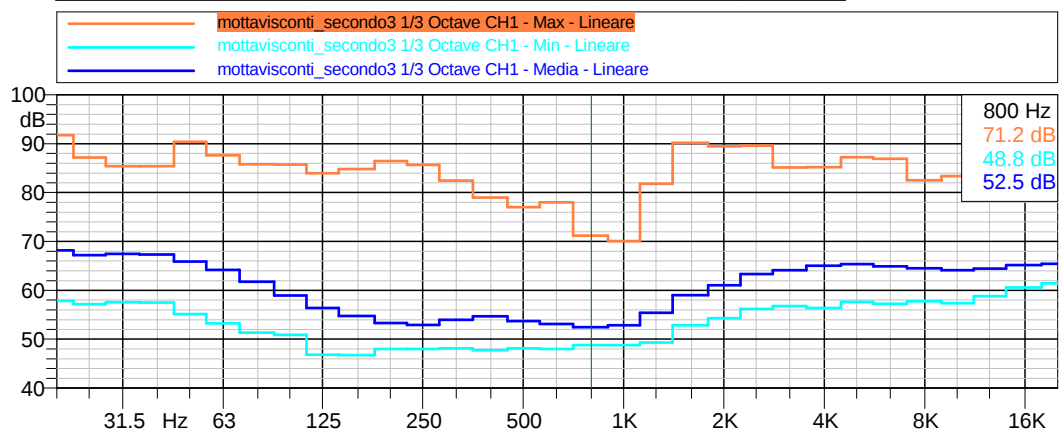


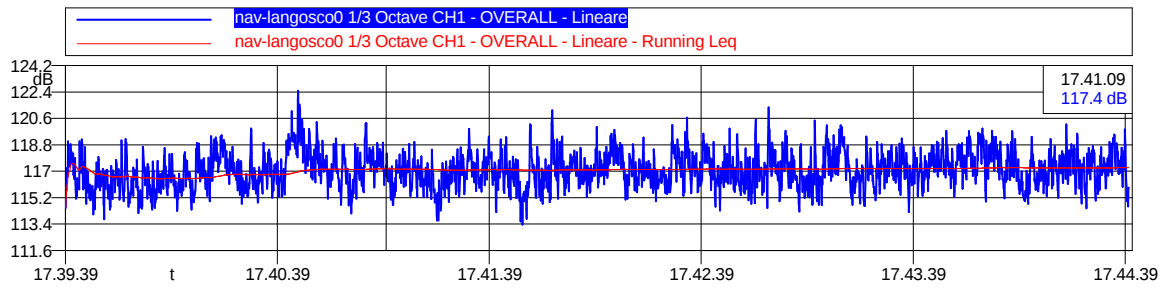
mottavisconti_secondo2 1/3 Octave CH1 OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:05:05.900	84.8 dB	110.4 dB	73.9 dB
Non Mascherato	00:04:25.500	82.2 dB	100.7 dB	73.9 dB
Mascherato	00:00:40.400	90.9 dB	110.4 dB	75.2 dB
Nuova Maschera 1	00:00:40.400	90.9 dB	110.4 dB	75.2 dB



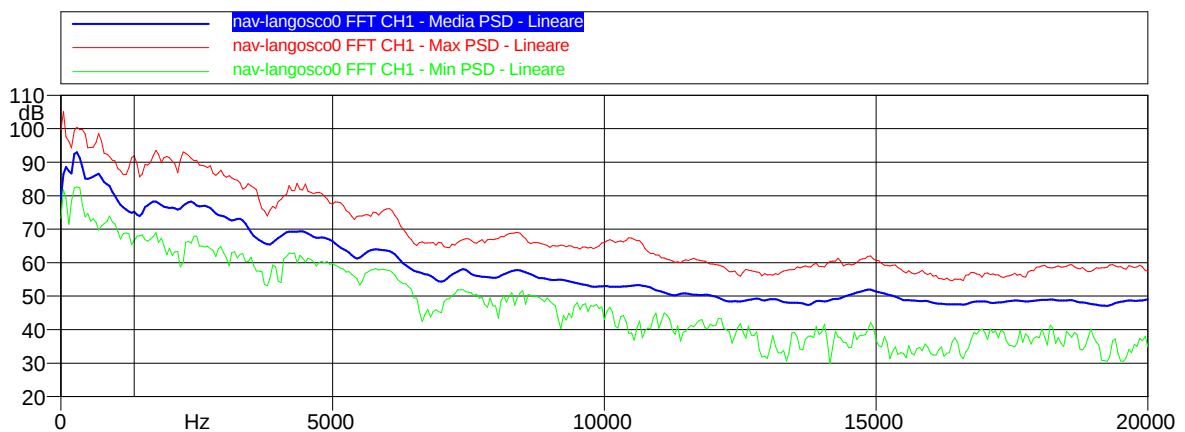
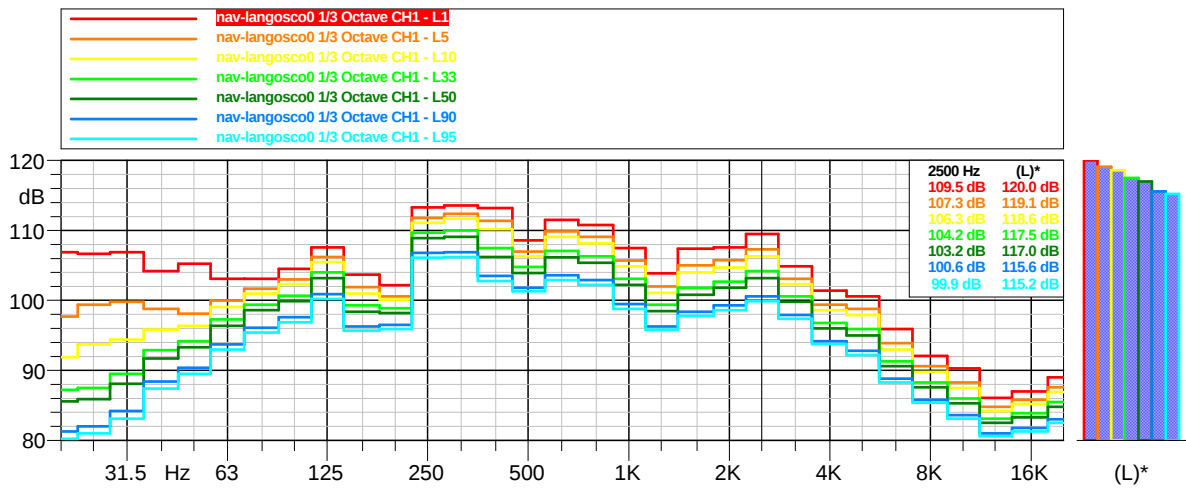
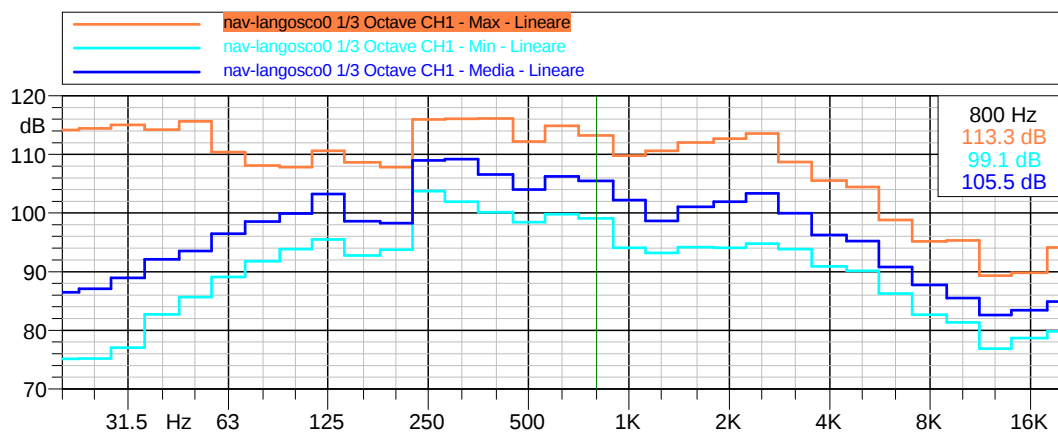


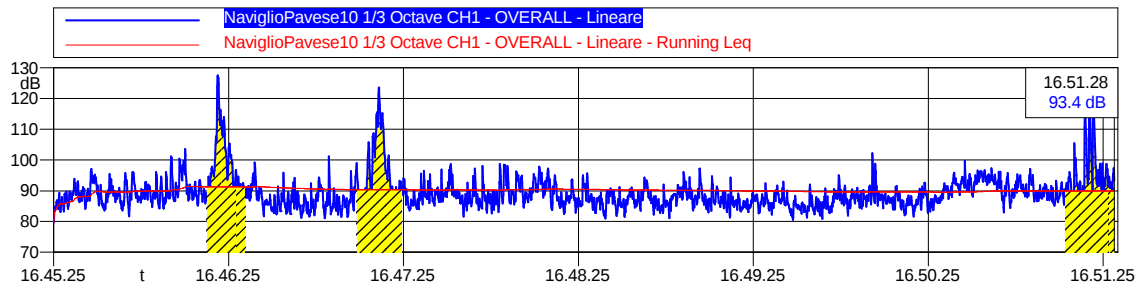
mottavisconti_secondo3 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:05:09	87.9 dB	114.8 dB	74.0 dB
Non Mascherato	00:03:39.500	81.4 dB	95.5 dB	74.3 dB
Mascherato	00:01:29.500	92.5 dB	114.8 dB	74.0 dB
Nuova Maschera 1	00:00:18.900	98.1 dB	114.8 dB	76.5 dB
Nuova Maschera 2	00:00:34.900	87.5 dB	96.7 dB	75.5 dB
Nuova Maschera 3	00:00:35.700	87.5 dB	103.7 dB	74.0 dB



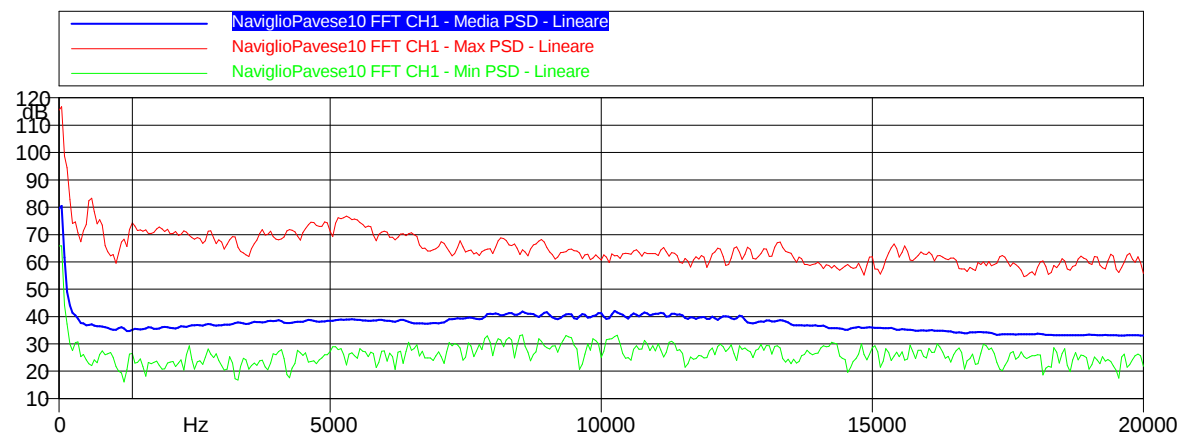
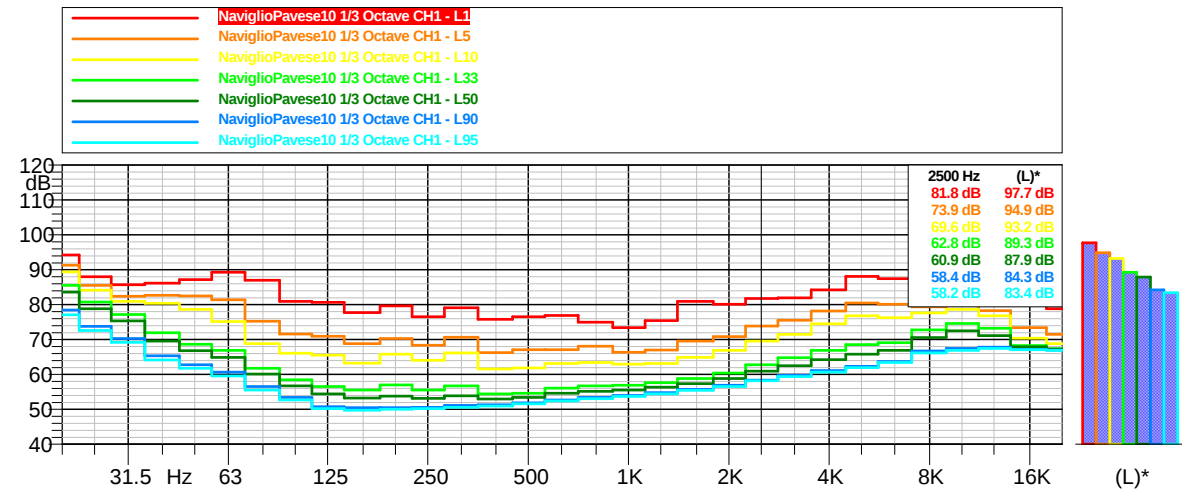
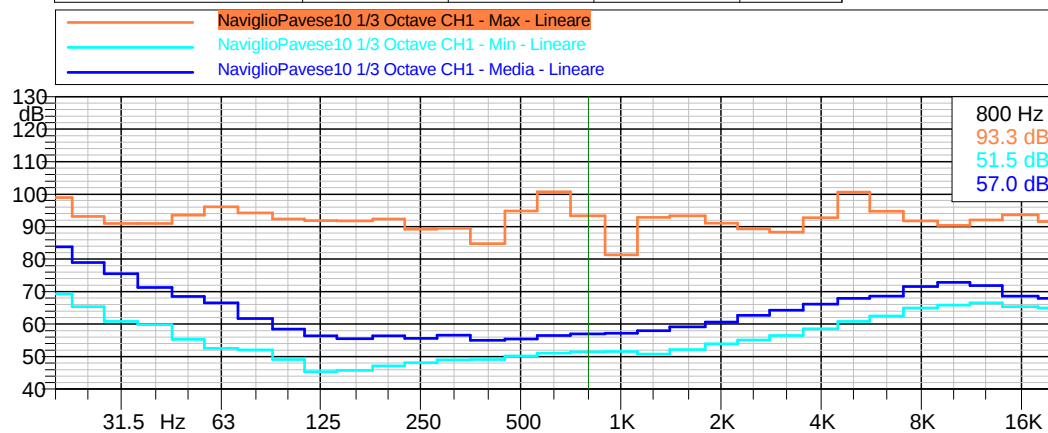


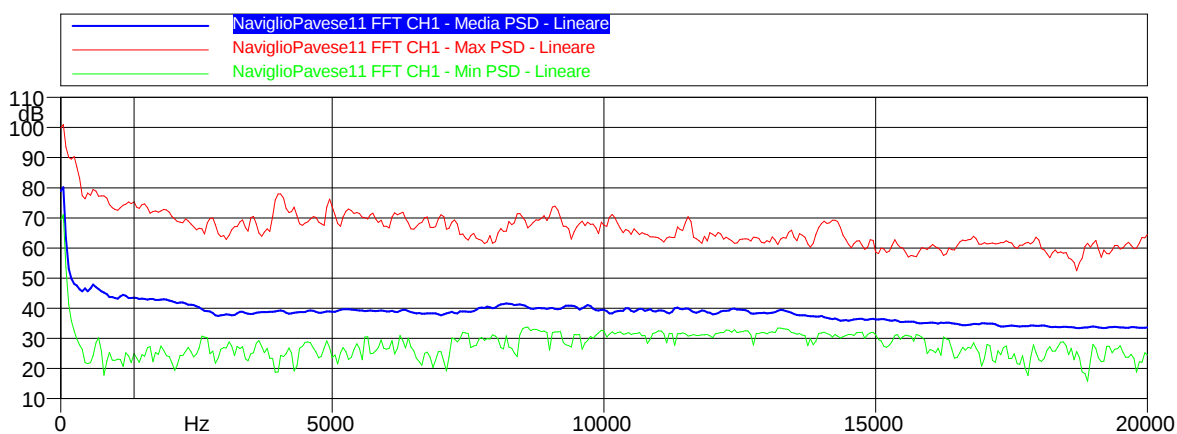
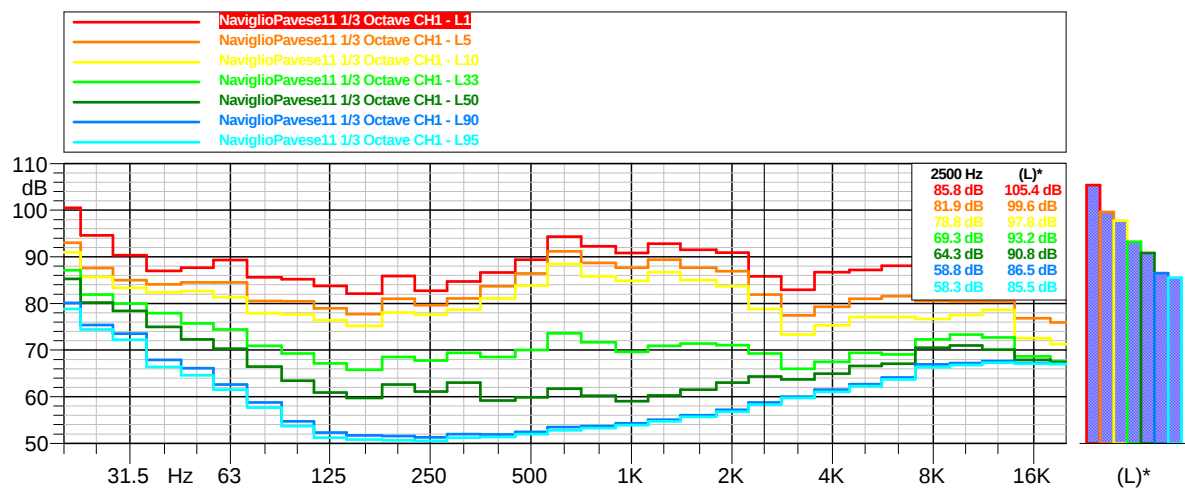
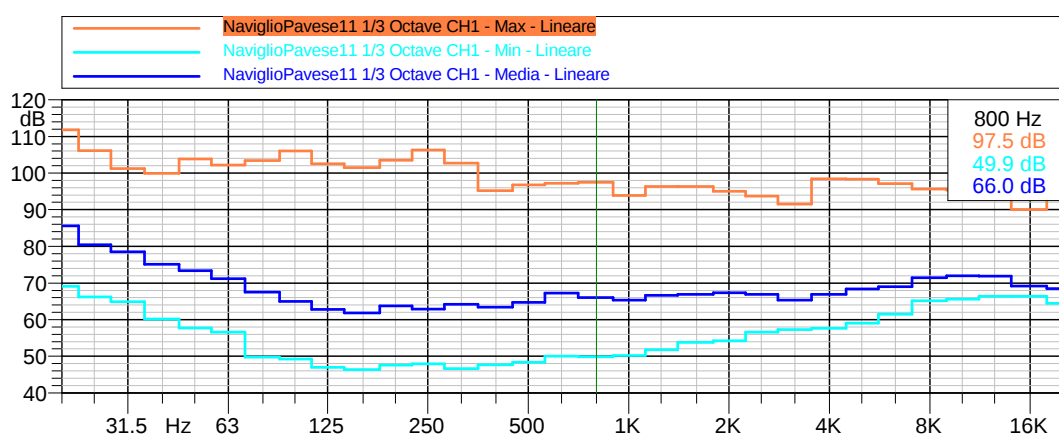
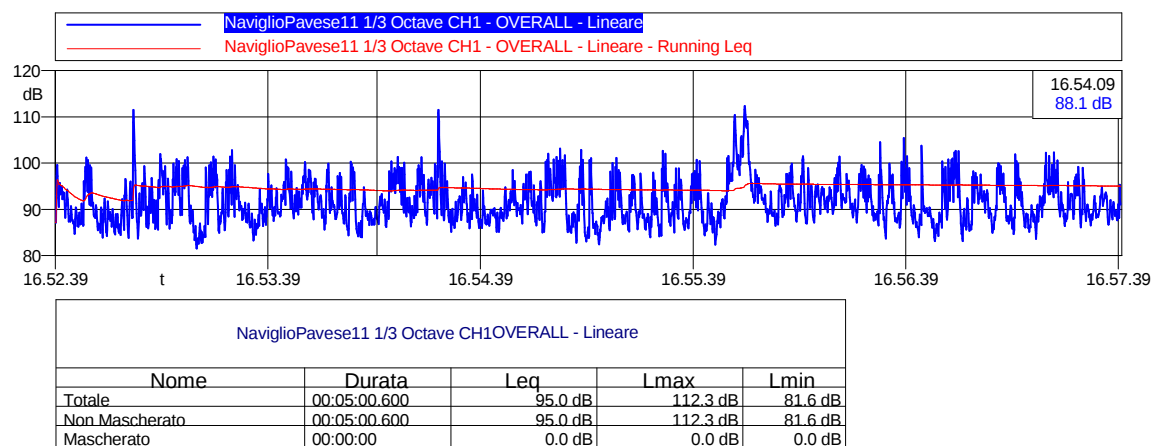
nav-langosco0 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:05:01	117.2 dB	122.5 dB	113.4 dB
Non Mascherato	00:05:01	117.2 dB	122.5 dB	113.4 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB

