

## **IL RUMORE NEGLI AMBIENTI NATURALI. MISURA E INTERPRETAZIONE.**

Gianni Pavan

Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerche Ambientali  
Dipartimento di Scienze della Terra e dell' Ambiente  
Università degli Studi di Pavia, Via Taramelli 24, 27100 Pavia

### **1. Introduzione**

La bioacustica e l'ecoacustica [1] sono discipline emergenti nelle scienze della biodiversità e della conservazione [2-4]: dal riconoscimento e monitoraggio delle singole specie fino allo studio del paesaggio sonoro e del rumore antropico, forniscono nuove informazioni e strumenti per la scienza, la conservazione e l'educazione. Il rumore di origine antropica ha diversi impatti sulla composizione del paesaggio sonoro, sulla sua percezione da parte del fruitore umano, ma soprattutto ha un impatto sulla vita degli animali [5]. Questi hanno evoluto proprie modalità di comunicazione e di percezione dell'ambiente ben adattate ai loro diversi contesti ambientali. Il rumore antropico interferisce con la loro vita producendo effetti fisiologici e comportamentali analoghi a quelli che osserviamo sull'uomo ma anche interferendo con le loro possibilità di comunicazione e di percezione dell'ambiente. Molti studi sono volti a comprendere gli effetti del rumore antropico sulla vita animale ma non sono ben conosciute le caratteristiche del rumore ambiente in assenza di attività umane.

La ricerca sul rumore negli ambienti naturali nasce nell'ambito del progetto SABIOD (Scaled Acoustic Biodiversity) che è parte di un più ampio programma sulle tematiche della Big Data Science finanziato dal CNRS francese denominato MASTODONS. Svoluta in collaborazione con il laboratorio DYNI-LSIS dell'Università di Tolone, la ricerca italiana è orientata alla raccolta di dati che consentano di descrivere l'ambiente acustico, o paesaggio sonoro, di ambienti naturali sottoposti a diversi livelli di impatto antropico, dalle aree protette alle aree più antropizzate [6]. L'obiettivo finale è di sviluppare descrittori che consentano di valutare in modo oggettivo la ricchezza e biodiversità acustica biologica (biofonia), il rumore di origine naturale (geofonia) e la presenza di rumore antropico (antropofonia).

Come ambiente di riferimento si è scelta una riserva naturale integrale (RNI), la RNI di Sassofratino [7], che è stata la prima in Italia, costituita nel 1959 nel cuore delle Fo-

reste Casentinesi, riconosciuta a livello internazionale con il Diploma Europeo per la Conservazione della Natura rilasciato dal Consiglio D'Europa, e riconosciuta come una delle aree con più alto livello di biodiversità in Italia.

L'ambiente della RNI di Sasso Fratino è particolarmente silenzioso, i suoni che vi si sentono sono essenzialmente i suoni della natura, canti di uccelli, insetti nei periodi più caldi, il vento con lo stormire delle foglie, lo scrosciare delle acque, e i rumori generati da fenomeni atmosferici (vento, pioggia, temporali). Nonostante la presenza di questi rumori naturali si ha la percezione di profondo silenzio. I suoni di origine antropica sono praticamente assenti, l'unica strada nella valle è chiusa al traffico e l'ambiente è ben schermato dalle montagne circostanti coperte di foresta densa. L'unico rumore antropico ricorrente è il passaggio degli aerei ad alta quota che, nel silenzio, appaiono molto più invasivi rispetto alle normali situazioni in cui li udiamo, ma per lo più li ignoriamo, perché immersi nel rumore cui siamo assuefatti.

La ricerca è principalmente condotta con registratori programmabili autonomi (Wildlife Acoustics SM3 e SM4) per lo studio della biodiversità acustica [8-10], ma per effettuare accurate misure di rumore abbiamo utilizzato strumenti fonometrici equipaggiati con microfono a basso rumore. Nel perseguire questo obiettivo il vento è stato il problema principale, in un ambiente non pervaso dal rumore del traffico stradale vicino e lontano, già con una leggera brezza si sente aumentare il fruscio generato dalle foglie mosse. Per questo motivo non è stato facile trovare periodi sufficientemente lunghi con assenza di vento, e con insetti e uccelli in silenzio, e quindi le misure utili per determinare i livelli di massima silenziosità sono state possibili solo per brevi periodi.