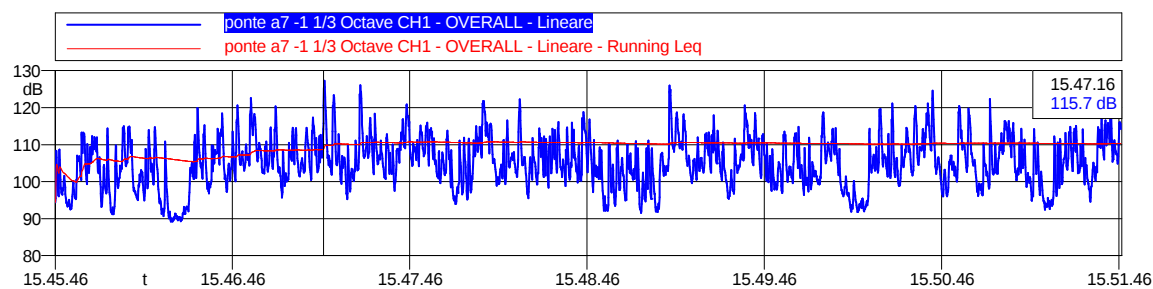




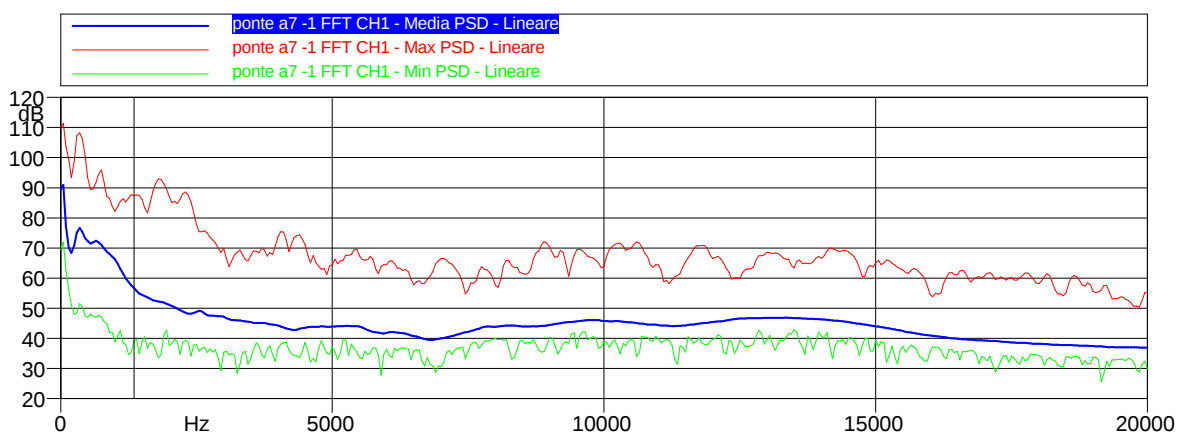
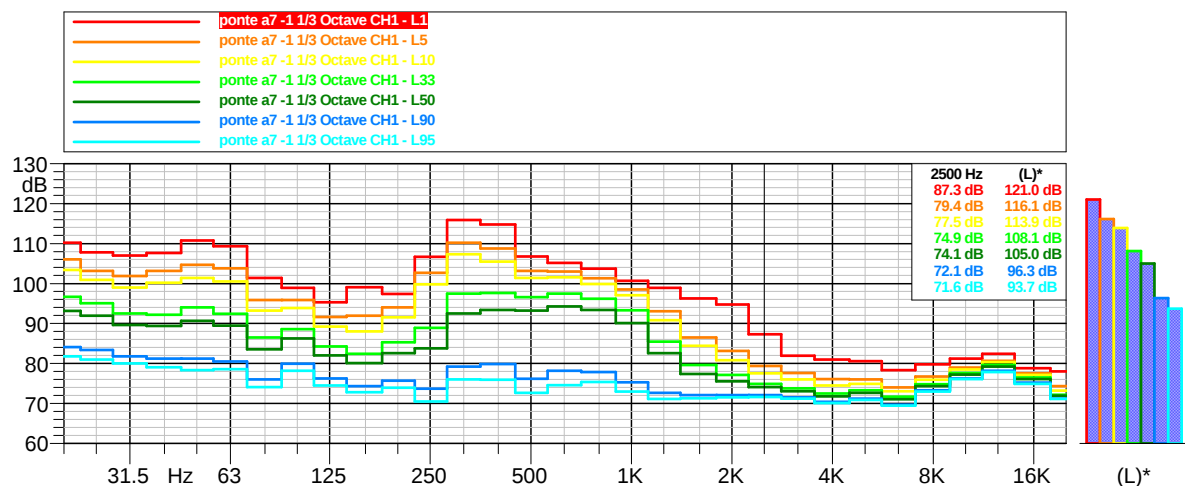
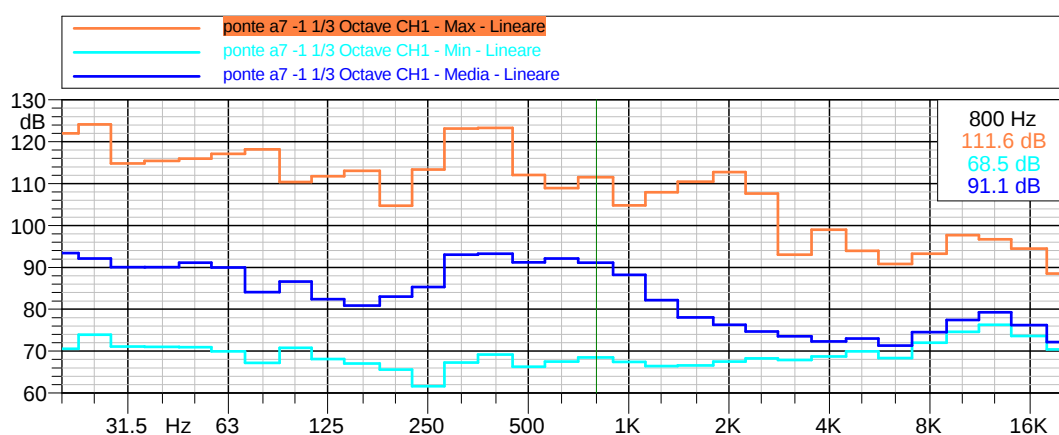
NaviglioPavese10 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:06:03.800	101.9 dB	127.4 dB	79.8 dB
Non Mascherato	00:05:18.200	90.0 dB	103.6 dB	79.8 dB
Mascherato	00:00:45.600	110.7 dB	127.4 dB	83.1 dB
Nuova Maschera 1	00:00:13.200	113.8 dB	127.4 dB	86.1 dB
Nuova Maschera 2	00:00:15.500	109.8 dB	123.6 dB	83.1 dB
Nuova Maschera 3	00:00:16.900	106.3 dB	119.0 dB	84.6 dB

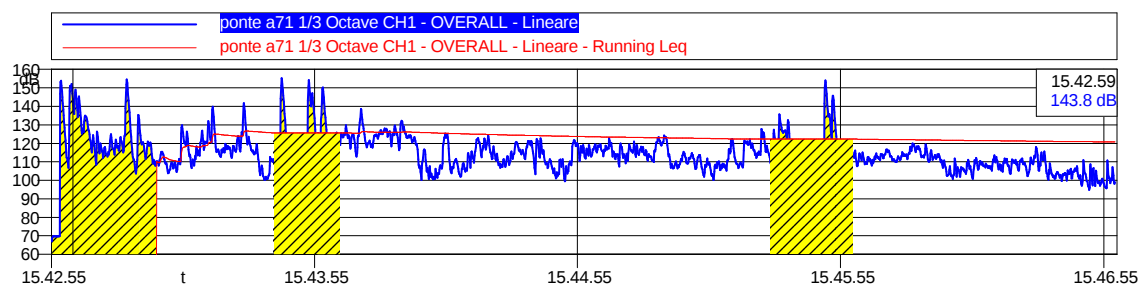






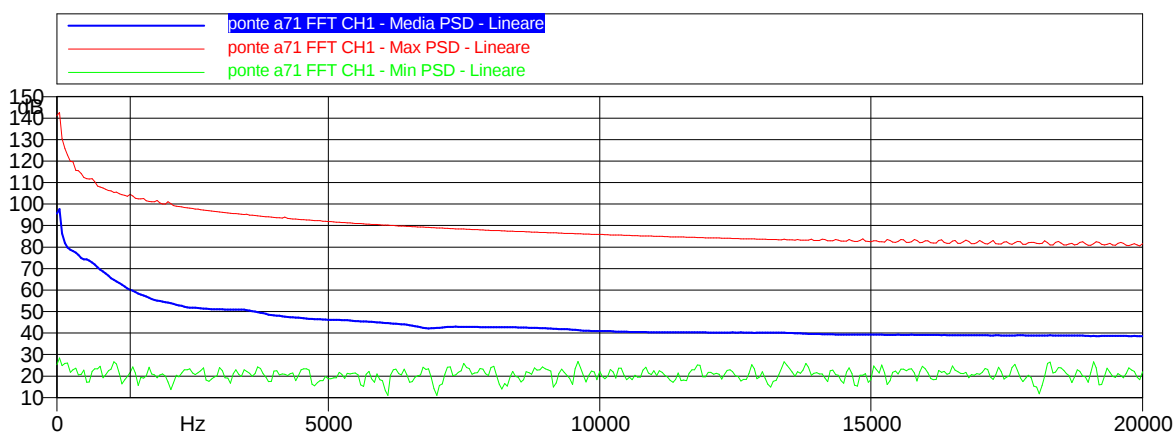
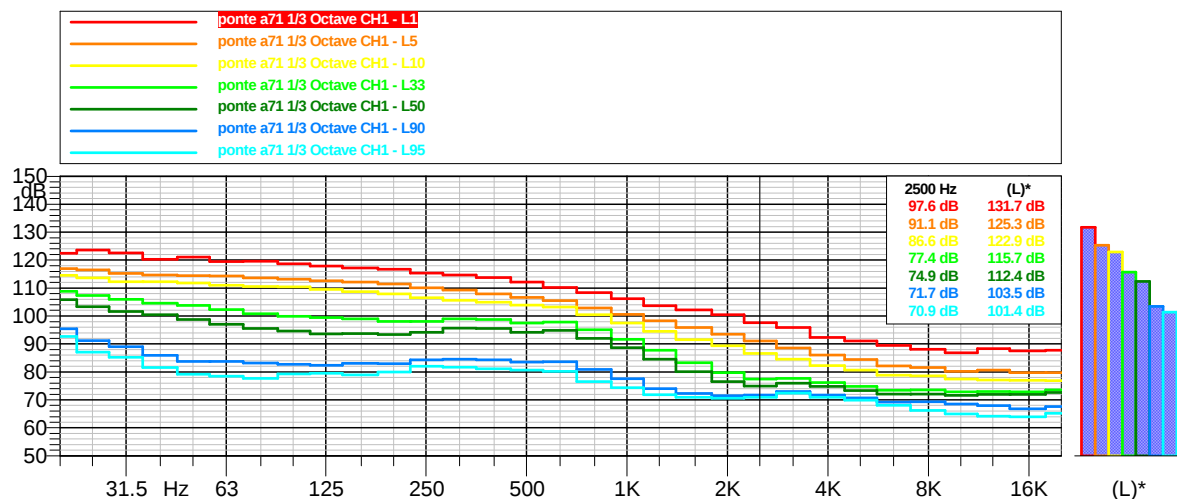
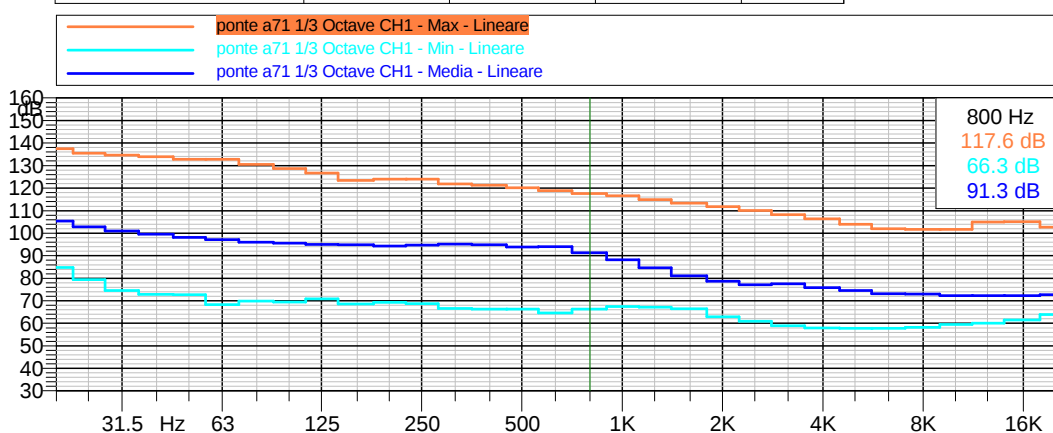
ponete a7 -1 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:06:00.600	110.4 dB	127.3 dB	89.2 dB
Non Mascherato	00:06:00.600	110.4 dB	127.3 dB	89.2 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB

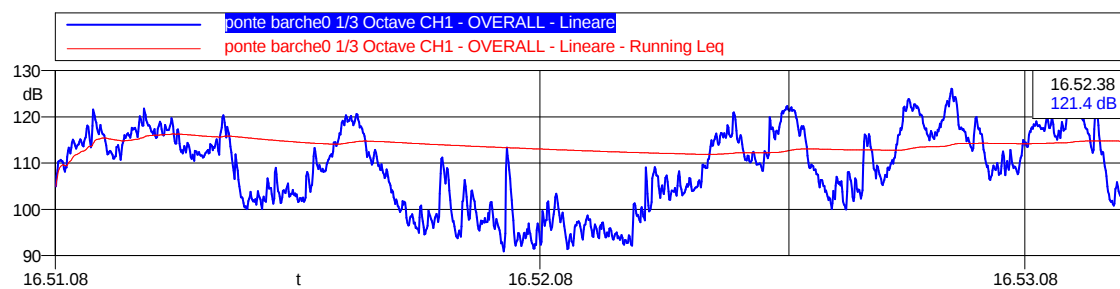




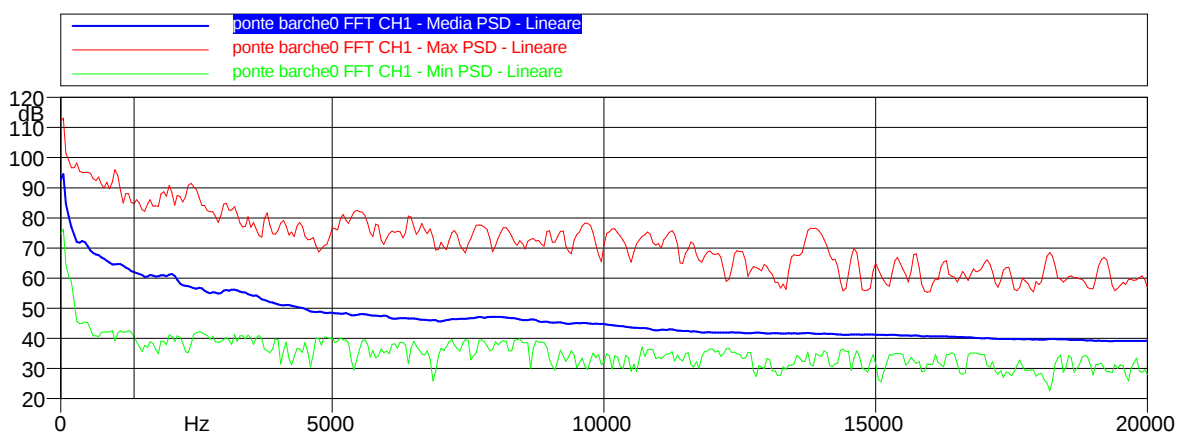
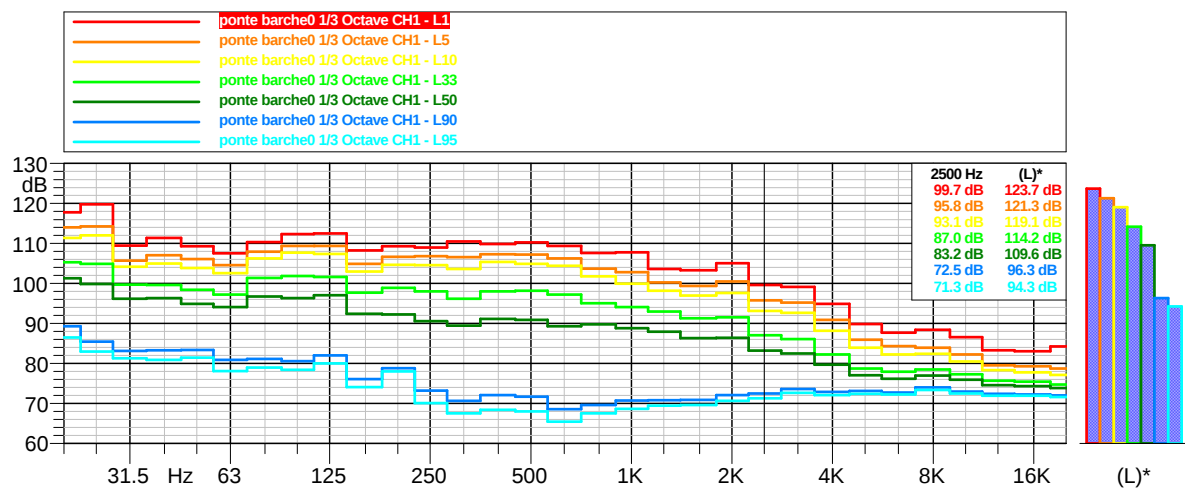
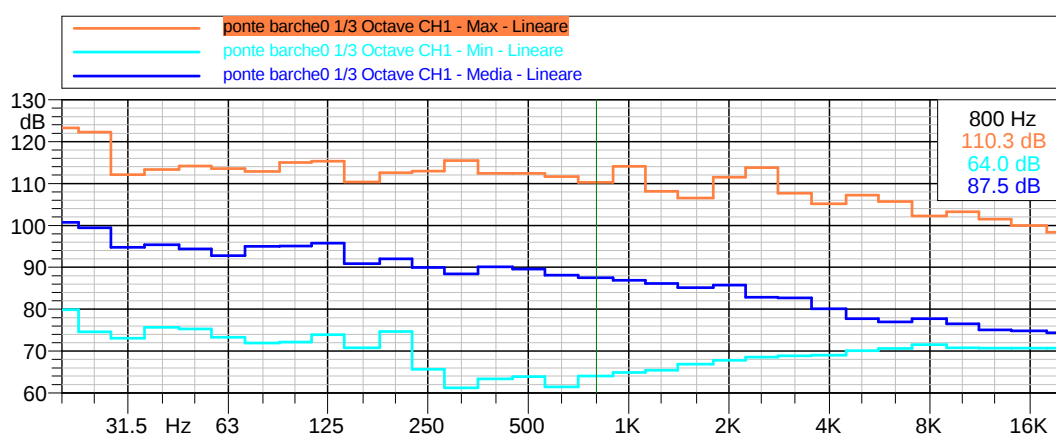
ponte a71 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare

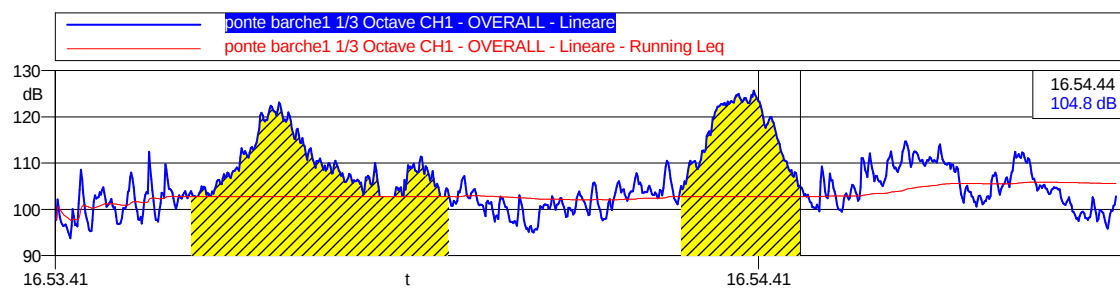
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:04:02.600	134.2 dB	155.1 dB	66.9 dB
Non Mascherato	00:03:04.600	120.7 dB	141.8 dB	94.8 dB
Mascherato	00:00:58	140.3 dB	155.1 dB	66.9 dB
Nuova Maschera 1	00:00:23.900	140.7 dB	154.5 dB	66.9 dB
Nuova Maschera 3	00:00:15.200	142.0 dB	155.1 dB	69.9 dB
Nuova Maschera 2	00:00:18.900	136.9 dB	154.0 dB	69.7 dB



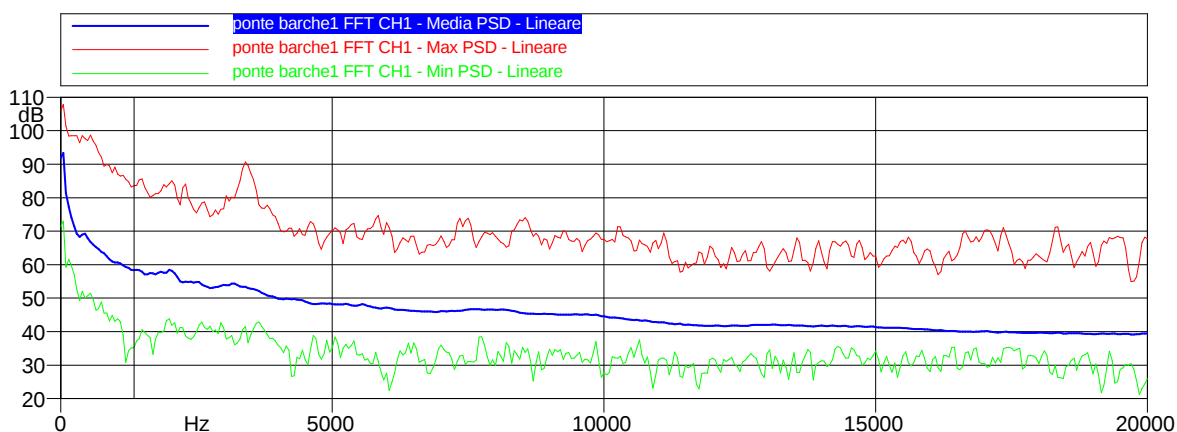
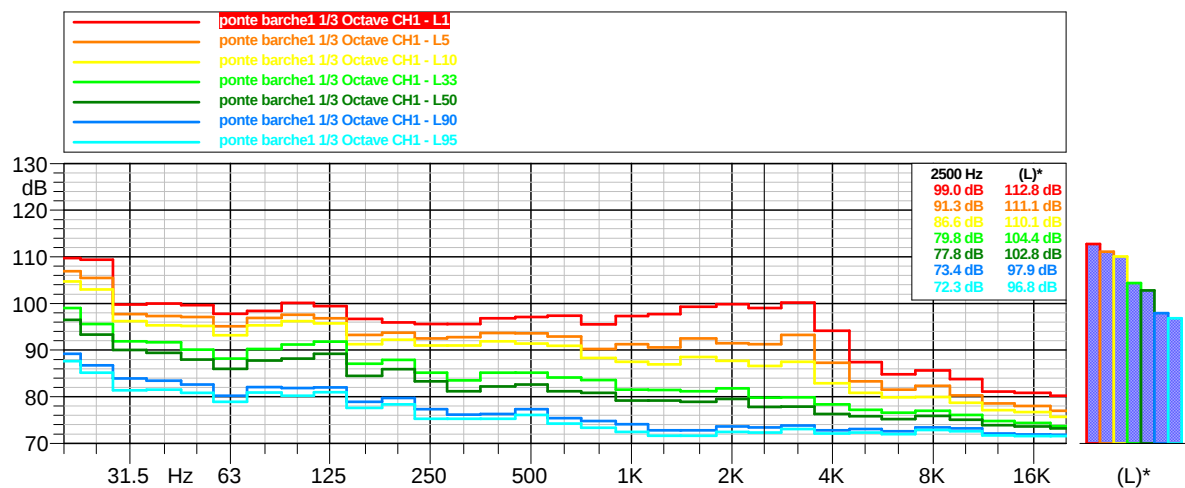
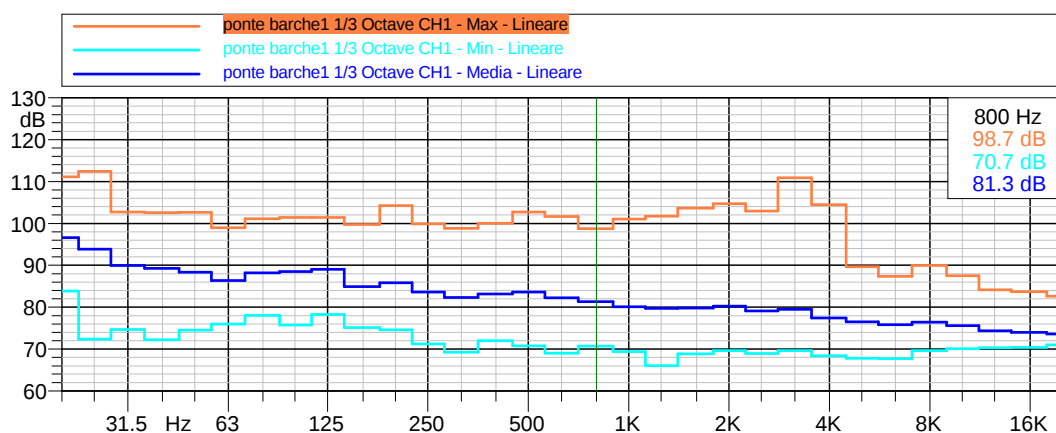


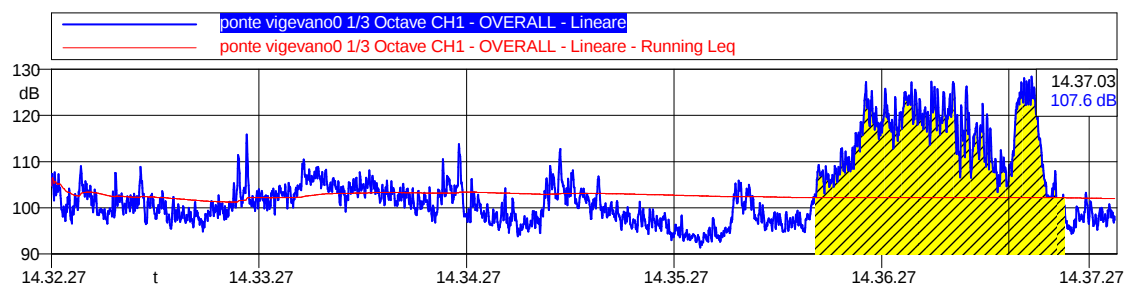
ponte barche0 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:02:11.800	114.7 dB	126.0 dB	90.9 dB
Non Mascherato	00:02:11.800	114.7 dB	126.0 dB	90.9 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB





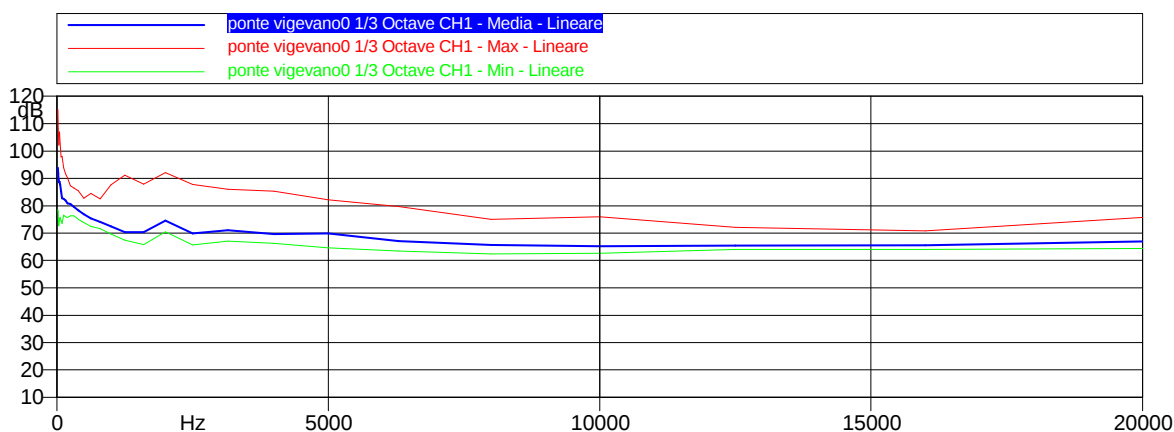
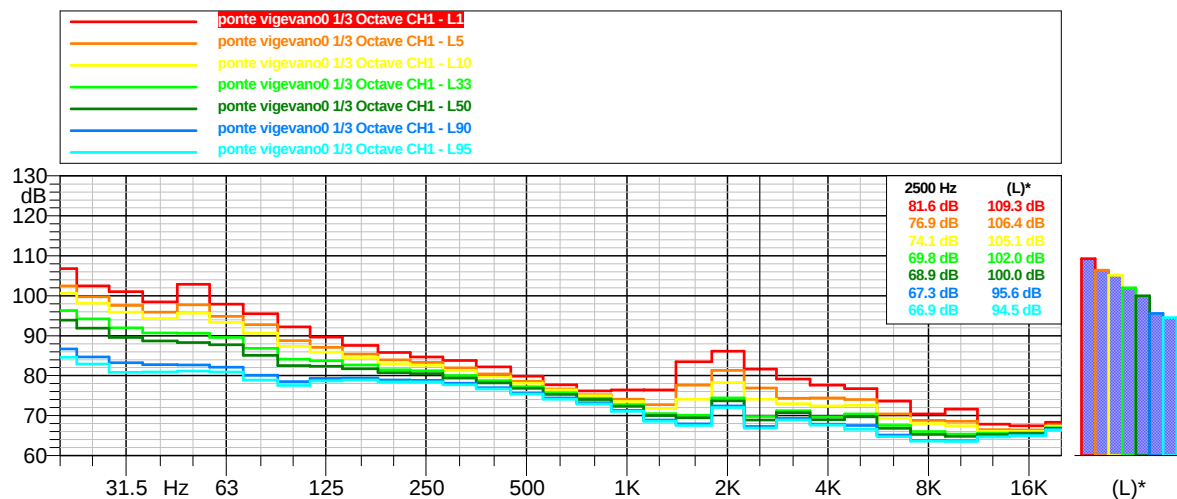
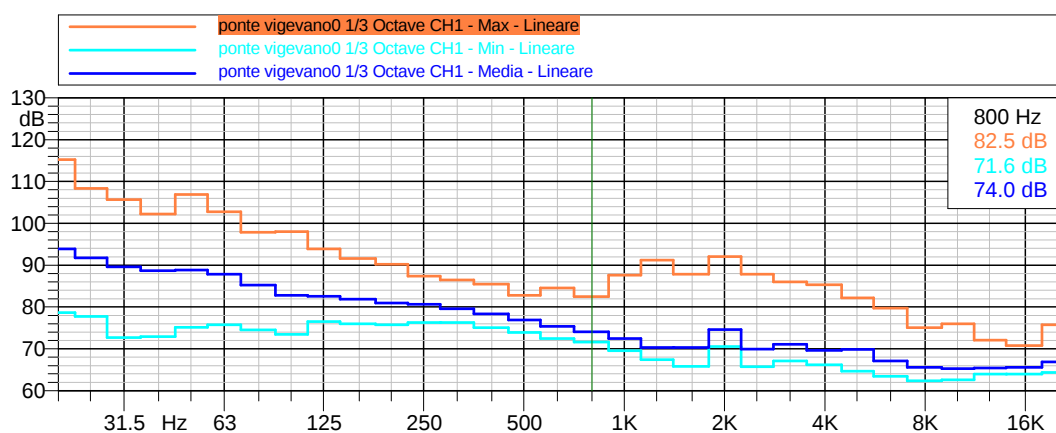
ponte barche1 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:01:30.500	112.9 dB	125.6 dB	93.8 dB
Non Mascherato	00:00:58.300	105.6 dB	114.6 dB	93.8 dB
Mascherato	00:00:32.200	116.9 dB	125.6 dB	98.1 dB
Nuova Maschera 1	00:00:22	113.5 dB	123.1 dB	98.1 dB
Nuova Maschera 2	00:00:10.200	120.3 dB	125.6 dB	104.3 dB

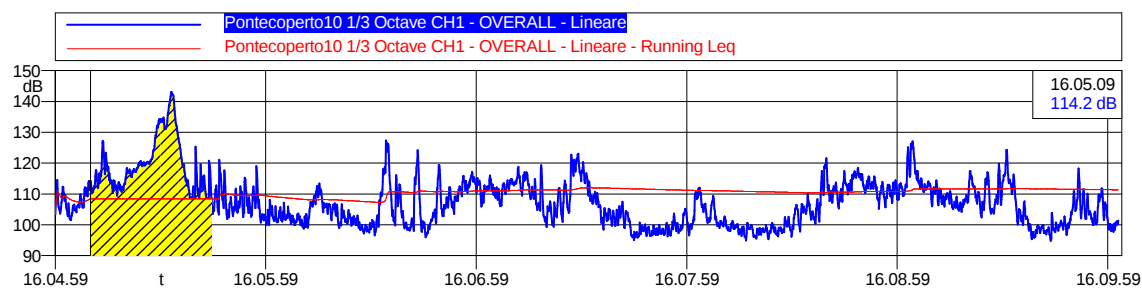




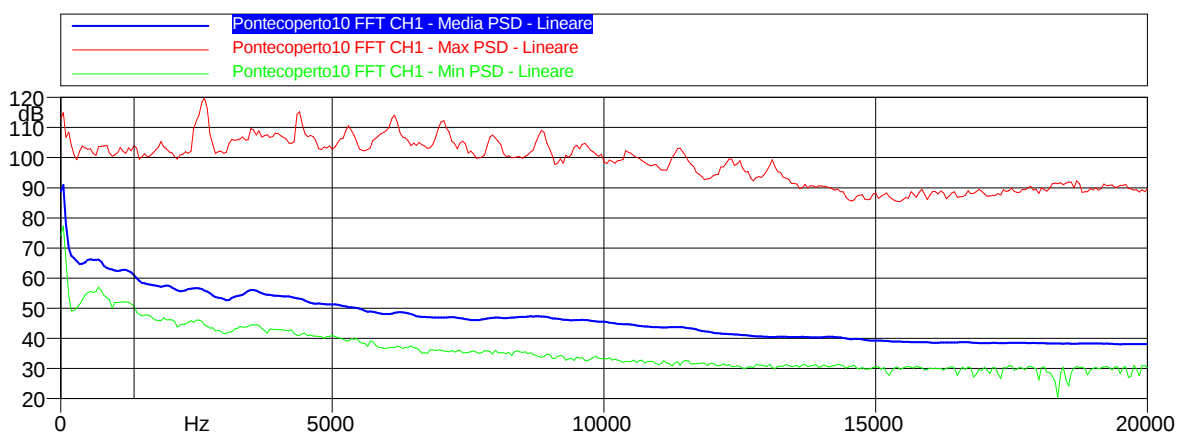
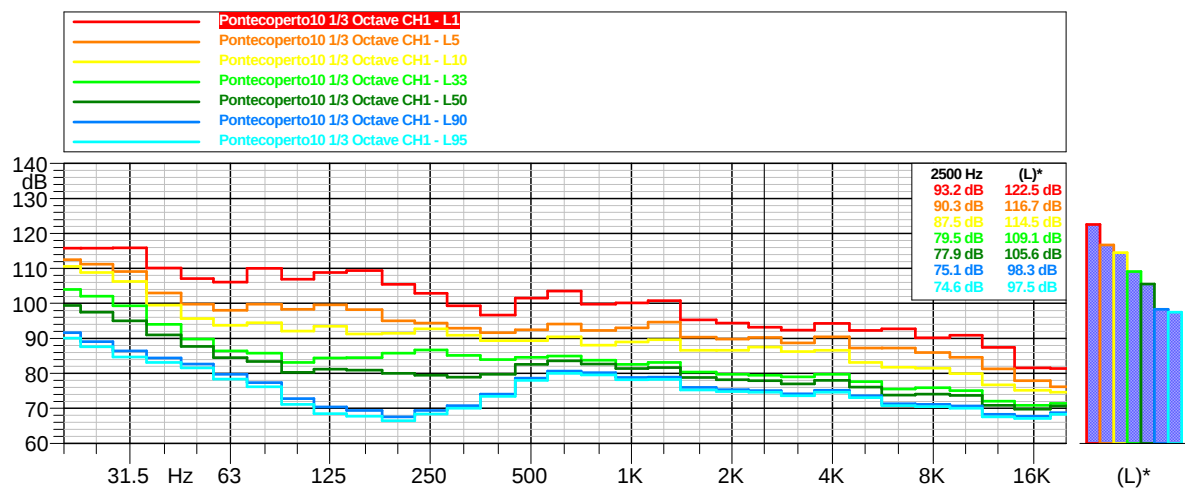
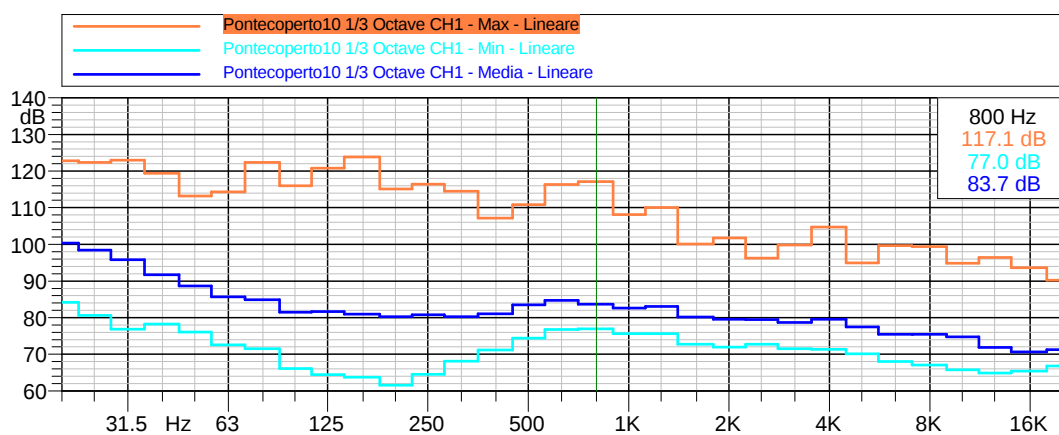
ponte vigevano0 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare

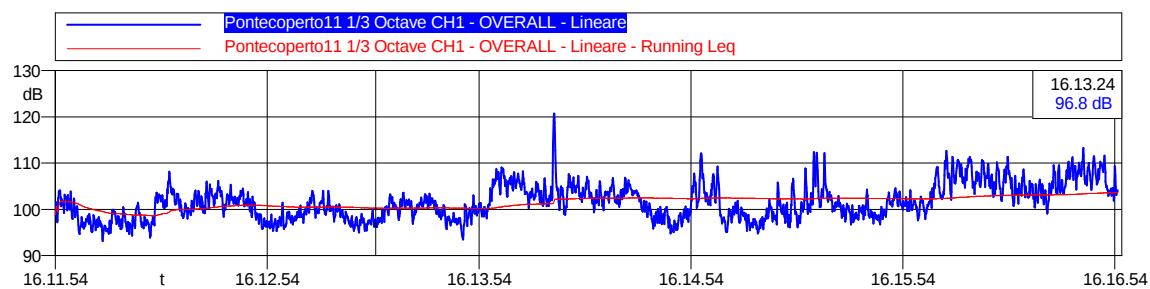
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:05:07.400	113.6 dB	128.4 dB	91.4 dB
Non Mascherato	00:03:55.300	102.0 dB	115.9 dB	91.4 dB
Mascherato	00:01:12.100	119.6 dB	128.4 dB	96.9 dB
Nuova Maschera 1	00:01:12.100	119.6 dB	128.4 dB	96.9 dB



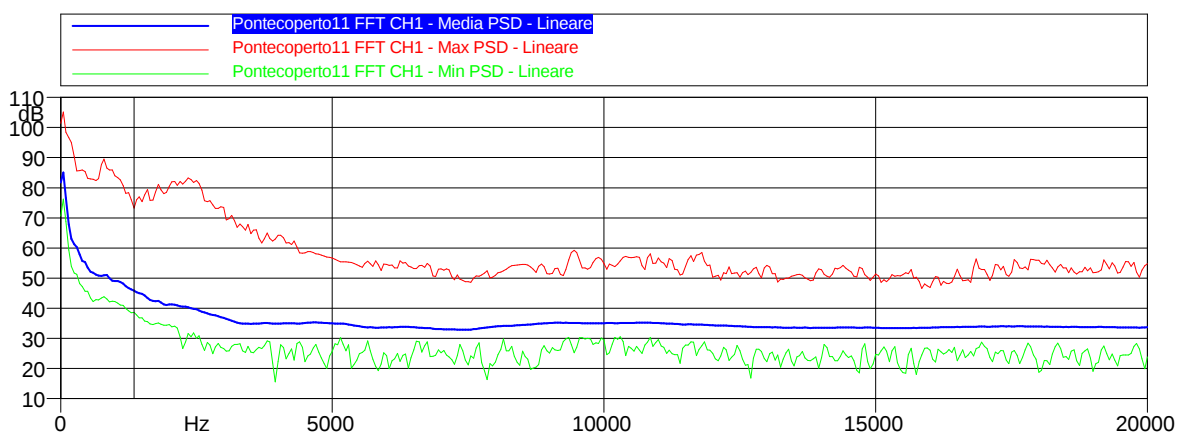
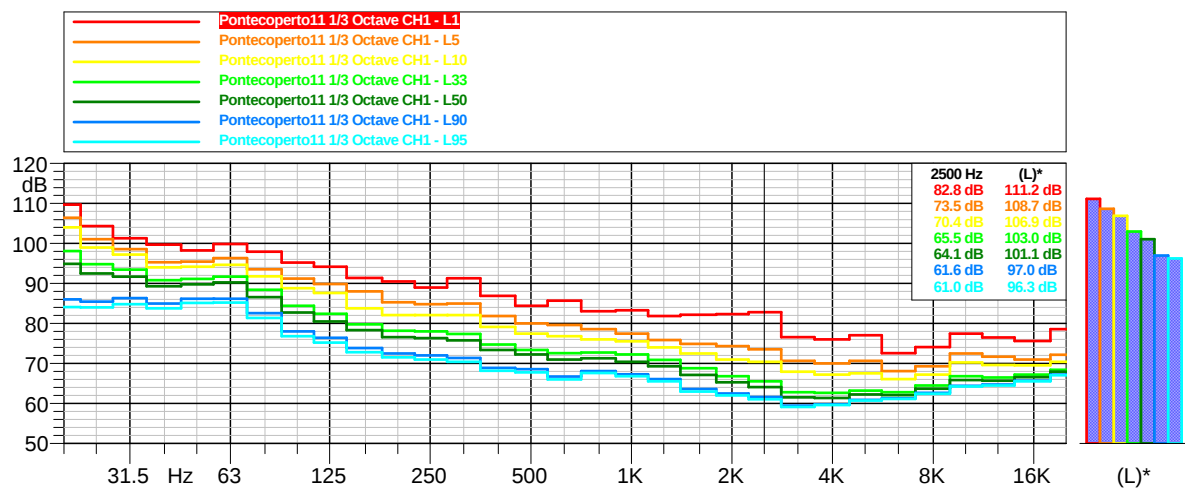
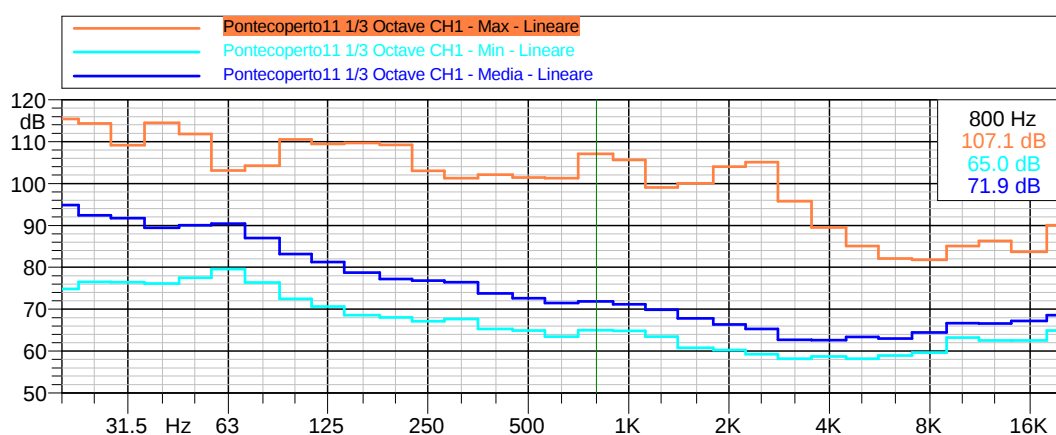


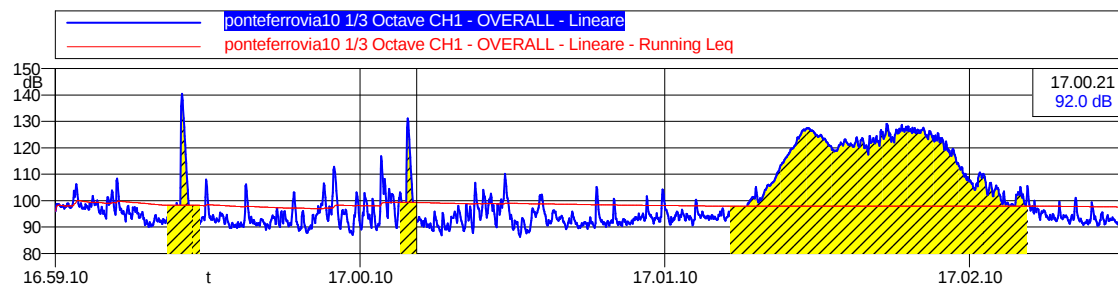
Pontecoperto10 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:05:03	121.0 dB	143.1 dB	94.7 dB
Non Mascherato	00:04:28.300	111.3 dB	127.3 dB	94.7 dB
Mascherato	00:00:34.700	130.0 dB	143.1 dB	105.7 dB
Nuova Maschera 1	00:00:34.700	130.0 dB	143.1 dB	105.7 dB



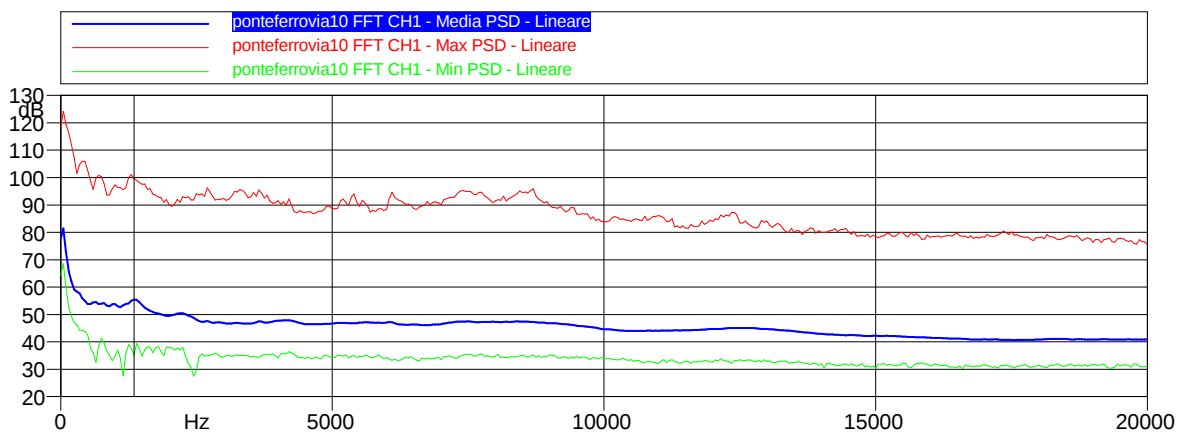
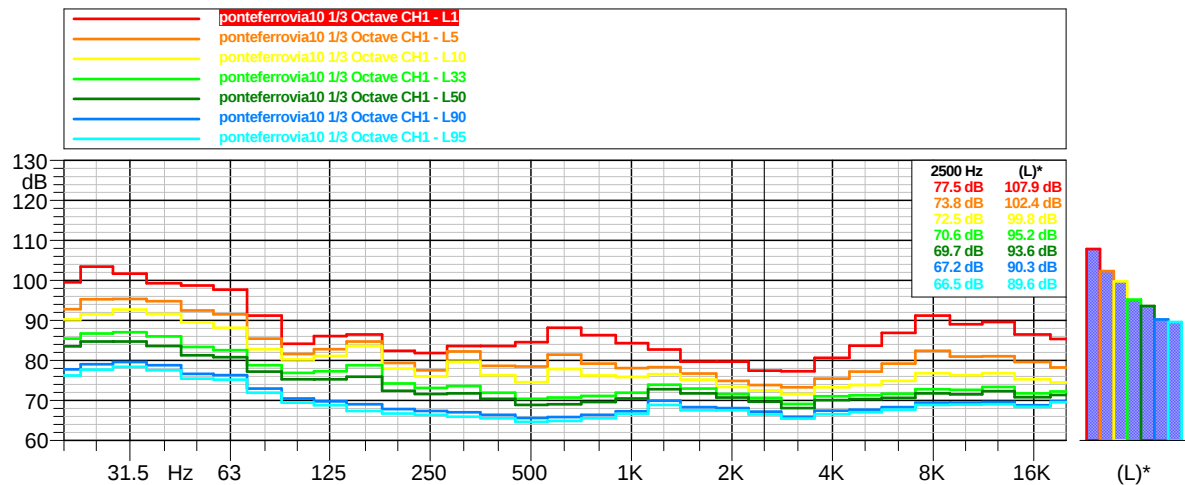
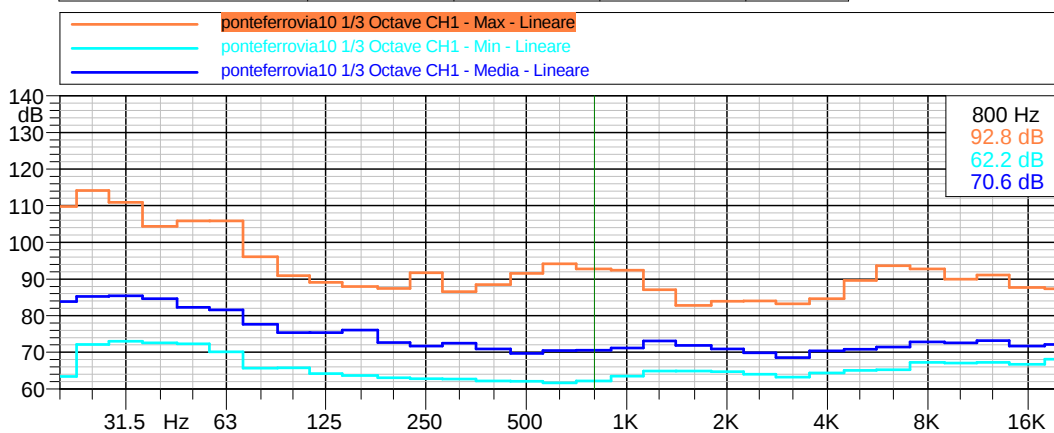


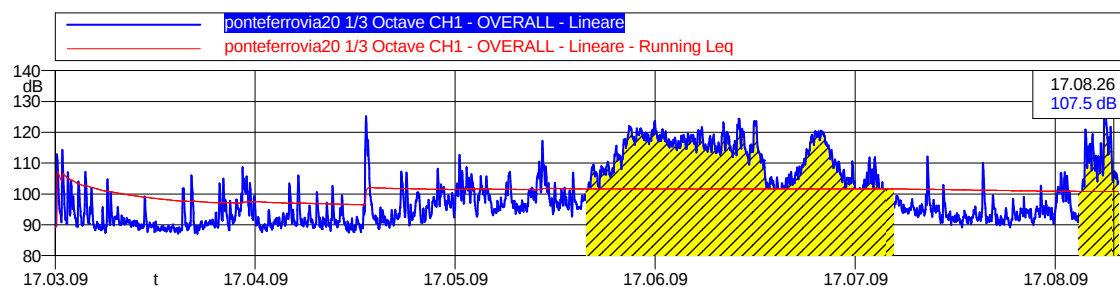
Pontecoperto11 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:05:00.800	103.6 dB	120.7 dB	93.1 dB
Non Mascherato	00:05:00.800	103.6 dB	120.7 dB	93.1 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB



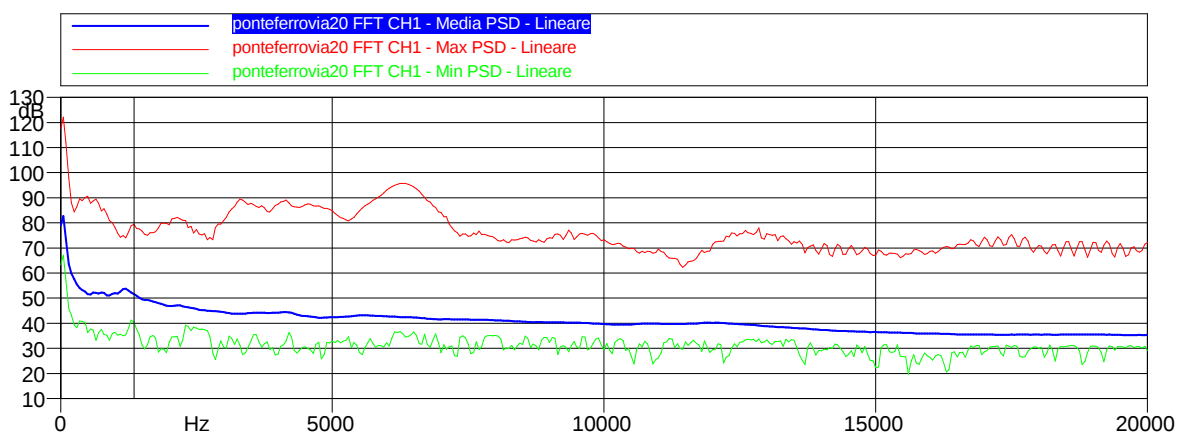
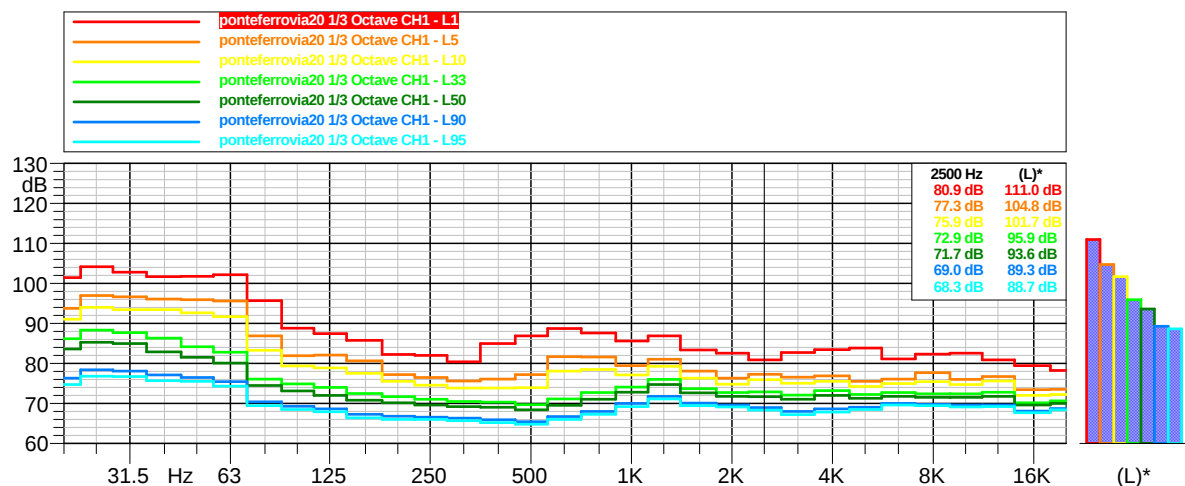
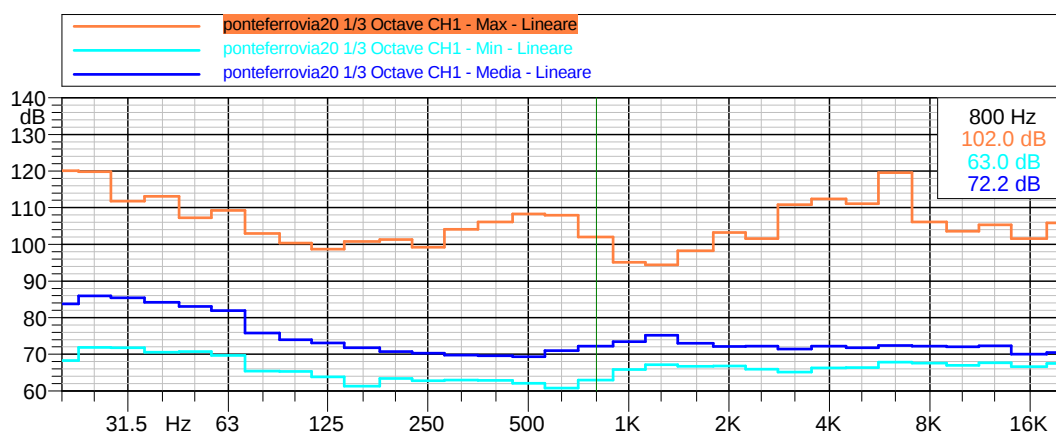


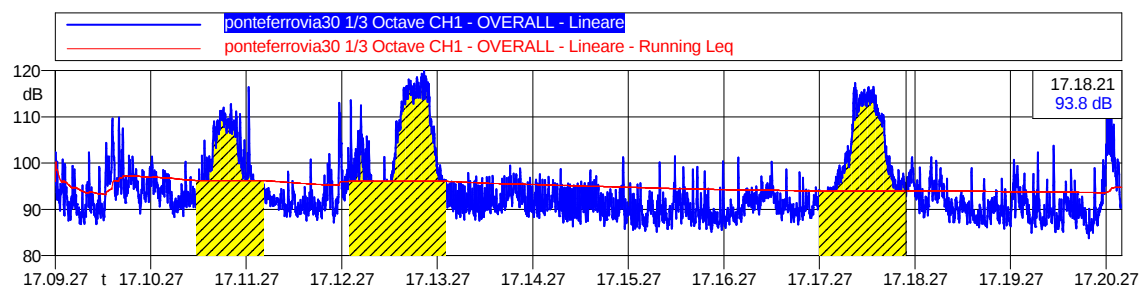
ponteferrovia10 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:03:29.200	117.9 dB	140.5 dB	86.3 dB
Non Mascherato	00:02:20.900	97.7 dB	116.9 dB	86.3 dB
Mascherato	00:01:08.300	122.7 dB	140.5 dB	90.1 dB
Nuova Maschera 2	00:00:06.400	127.4 dB	140.5 dB	90.4 dB
Nuova Maschera 3	00:00:03.300	120.5 dB	131.2 dB	90.1 dB
Nuova Maschera 1	00:00:58.600	121.8 dB	129.1 dB	93.7 dB