## 2. Materiali e Metodi

Le misure di rumore sono state effettuate con un sistema di acquisizione fonometrica su notebook costituito da un microfono di misura e un box di acquisizione, calibrato, con processori a bordo per il calcolo dei parametri acustici. Il sistema utilizzato è SINUS Harmony a 2 canali gestito dal software SINUS Samurai 2.62 installato su un notebook con porta PCMCIA. L'elevata silenziosità ambientale ha imposto l'adozione di dischi a stato solido (SSD) e il blocco, via software, delle ventole di raffreddamento del computer.

Per le prime misure è stato usato un normale microfono a condensatore prepolarizzato da 1/2" in standard ICP<sup>®</sup> (BSWA MPA201); queste misure hanno mostrato livelli di rumore molto bassi, ai limiti del microfono e pertanto si è cercato un microfono alternativo con più basso self-noise. PCB Piezotronics ci ha dato la possibilità di utilizzare un nuovo microfono a basso rumore, sempre da 1/2", a condensatore con polarizzazione a 200V, modello 378A45.

Le registrazioni con Samurai e le misure di rumore sono state programmate in sezioni consecutive di 5 minuti e sono state successivamente selezionate le sezioni con i livelli più bassi o con elementi acustici di interesse. Il software di analisi è stato configurato in modo da mostrare una serie di rappresentazioni grafiche utili a caratterizzare pienamente i 5 minuti registrati in ogni sezione. Le misure sono state effettuate sia con la pesatura A sia con la pesatura Z al fine di avere una più obiettiva misura dei parametri acustici a prescindere dalla sensibilità uditiva umana. E' tuttavia possibile cambiare le misure mostrate in funzione delle esigenze della ricerca o selezionare periodi più brevi per caratterizzare singoli eventi acustici.

Le misure qui riportate, certamente limitate e parziali, sono state effettuate di giorno in estate (fine agosto 2015) quindi in periodo di intensa attività biologica.

### 3. Risultati

La RNI di Sassofratino è risultata un'area naturale con elevata ricchezza e diversità di suoni biologici e particolarmente silenziosa per quanto riguarda il rumore di origine antropica. Nelle registrazioni più silenziose le misure mostrano livelli di rumore nei terzi di ottava inferiori a 100 Hz molto bassi, prossimi a 0 dB, talvolta inferiori. Nelle bande superiori il percentile 95 è tipicamente inferiore a 20 dB e superiore a 10 dB fra 200 Hz e 2 kHz.

Le misure visibili nelle successive figure 1-4, riferite a segmenti di 5 minuti, sono:

- Spettro in terzi di ottava (costante di tempo 100ms) con presentazione dei minimi, dei massimi, della media, e dei percentili 5, 50 e 95
- Spettrogramma in terzi di ottava con scala colori da 10 dB a 90 dB
- Andamento temporale del livello sonoro con e senza pesatura, LAS e LZS
- Spettro lineare con indicazione del massimo

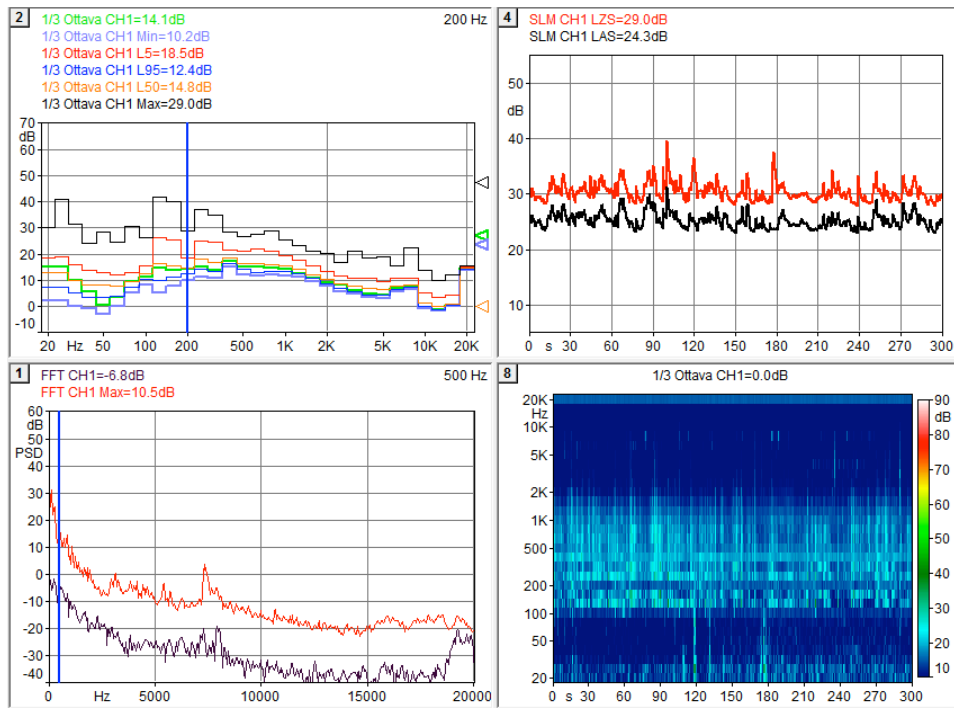


Figura 1 - Registrazione in condizioni di basso rumore ambientale. Le tracce sonore visibili sono prevalentemente dovute al ronzio degli insetti in volo e ai piccoli rumori provenienti dal bosco.

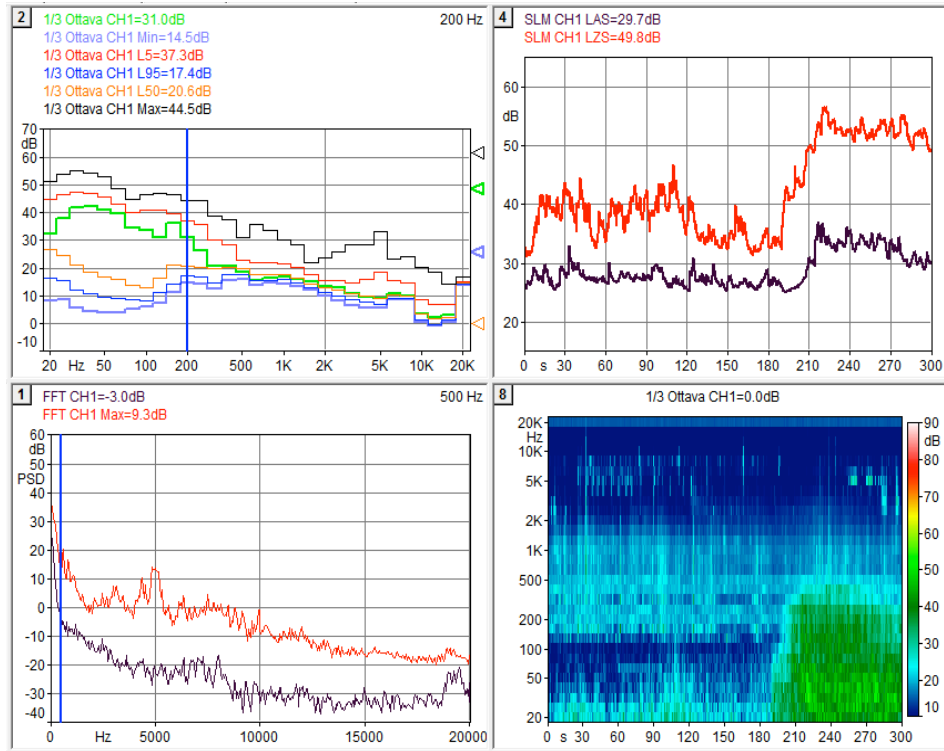


Figura 2 - Registrazione con il passaggio di un aereo e alcuni canti di uccelli lontani visibili fra 2 e 10 kHz.