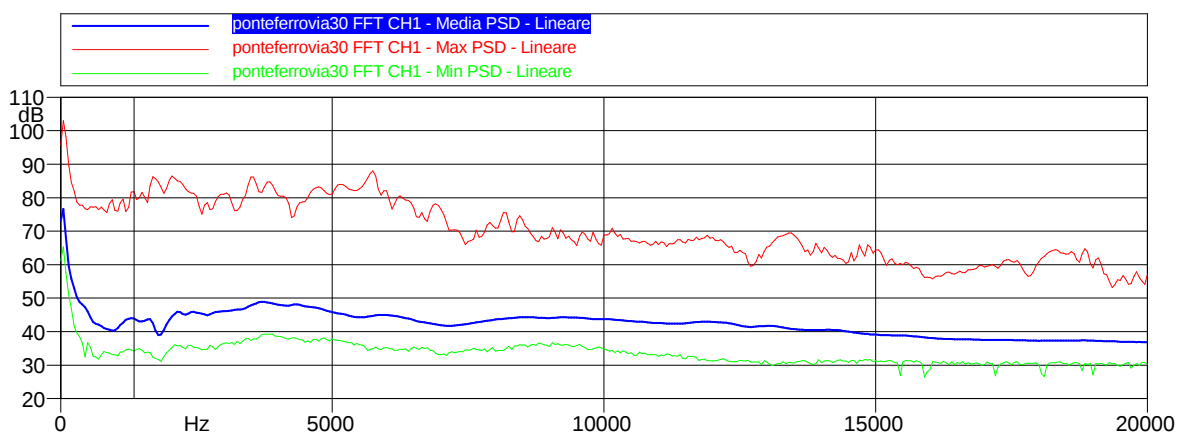
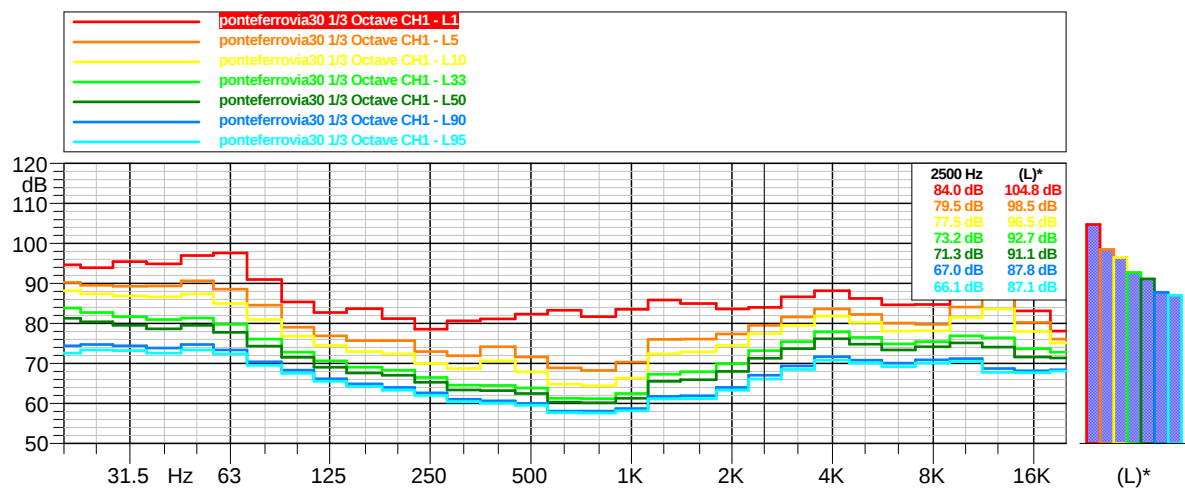
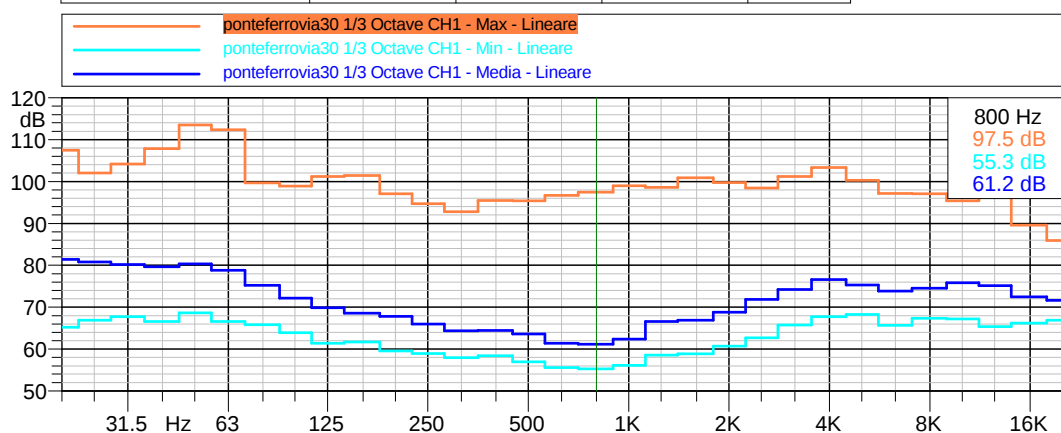


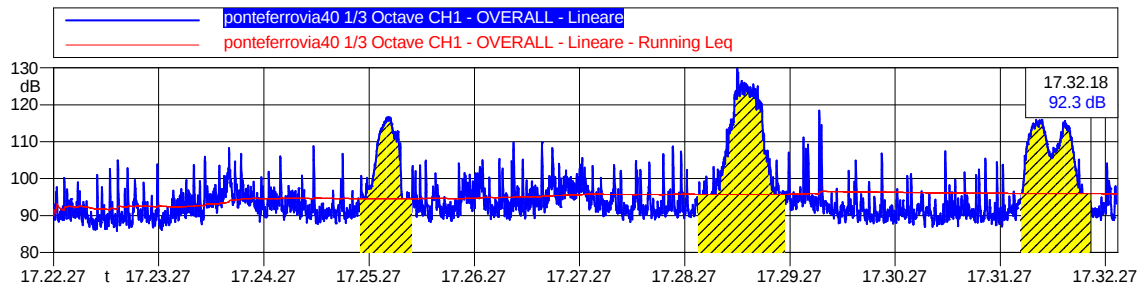
ponteferrovia20 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:05:18.900	112.5 dB	137.8 dB	87.1 dB
Non Mascherato	00:03:34.800	100.8 dB	125.2 dB	87.1 dB
Mascherato	00:01:44.100	117.2 dB	137.8 dB	91.9 dB
Nuova Maschera 1	00:01:32.200	115.6 dB	124.4 dB	94.1 dB
Nuova Maschera 2	00:00:11.900	122.3 dB	137.8 dB	91.9 dB



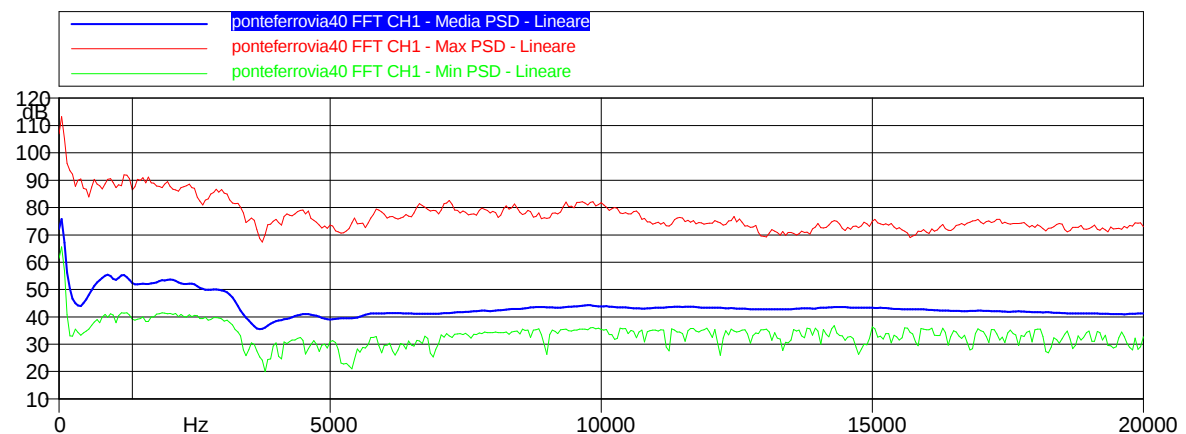
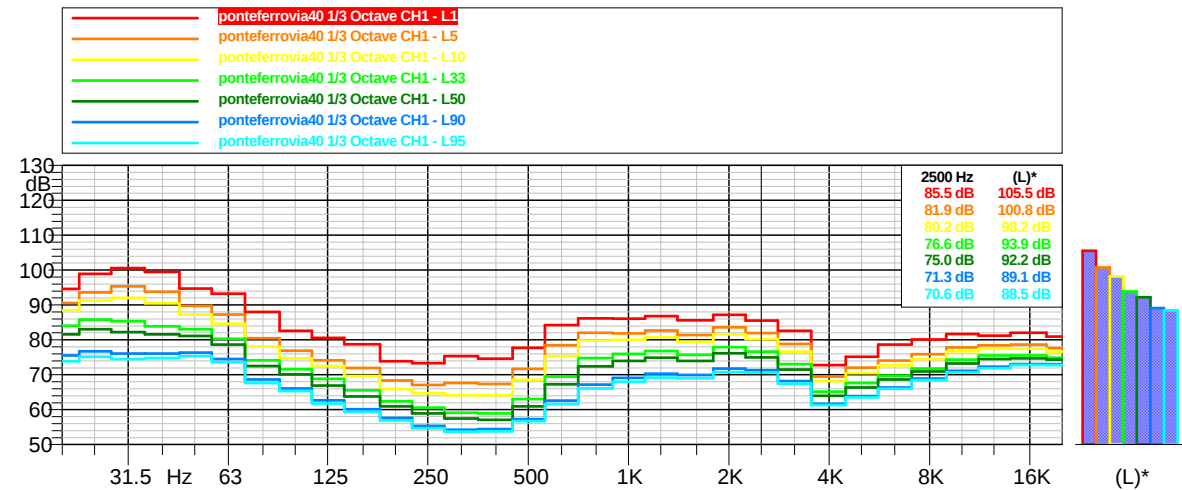
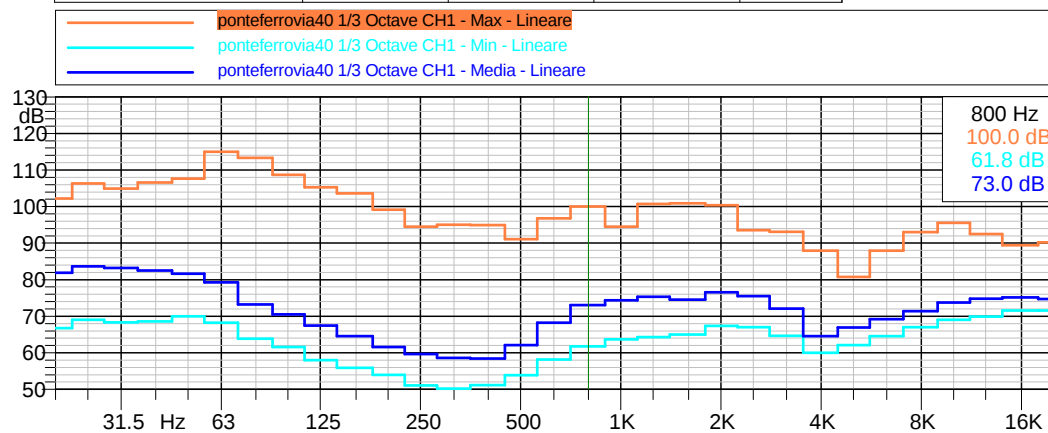


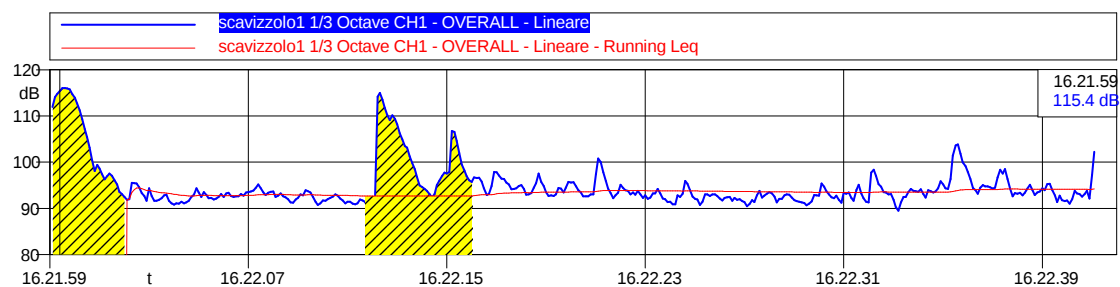
ponteferrovia30 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:11:09.400	103.6 dB	120.0 dB	83.8 dB
Non Mascherato	00:08:32.400	94.8 dB	116.2 dB	83.8 dB
Mascherato	00:02:37	109.4 dB	120.0 dB	89.4 dB
Nuova Maschera 1	00:00:42.300	105.5 dB	116.4 dB	90.0 dB
Nuova Maschera 2	00:01:00.400	111.0 dB	120.0 dB	90.6 dB
Nuova Maschera 3	00:00:54.300	109.1 dB	117.3 dB	89.4 dB





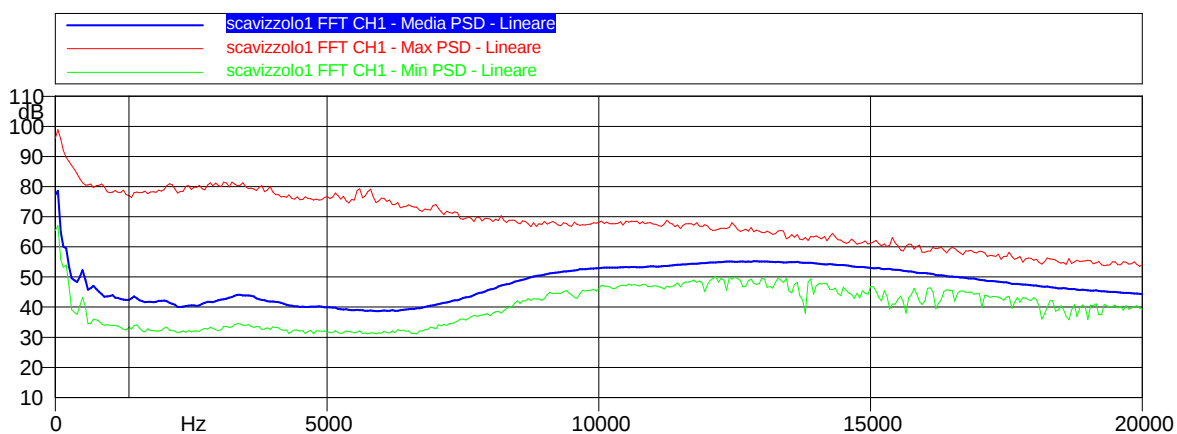
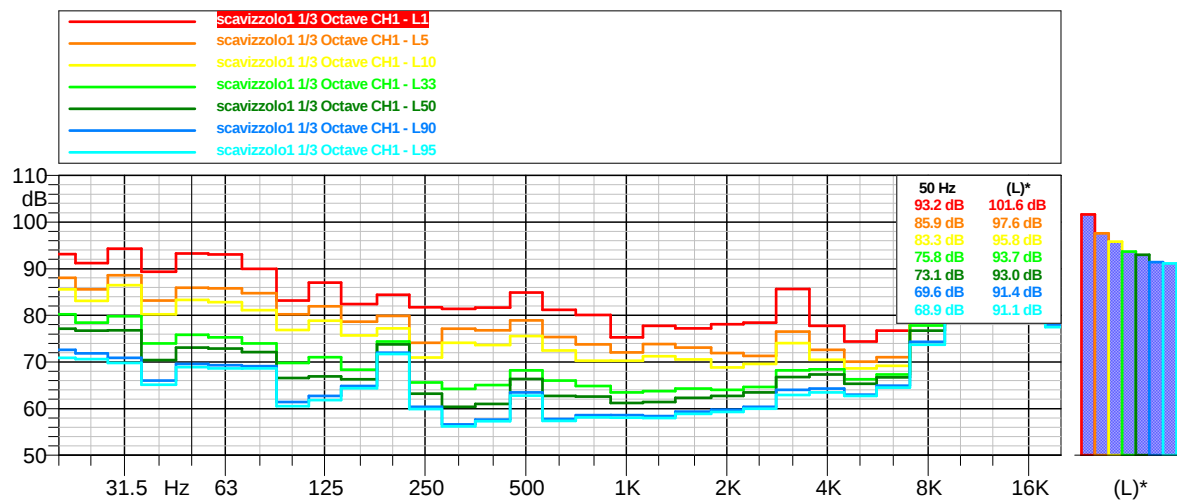
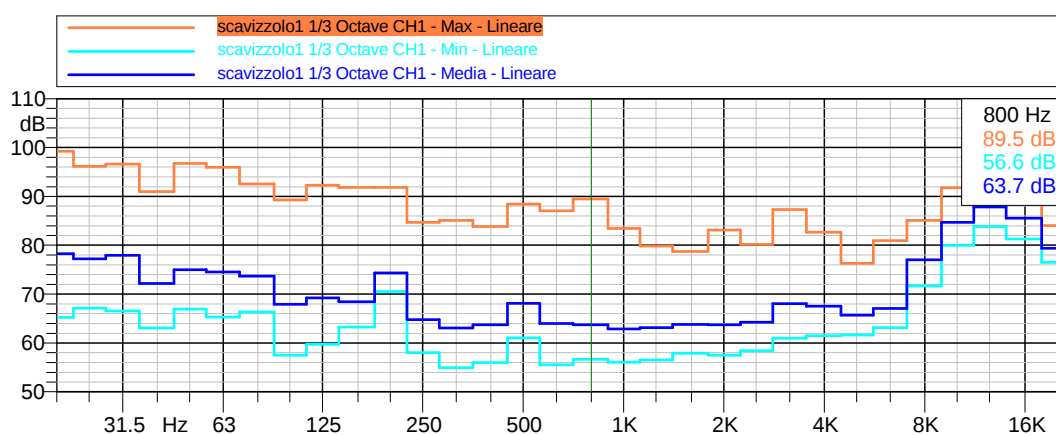
ponteferrovia40 1/3 Octave CH1 OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:10:06.200	109.1 dB	129.9 dB	85.8 dB
Non Mascherato	00:08:07.600	95.9 dB	118.4 dB	85.8 dB
Mascherato	00:01:58.600	116.0 dB	129.9 dB	89.7 dB
Nuova Maschera 1	00:00:29.200	110.5 dB	116.6 dB	89.8 dB
Nuova Maschera 2	00:00:49.300	119.0 dB	129.9 dB	90.7 dB
Nuova Maschera 3	00:00:40.100	110.8 dB	115.9 dB	89.7 dB