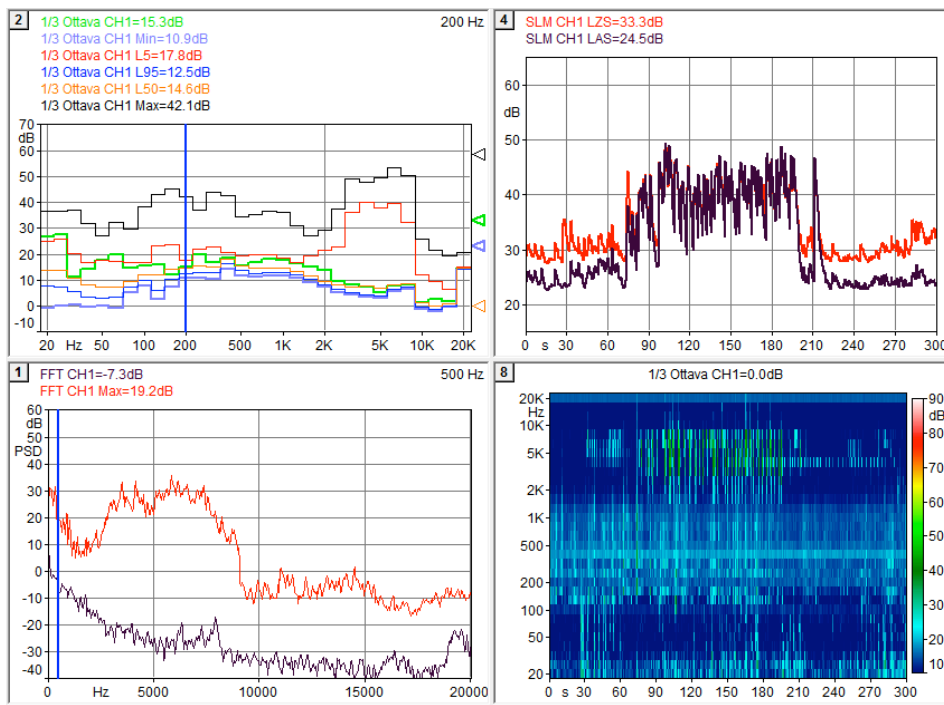


Figura 3 - Nelle bande inferiori a 80 Hz il livello è prossimo a 0 dB; da 2 a 10 kHz sono visibili canti di uccelli.

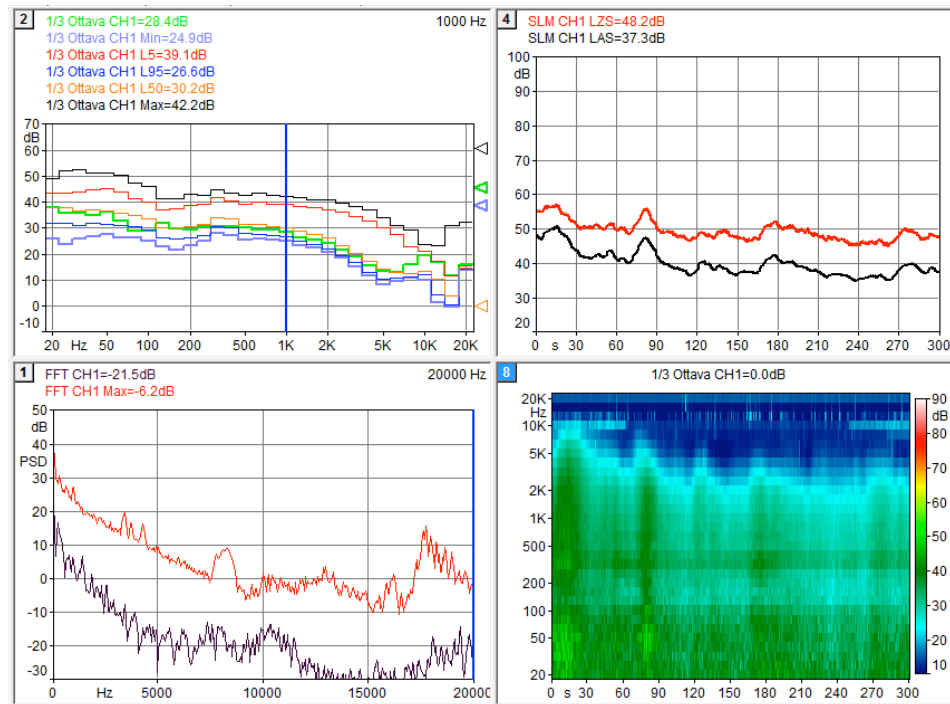


Figura 4 - Registrazione in condizioni di brezza che provoca l'aumento del rumore sia a bassa frequenza che ad alta frequenza a causa dello stormire delle foglie. Nelle bande superiori a 10 kHz sono presenti suoni di ortotteri.

#### 4. Discussione e conclusioni

Negli ambienti naturali lontani da insediamenti urbani o industriali e lontani da infrastrutture di trasporto è normale aspettarsi un basso livello di rumore antropico. E' tuttavia frequente, soprattutto in alta montagna, la percezione del rumore a bassa frequenza di origine stradale pressochè continuo proveniente dalla viabilità del fondovalle e il rumore occasionale di veicoli in transito in strade vicine. Nell'area scelta per la ricerca, ben schermata da percorsi stradali, si ha una profonda e continua percezione di silenzio nonostante i ronzii degli insetti in volo, il rumore dello stormire delle foglie mosse dal vento, e il rumore delle acque correnti percepibile quando ci si avvicina ai corsi d'acqua. Dalle misure effettuate emerge un basso livello di rumore nelle frequenze più basse e sembra che questo sia fondamentale nel generare la percezione di "profondo silenzio". La scelta dei punti di misura non è banale; la presenza pressochè continua di suoni e rumori di origine biologica e geofisica pone la necessità di misure estese nel tempo per avere un preciso quadro spettro-statistico dell'ambiente acustico.