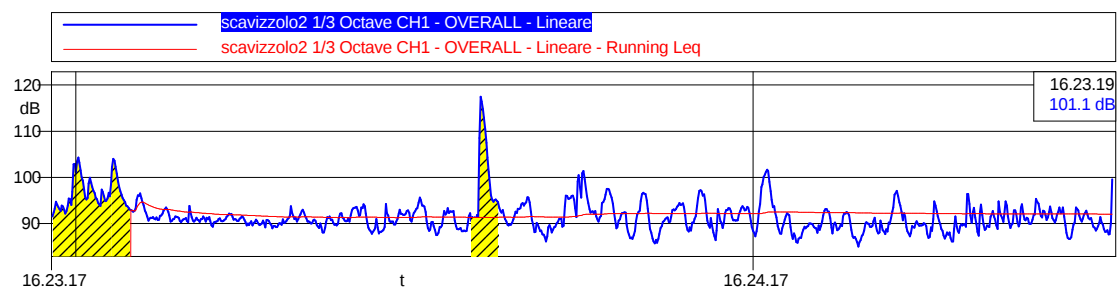




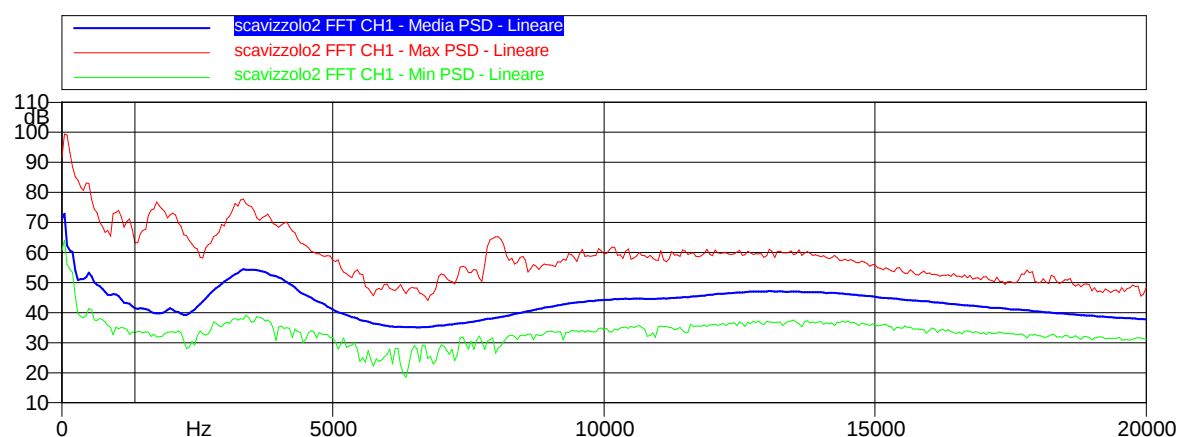
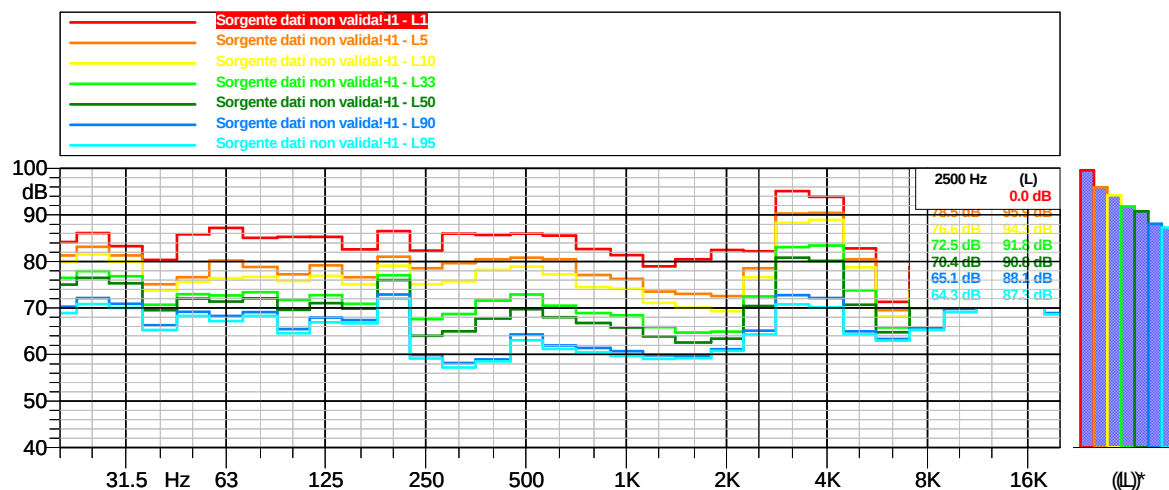
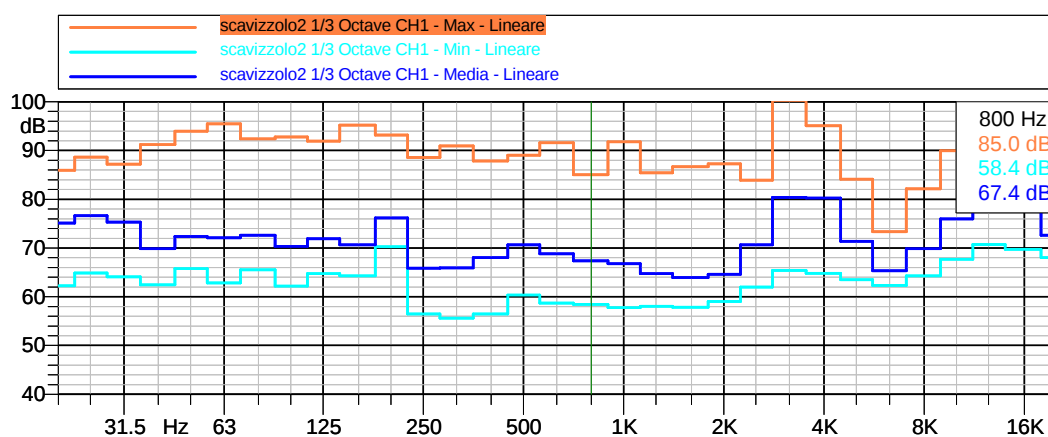
Sorgente dati non valida!

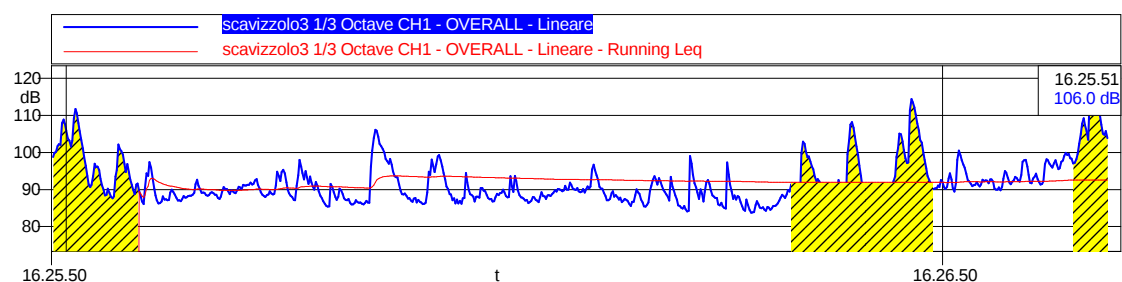
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:00:42.100	101.8 dB	116.0 dB	89.5 dB
Non Mascherato	00:00:34.700	94.2 dB	103.8 dB	89.5 dB
Mascherato	00:00:07.400	108.7 dB	116.0 dB	89.8 dB
Nuova Maschera 1	00:00:03	111.0 dB	116.0 dB	92.4 dB
Nuova Maschera 2	00:00:04.400	106.0 dB	115.0 dB	89.8 dB





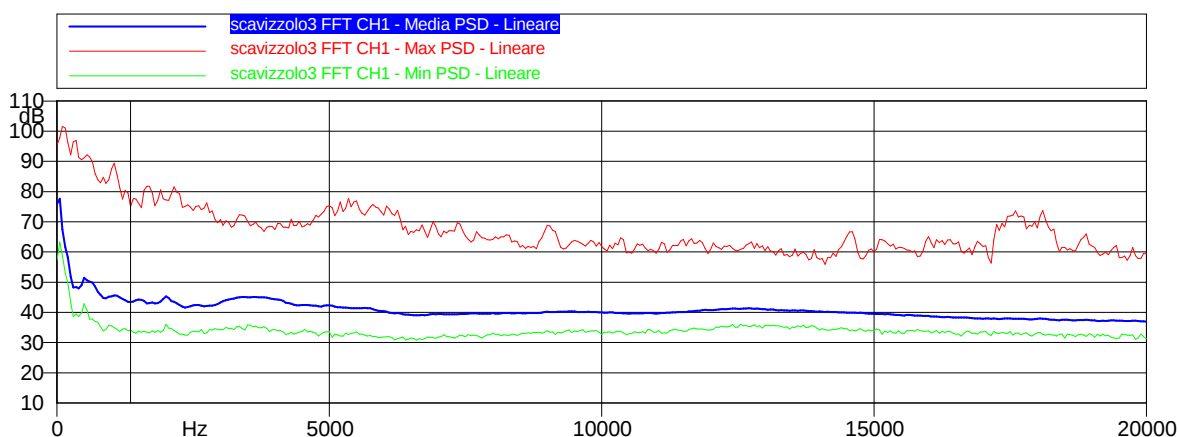
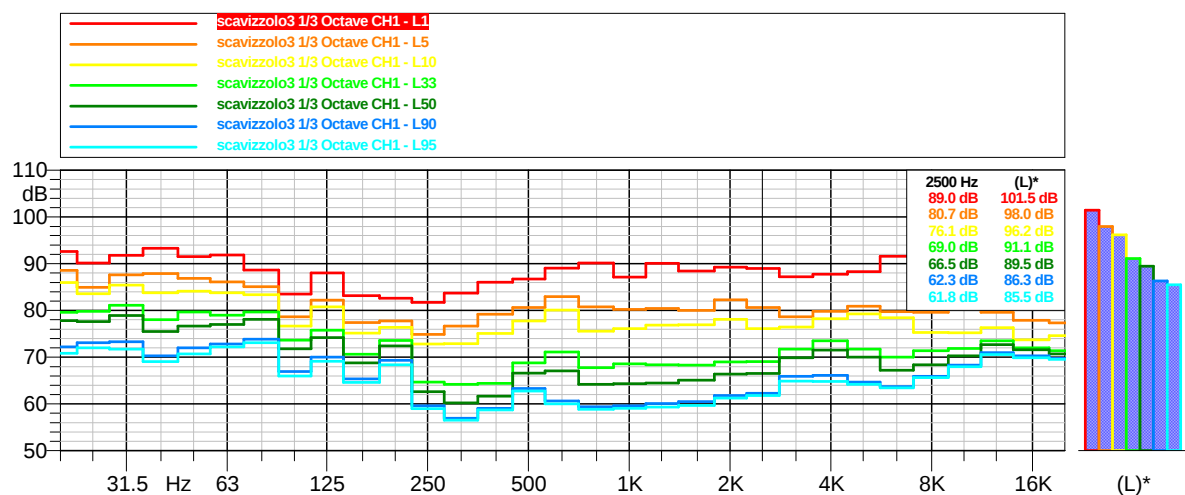
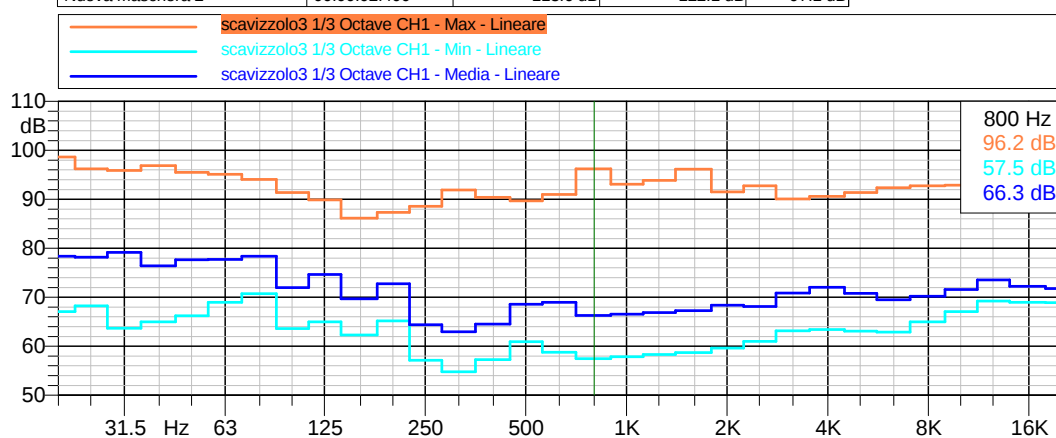
scavizzolo2 1/3 Octave CH1 OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:01:30.700	95.9 dB	117.5 dB	85.0 dB
Non Mascherato	00:01:21.600	92.0 dB	101.7 dB	85.0 dB
Mascherato	00:00:09.100	103.9 dB	117.5 dB	90.6 dB
Nuova Maschera 2	00:00:06.700	98.2 dB	104.3 dB	91.5 dB
Nuova Maschera 1	00:00:02.400	108.8 dB	117.5 dB	90.6 dB

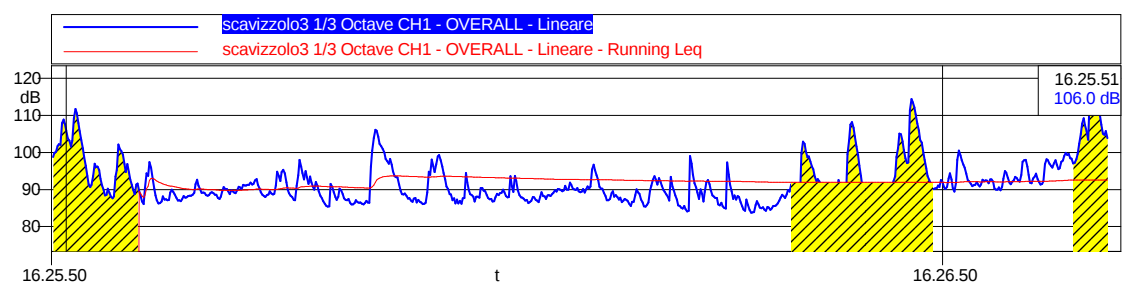




Sorgente dati non valida!

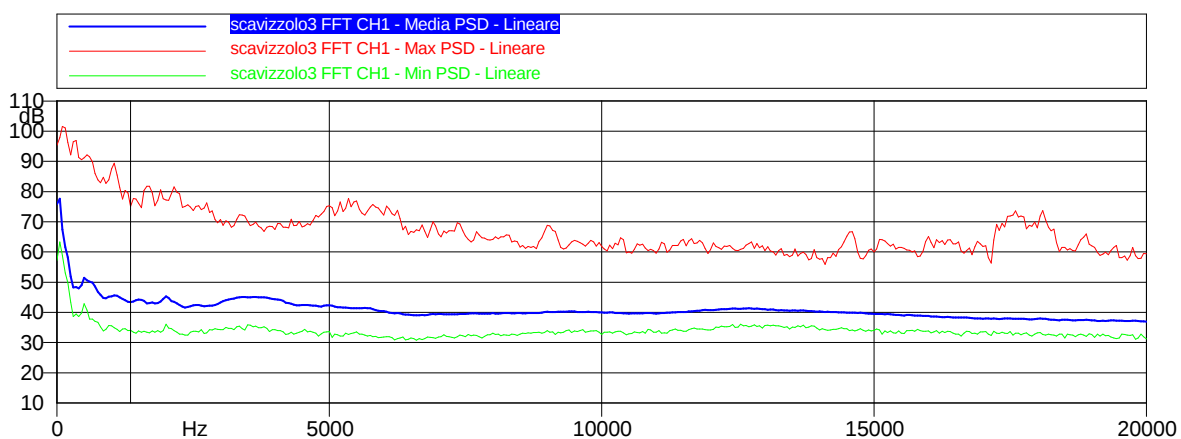
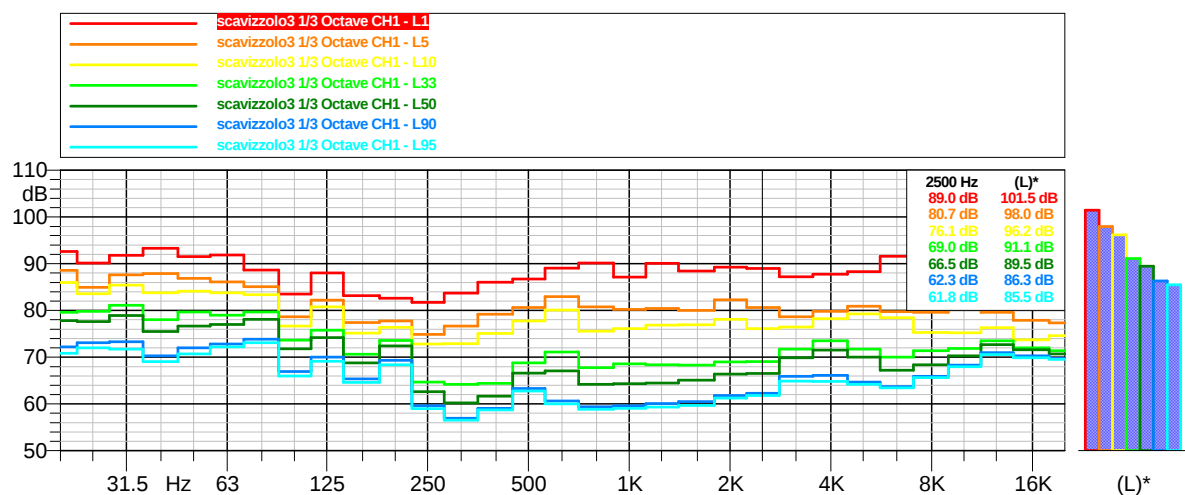
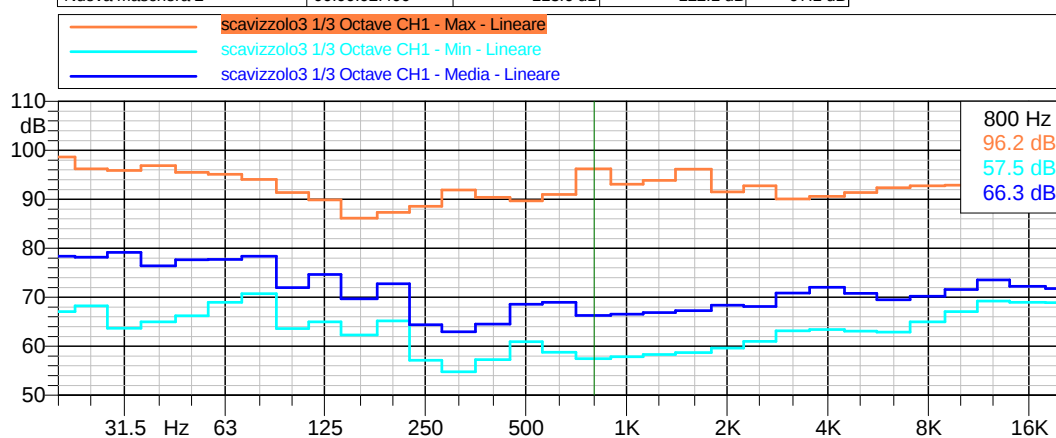
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:01:11.100	101.1 dB	122.1 dB	83.8 dB
Non Mascherato	00:00:53.300	92.6 dB	106.1 dB	83.8 dB
Mascherato	00:00:17.800	106.6 dB	122.1 dB	86.2 dB
Nuova Maschera 3	00:00:05.800	102.4 dB	111.7 dB	87.6 dB
Nuova Maschera 1	00:00:09.600	102.2 dB	114.4 dB	86.2 dB
Nuova Maschera 2	00:00:02.400	113.6 dB	122.1 dB	97.1 dB

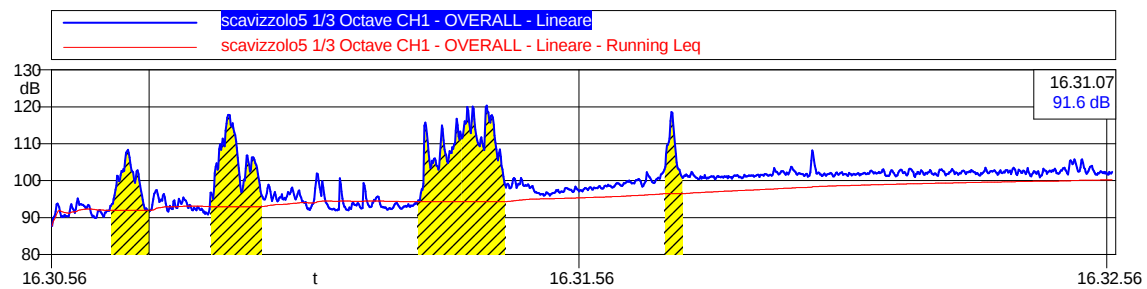




scavizzolo3 1/3 Octave CH1 OVERALL - Lineare

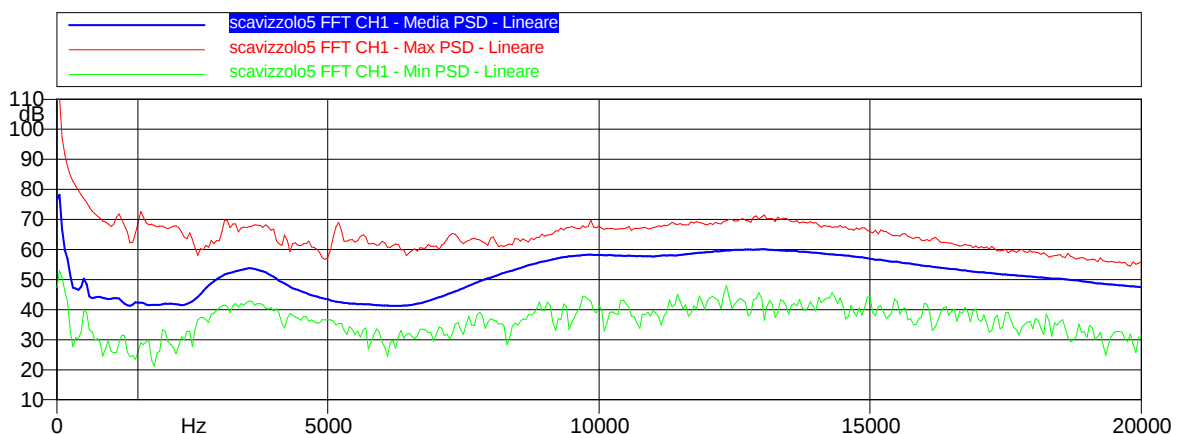
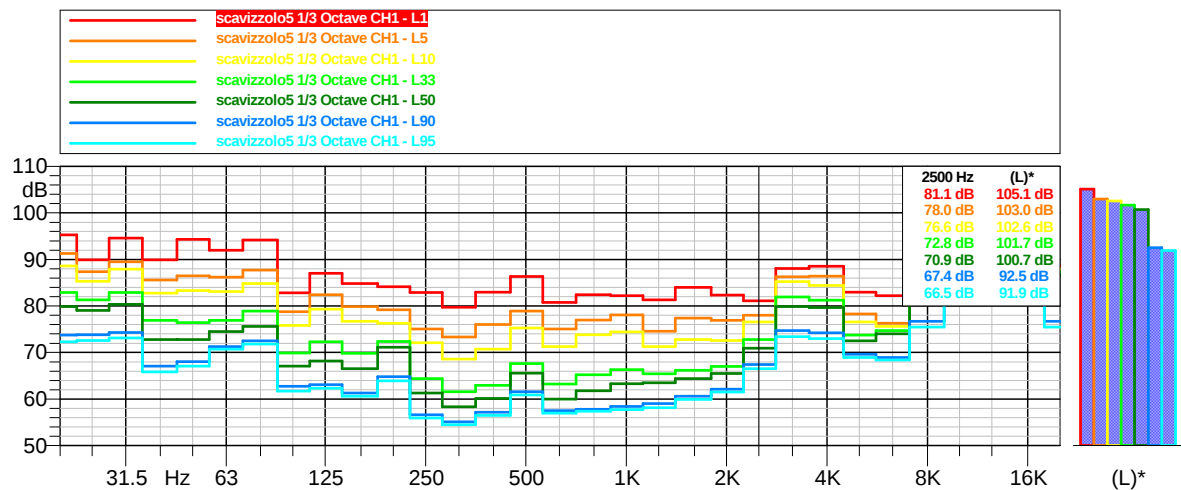
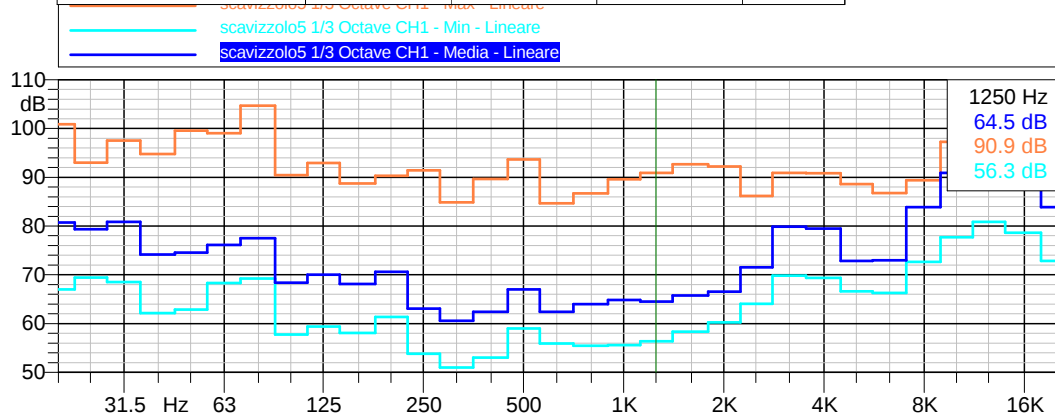
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:01:11.100	101.1 dB	122.1 dB	83.8 dB
Non Mascherato	00:00:53.300	92.6 dB	106.1 dB	83.8 dB
Mascherato	00:00:17.800	106.6 dB	122.1 dB	86.2 dB
Nuova Maschera 3	00:00:05.800	102.4 dB	111.7 dB	87.6 dB
Nuova Maschera 1	00:00:09.600	102.2 dB	114.4 dB	86.2 dB
Nuova Maschera 2	00:00:02.400	113.6 dB	122.1 dB	97.1 dB

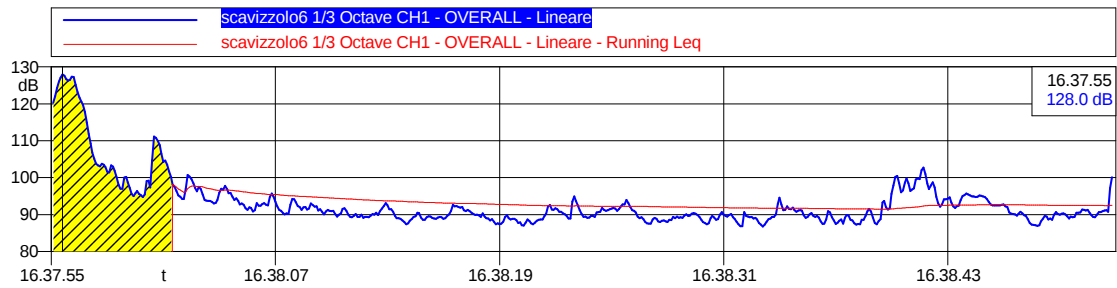




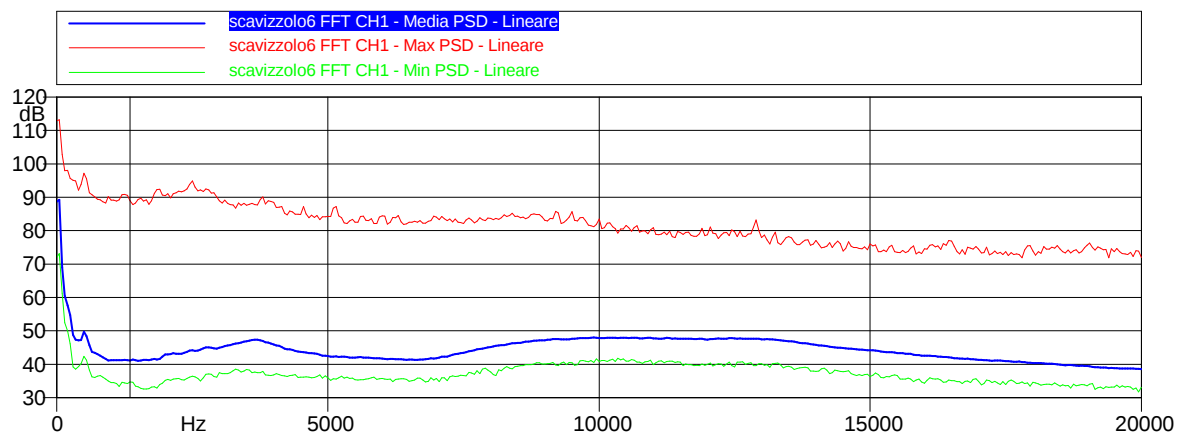
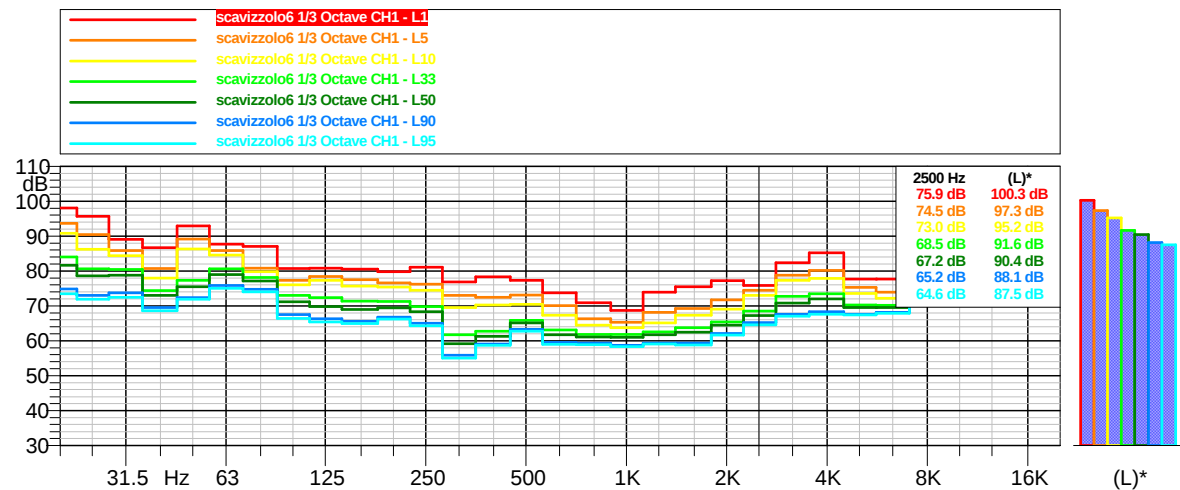
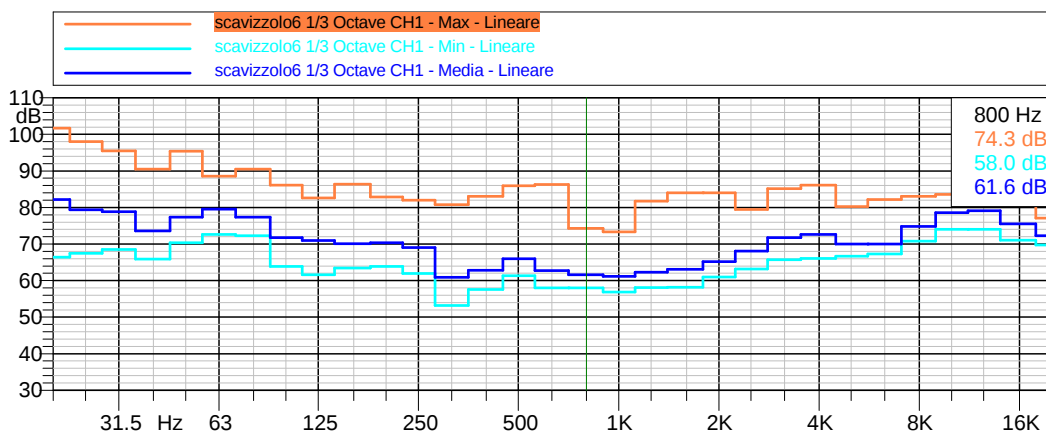
Sorgente dati non valida!

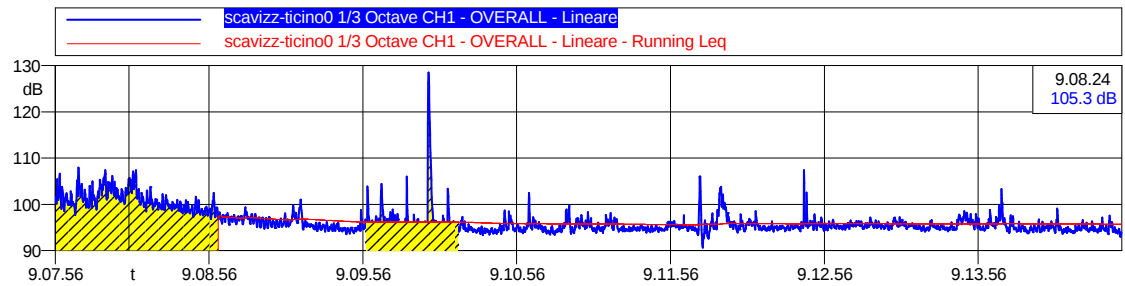
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:02:00.600	105.3 dB	120.3 dB	87.7 dB
Non Mascherato	00:01:38.200	100.2 dB	108.2 dB	87.7 dB
Mascherato	00:00:22.400	111.4 dB	120.3 dB	91.4 dB
Nuova Maschera 4	00:00:04.300	102.0 dB	108.3 dB	91.4 dB
Nuova Maschera 2	00:00:05.900	110.2 dB	117.8 dB	95.1 dB
Nuova Maschera 1	00:00:10.100	113.1 dB	120.3 dB	94.2 dB
Nuova Maschera 3	00:00:02.100	111.8 dB	118.6 dB	101.1 dB



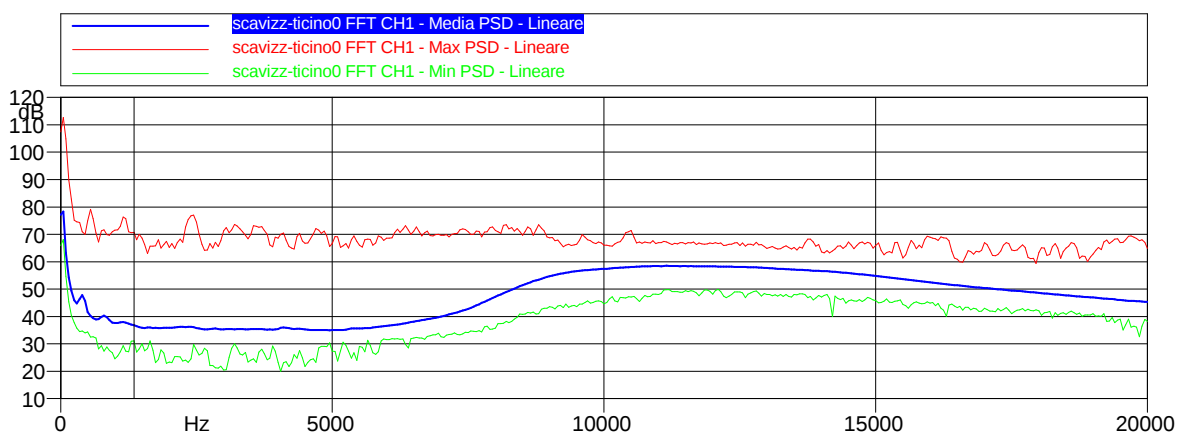
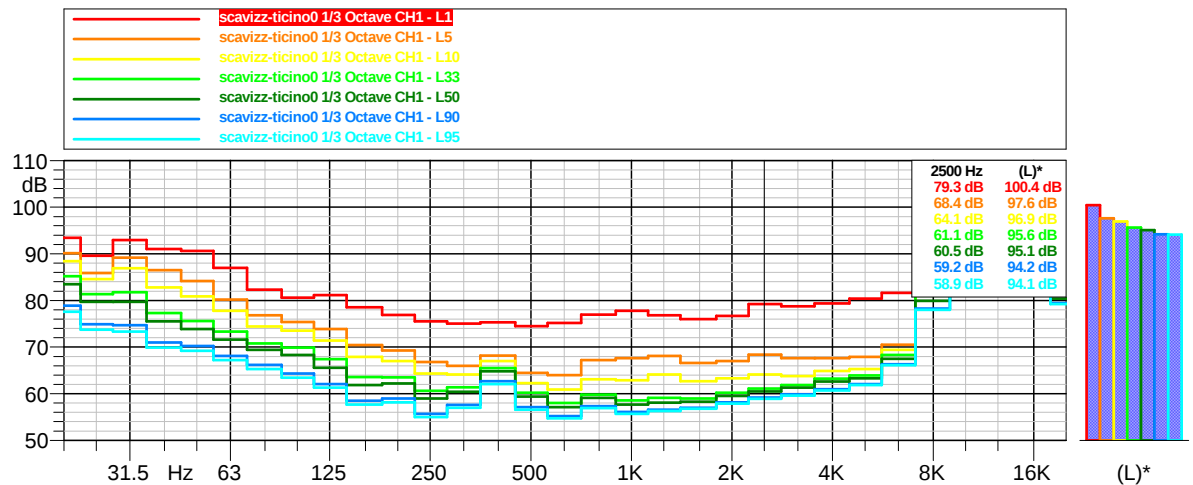
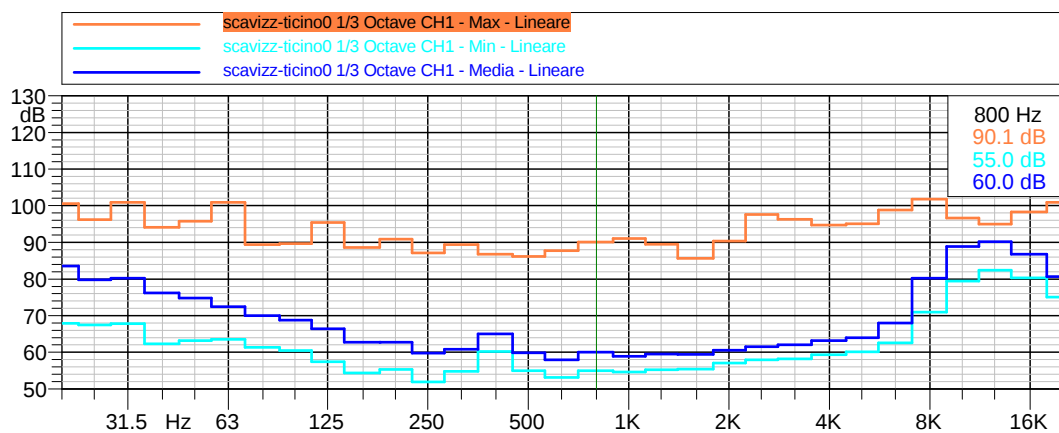


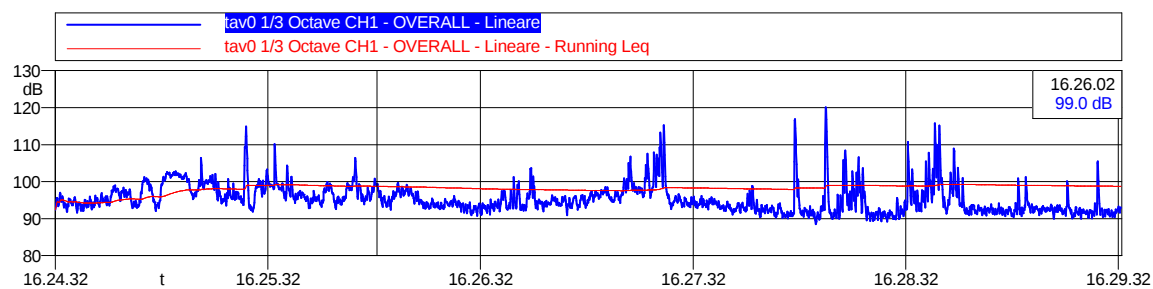
scavizzolo6 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:00:56.800	110.4 dB	128.0 dB	86.8 dB
Non Mascherato	00:00:50.400	92.5 dB	102.8 dB	86.8 dB
Mascherato	00:00:06.400	119.9 dB	128.0 dB	94.8 dB
Nuova Maschera 1	00:00:06.400	119.9 dB	128.0 dB	94.8 dB