L'area della riserva e le aree adiacenti, grazie alla mancanza di insediamenti umani, e soprattutto di mezzi a motore, mostra livelli di rumore estremamente bassi con l'assenza di rumore antropico di origine terrestre, ma una ripetitiva presenza del rumore dei passaggi degli aerei. In questo contesto emerge il rumore prodotto dagli aerei che pervade anche le aree naturali più remote. Sulle rotte più frequentate la frequenza dei passaggi aerei è molto elevata e ciascun passaggio aereo diventa particolarmente avvertibile a causa del basso rumore a bassa frequenza. Nei vari passaggi aerei si nota una grande diversità di livello e composizione spettrale con un contrasto dinamico che talvolta supera i 60 dB nelle bande inferiori a 500 Hz.

La RNI di Sassofratino è risultata un'area naturale con elevata ricchezza e diversità di suoni biologici e particolarmente silenziosa per quanto riguarda il rumore di origine

antropica. In questo contesto particolare si possono effettuare studi sulle distanze di comunicazione degli animali, uccelli in particolare, e sul disturbo dovuto a eventi transienti quali i passaggi aerei. Gli studi futuri saranno orientati a valutare su periodi temporali più estesi e in diverse stagioni il livello di rumore dovuto ai passaggi degli aerei e a determinare eventuali fenomeni di mascheramento dei segnali biologici o di alterazione delle modalità di canto. I dati risultanti da questa RNI saranno inoltre confrontati con le misure di rumore effettuate in altre aree protette e non protette, anche caratterizzate da diversi livelli di attenuazione del rumore di origine “lontana” dovuti alla conformazione del territorio e alla copertura vegetale. In questo contesto diventa anche importante rendere oggettiva la percezione di “silenzio profondo” e valutare in modo più accurato la percezione umana del rumore a bassa frequenza.

### 5. Ringraziamenti

Questa ricerca è stata resa possibile dal finanziamento SABIOD del CNRS (F) e dal supporto fornito dal Corpo Forestale dello Stato, in particolare dell’UTB di Pratovecchio, che ha autorizzato l’accesso alla Riserva Naturale Integrale e che ha messo a disposizione personale e mezzi per raggiungere luoghi difficilmente accessibili. Si ringrazia la società Spectra, in particolare Alberto Armani, per il supporto tecnico e la società PCB Piezotronics per avere offerto in prova i propri microfoni.

### 6. Bibliografia

- [1] Pavan G., *Bioacustica e Ecologia acustica*. In “ACUSTICA. Fondamenti e applicazioni”, Renato Spagnolo (a cura di), UTET Università, Torino (2015), pp. 803-828
- [2] Pijanowski B.C., Villanueva-Rivera L.J., Dumyahn S.L., Farina A., Krause B.L., Napoletano B.M., Gage S.H., Pieretti N., *Soundscape Ecology: The Science of Sound in the Landscape*, BioScience, **61-3** (2011), pp. 203-216
- [3] Fristrup K.M., Mennitt D., *Bioacoustical monitoring in terrestrial environments*, Acoustics Today, **8-3** (2012), pp. 16-24
- [4] Laiolo P., *The emerging significance of bioacoustics in animal species conservation*, Biological Conservation, **143** (2010), pp. 1635-1645
- [5] McGregor P.K., Horn A.G., Marty L., Leonard M.L., Thomsen F., *Anthropogenic Noise and Conservation*, in “Animal Communication and Noise”, Brumm H. Editor, Springer (2013), pp. 409-444
- [6] Pavan G., Favaretto A., Bovelacci B., Scaravelli D., Macchio S., Glotin H., *Bioacoustics And Ecoacoustics Applied To Environmental Monitoring And Management*. Rivista Italiana di Acustica, **39-2** (2015), pp. 68-74
- [7] Crudele G., *Sasso Fratino. Considerazioni e riflessioni di un preservazionista già Guardia del Corpo Forestale dello Stato*, Quad. Studi Nat. Romagna, **28** (2009), pp. 181-186
- [8] Obrist M.K., Pavan G., Sueur J., Riede K., Llusia D. and Márquez R., *Bioacoustic approaches in biodiversity inventories*. In: “Manual on Field Recording Techniques and Protocols for All Taxa Biodiversity Inventories”, Abc Taxa, **8** (2010), pp. 68-99
- [9] Sueur J., Pavoine S., Hamerlynck O., Duvail S., *Rapid acoustic survey for biodiversity appraisal*, PloS One, **3**, e4065 (2008)
- [10] Towsey M. et al., *Ecology and acoustics at a large scale*, Ecological Informatics, **21** (2014), pp. 1-3