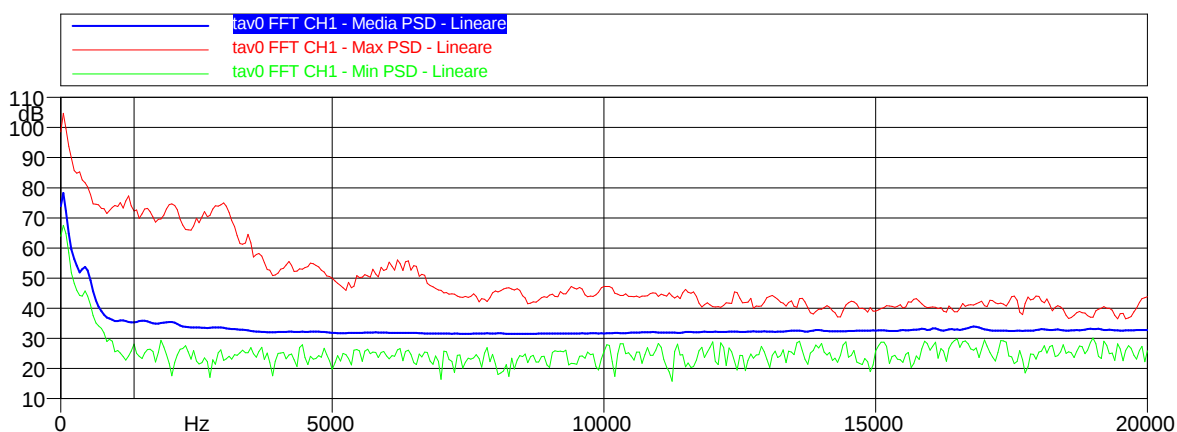
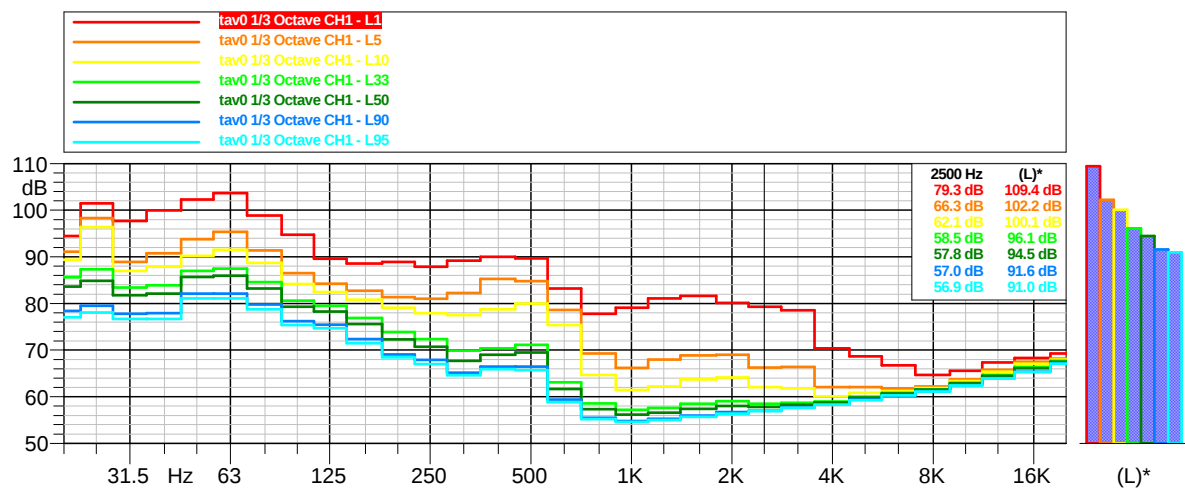
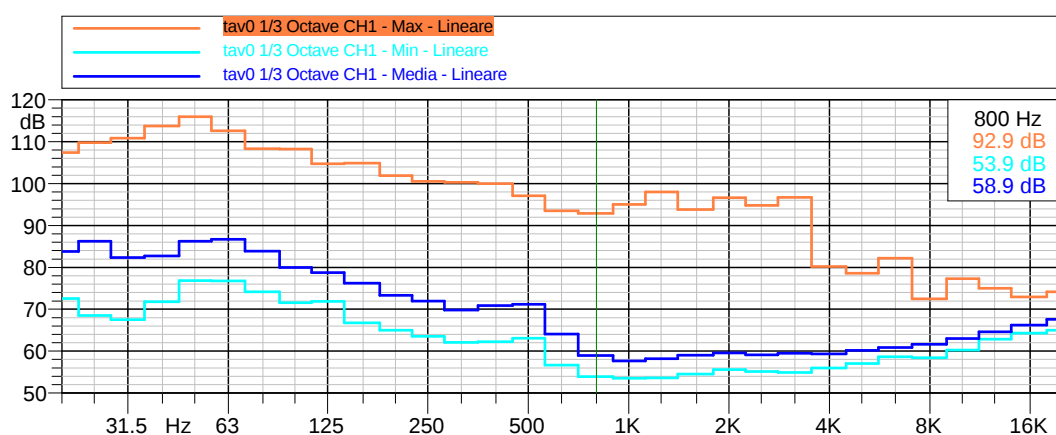


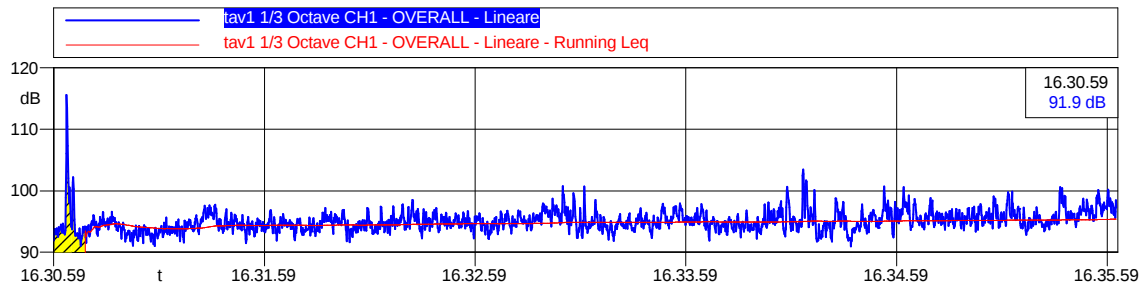
scavizz-ticino0 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:06:55.800	100.6 dB	128.5 dB	90.6 dB
Non Mascherato	00:05:16.100	95.7 dB	107.4 dB	90.6 dB
Mascherato	00:01:39.700	105.6 dB	128.5 dB	93.6 dB
Nuova Maschera 1	00:01:03.500	101.6 dB	107.9 dB	96.8 dB
Nuova Maschera 2	00:00:36.200	108.8 dB	128.5 dB	93.6 dB



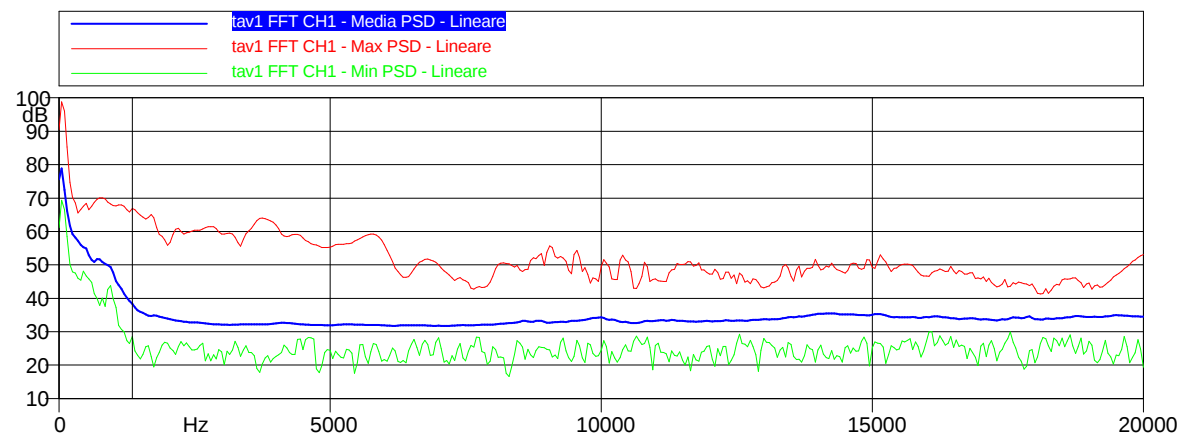
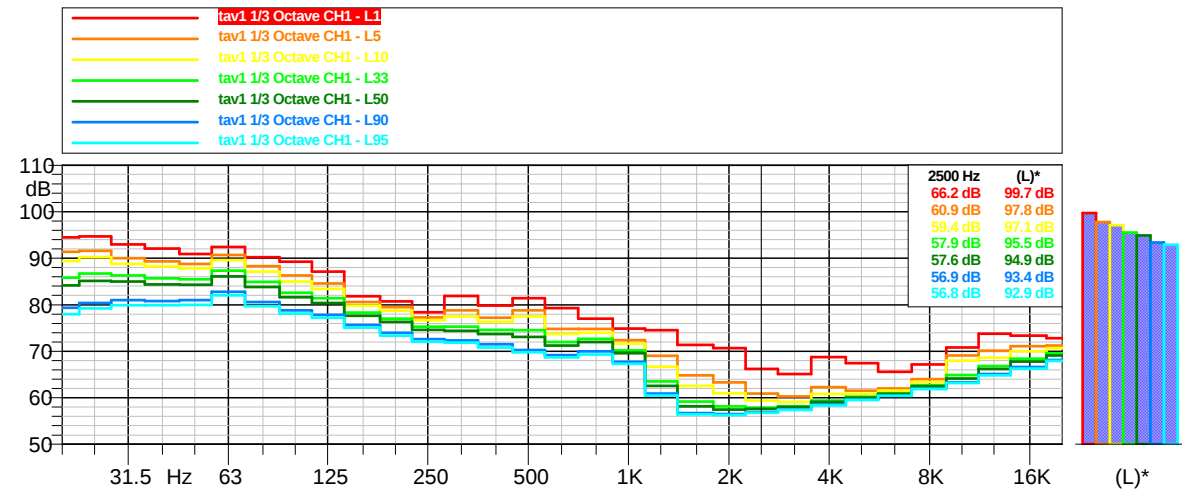
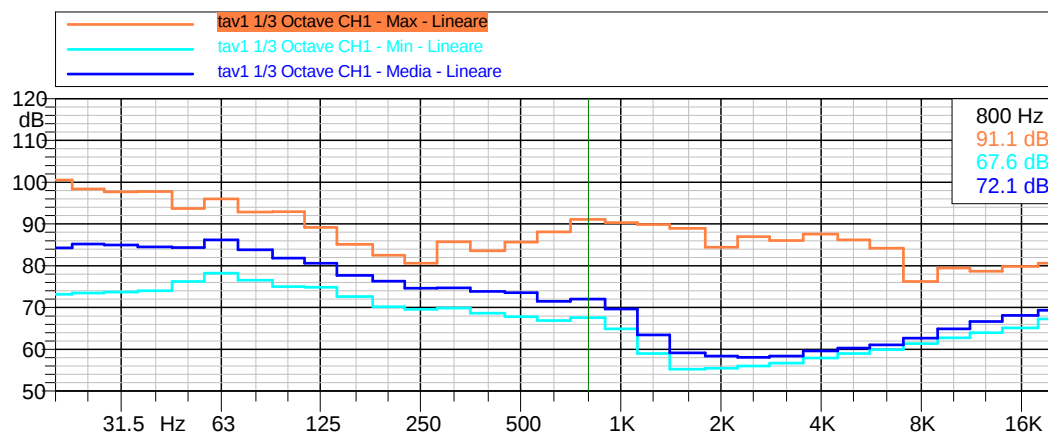


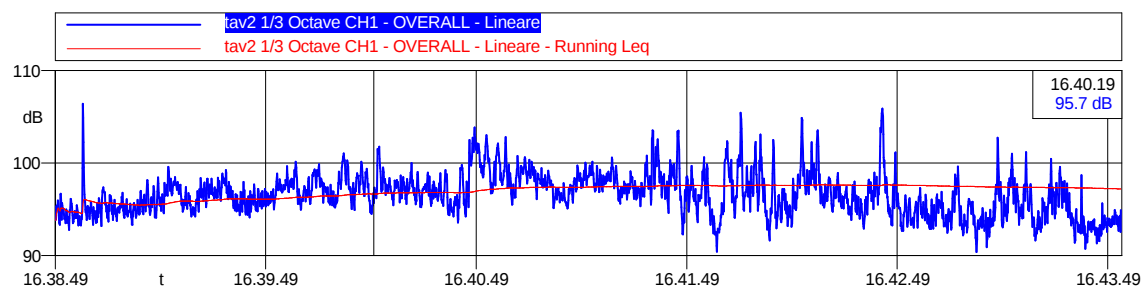
tav0 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:05:00.700	98.7 dB	120.1 dB	88.6 dB
Non Mascherato	00:05:00.700	98.7 dB	120.1 dB	88.6 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB



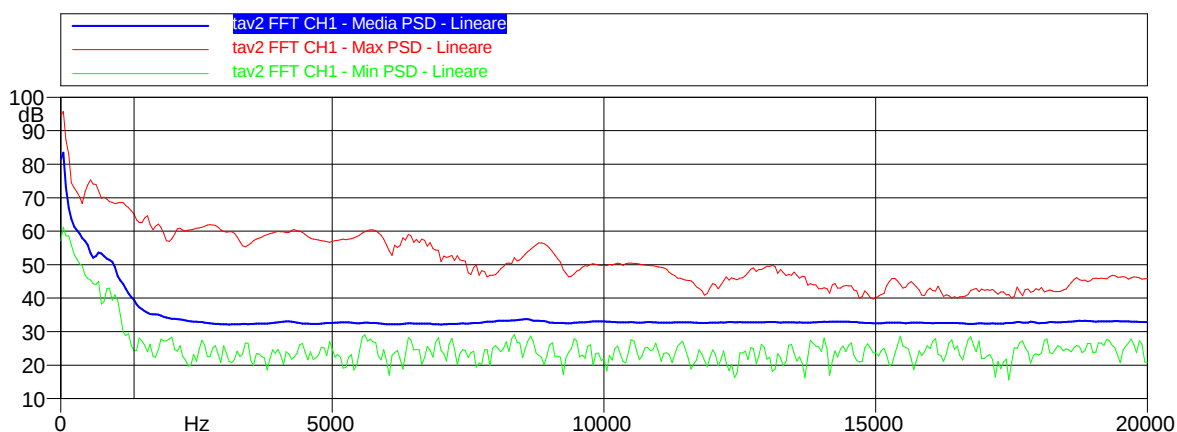
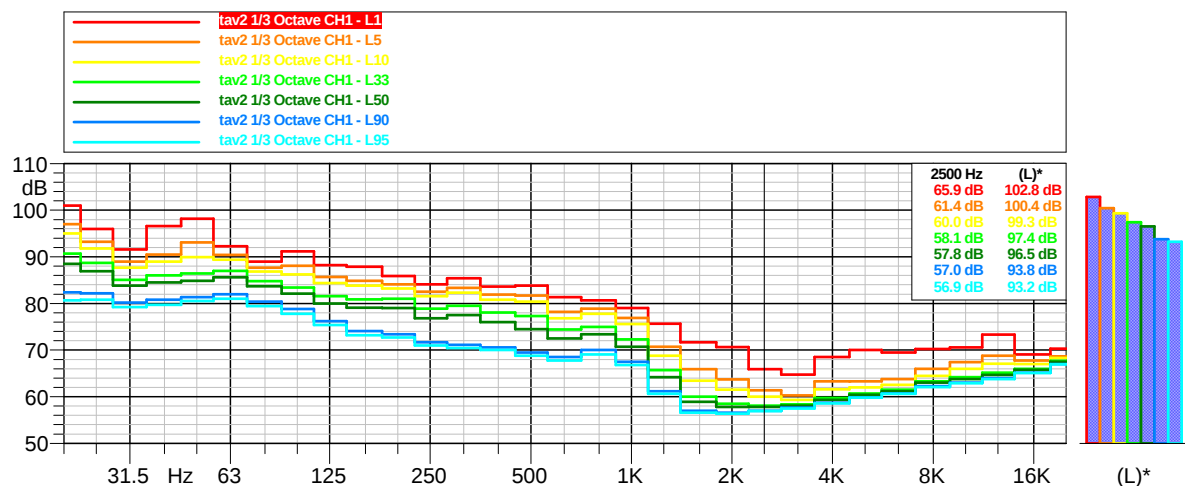
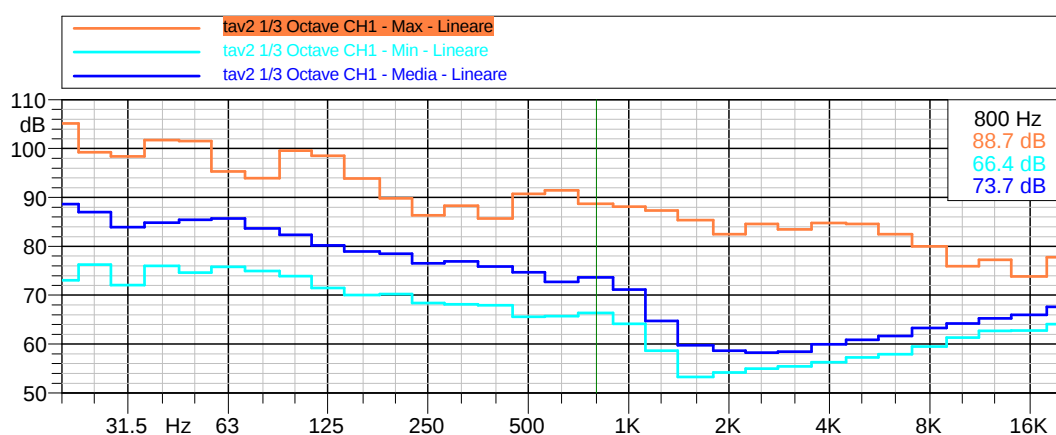


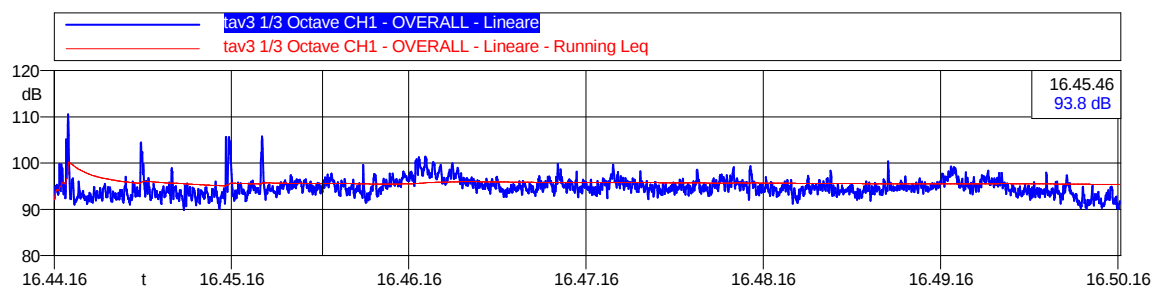
tav1 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:05:02.600	95.7 dB	115.6 dB	91.0 dB
Non Mascherato	00:04:53.700	95.4 dB	103.4 dB	91.0 dB
Mascherato	00:00:08.900	100.9 dB	115.6 dB	91.1 dB
Nuova Maschera 1	00:00:08.900	100.9 dB	115.6 dB	91.1 dB





tav2 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:05:03.700	97.2 dB	106.4 dB	90.4 dB
Non Mascherato	00:05:03.700	97.2 dB	106.4 dB	90.4 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB





tav3 1/3 Octave CH1OVERALL - Lineare				
Nome	Durata	Leq	Lmax	Lmin
Totale	00:06:00.600	95.4 dB	110.5 dB	89.8 dB
Non Mascherato	00:06:00.600	95.4 dB	110.5 dB	89.8 dB
Mascherato	00:00:00	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB

