

## IL RUOLO DEL “SILENZIO” NEGLI ECOSISTEMI D’ALTA QUOTA: PASSEGGIATE SONORE NEL PARCO NAZIONALE DEL GRAN PARADISO

Giorgia Guagliumi (1), Christian Tibone (2), Ilaria Grecchi (1), Giovanni Brambilla (1), Roberto Benocci (1), Giovanni Zambon (1), Valentina Zaffaroni-Caorsi (1)

1) Dipartimento di Scienze dell’Ambiente e della Terra, Università degli Studi di Milano-Bicocca, Milano (IT), g.guagliumi@campus.unimib.it, i.grecchi@campus.unimib.it, giovanni.brambilla@unimib.it, roberto.benocci@unimib.it, giovanni.zambon@unimib.it, valentina.zaffaronicaorsi@unimib.it  
2) Agenzia per la Protezione dell’Ambiente della Valle d’Aosta, Saint-Christophe (AO), c.tibone@arpa.vda.it

### SOMMARIO

Il contributo analizza il ruolo del “silenzio” negli ecosistemi d’alta quota attraverso il confronto tra due contesti alpini del Parco Nazionale del Gran Paradiso, accomunati dal contesto di tutela ma distinti per assetto ecoacustico e differente riconoscimento nell’ambito delle “zone silenziose”. L’approccio integra descrittori psicoacustici e valutazioni percettive per esplorare le relazioni tra criteri normativi e qualità del paesaggio sonoro.

### 1. Introduzione

Negli ultimi anni, il paesaggio sonoro ha assunto un ruolo sempre più rilevante nella comprensione della qualità ambientale, in particolare nelle aree naturali e protette, dove l’esperienza acustica contribuisce in modo significativo alla percezione del luogo e alla qualità della fruizione [1]. In tali contesti, il suono non rappresenta soltanto un parametro fisico, ma una componente fondamentale dell’esperienza multisensoriale e dei servizi ecosistemici culturali [2].

In tempi recenti, il rumore antropogenico ha acquisito un crescente riconoscimento come fattore di pressione ambientale, mettendo in luce come anche le Aree Naturali Protette possano essere soggette a processi di alterazione della qualità sonora, con implicazioni sia ecologiche sia percettive [3]. Il suono, quindi, assume una duplice valenza: indicatore della qualità ambientale e risorsa per una fruizione sostenibile del territorio [4].

In tale contesto, si inserisce la crescente attenzione normativa verso la tutela delle cosiddette “zone silenziose”, introdotte dalla Direttiva 2002/49/CE e successivamente declinate, in ambito nazionale, nel Decreto Direttoriale MiTE n. 16/2022. Tale approccio si fonda prevalentemente su criteri oggettivi, tra cui l’utilizzo di indicatori energetici quali il  $L_{den} (\leq 50 \text{ dB(A)})$ , unitamente a parametri territoriali. Tuttavia, tali criteri risultano limitati, in quanto non considerano direttamente la dimensione percettiva del paesaggio sonoro, pur riconosciuta implicitamente dalla normativa attraverso l’introduzione di criteri facoltativi legati al soundscape. In questa prospettiva, il “silenzio” non può essere interpretato come semplice assenza di energia sonora, ma come una qualità emergente del paesaggio acustico, dipendente dalle caratteristiche ambientali e dalle sorgenti sonore presenti [5]. Una simile impostazione assume particolare rilevanza negli ecosistemi d’alta quota, dove configurazioni ecoacustiche differenti possono generare esperienze percettive profondamente diverse.

Il presente lavoro si propone di indagare il ruolo del “silenzio” negli ecosistemi d’alta quota attraverso il confronto tra due contesti alpini caratterizzati da differenti configurazioni ecoacustiche, ponendo in relazione la definizione normativa di “zona silenziosa” con l’esperienza percettiva del paesaggio sonoro.

### 2. Materiali e metodi

#### 2.1 Area di studio

Le attività di campo sono state condotte nell’estate 2025 (26 luglio e 24 agosto) all’interno del Parco Nazionale del Gran Paradiso, area inclusa nella rete Natura 2000 (Figura 1). Sono stati selezionati due siti alpini, accomunati dal contesto di tutela ma caratterizzati da differenti configurazioni ecoacustiche e da un diverso inquadramento normativo rispetto alla definizione di “zona silenziosa”.

Il primo sito è rappresentato dall’area del Colle del Nivolet (2612 m s.l.m.), valico alpino situato nelle Alpi Graie, sul versante valdostano della Valsavarenche. Durante la stagione estiva, l’area risulta facilmente accessibile tramite la strada provinciale SP50 ed è interessata da un’intensa frequentazione turistica, con conseguente incremento delle pressioni antropiche; ciononostante, il contesto è stato individuato come potenziale zona silenziosa. Il percorso di indagine ha interessato ambienti eterogenei, comprendenti aree in prossimità di infrastrutture (parcheggio e rifugio), contesti lacustri, praterie alpine e settori caratterizzati dalla presenza di corsi d’acqua.

Il secondo sito è localizzato nel Vallone di Sort, nel comune di Rhêmes-Notre-Dame, sulla destra orografica della Dora di Rhêmes, ed è accessibile dalla località Bruil (1723 m s.l.m.). L’area, individuata dal Comune come zona silenziosa, è caratterizzata da ambienti forestali a conifere e da ampi spazi aperti d’alta quota (fino a circa 2970 m s.l.m.), con una limitata incidenza di pressioni antropiche. Il percorso si sviluppa dal contesto del borgo montano verso ambienti progressivamente più naturali e isolati, configurando condizioni di immersione acustica prevalentemente dominate da componenti naturali.

#### 2.2 Passeggiate sonore

Le passeggiate sonore sono state adottate come metodo percettivo strutturato per l’esplorazione del paesaggio acustico, integrando valutazioni soggettive e misure acustiche in conformità con la norma ISO 12913-2:2018 [6]. Le attività si sono svolte lungo percorsi predefiniti, articolati in 5-6 punti di sosta, e hanno coinvolto complessivamente circa 42 partecipanti, organizzati in piccoli gruppi e accompagnati da una guida ufficiale del Parco e da un team di ricerca composto da personale dell’Università di Milano-Bicocca e di ARPA Valle d’Aosta, il quale era incaricato di fornire istruzioni preliminari e di coordinare le fasi di ascolto e di registrazione del paesaggio sonoro.

In corrispondenza dei punti di sosta, ai partecipanti è stato richiesto di orientarsi nella medesima direzione, mantenere il silenzio per una durata di due minuti e focalizzare l'attenzione sull'ambiente sonoro circostante. Al termine di ciascuna sessione di ascolto, i partecipanti hanno compilato un questionario coerente con protocolli già adottati nell'ambito del progetto LiveSound [8], e fondato sugli attributi percettivi del paesaggio sonoro definiti nell'ambito del Soundscape Attributes Translation Project (SATP).

Durante le sessioni di ascolto sono state effettuate registrazioni binaurali (48 kHz, 24 bit) mediante sistema mobile SQobold (HEAD Acoustics), successivamente elaborate tramite software ArtemiS SUITE. La partecipazione è avvenuta su base volontaria, previa acquisizione del consenso informato in conformità al Regolamento (UE) 2016/679.



Figura 1 – Aree di studio e tracciati delle passeggiate sonore: Vallone di Rhêmes (sinistra) e Colle del Nivolet (destra). Le linee continue rappresentano i percorsi, mentre i punti indicano le stazioni di ascolto.

### 2.3 Analisi dei dati acustici e percettivi

I segnali audio acquisiti saranno elaborati mediante il software ArtemiS SUITE (HEAD Acoustics) al fine di estrarre descrittori acustici e psicoacustici rappresentativi dell'esperienza uditiva, in coerenza con le indicazioni della norma ISO 12913-3:2019 [7]. Per ciascun campione sonoro saranno calcolati, previa mediazione dei canali binaurali, i principali parametri descrittivi, tra cui livello sonoro, loudness, sharpness, roughness, fluctuation strength e tonality, oltre allo spettro in bande di terzo d'ottava.

Parallelamente, sarà predisposto un database integrato contenente le risposte ai questionari somministrati durante le passeggiate sonore, gli indicatori psicoacustici derivati dalle registrazioni binaurali e i dati meteorologici acquisiti dalle centraline più prossime ai siti di indagine, al fine di consentire un'analisi congiunta delle componenti fisico-acustiche, percettive e ambientali.

In una prima fase, saranno condotte analisi descrittive finalizzate a caratterizzare il campione di partecipanti sotto il profilo socio-demografico e a delineare le principali tendenze nelle risposte percettive. Le valutazioni affettive del paesaggio sonoro saranno quindi rappresentate secondo il modello circonflesso

proposto dalla norma ISO/TS 12913-3:2019 (Allegato A, Metodo A).

L'analisi complessiva sarà finalizzata a esplorare le relazioni tra descrittori acustici, configurazioni ecoacustiche e risposte percettive, con particolare attenzione alle differenze tra i due contesti di studio, indagando le possibili correlazioni tra i principali parametri psicoacustici e le variabili percettive.

### 3. Prospettive di analisi

Alla luce dell'impostazione metodologica adottata, si prevede che i due contesti indagati, pur rientrando nella definizione normativa di "zona silenziosa", presentino configurazioni ecoacustiche e percettive differenti. In particolare, si ipotizza che la diversa composizione delle sorgenti sonore, con prevalenza di componenti geofoniche nel sito d'alta quota e maggiore presenza di biofonia nel contesto forestale, possa influenzare in modo significativo la qualità percepita del paesaggio sonoro.

In questo senso, l'analisi congiunta dei descrittori psicoacustici e delle risposte percettive consentirà di esplorare in che misura ambienti caratterizzati da livelli energetici comparabili possano generare esperienze acustiche non equivalenti, in linea con quanto evidenziato in letteratura circa il ruolo della percezione nella definizione del paesaggio sonoro [5].

Si prevede inoltre che l'integrazione tra indicatori fisico-acustici e valutazioni percettive possa fornire elementi utili per una lettura più articolata del concetto di "silenzio" in ambiente naturale, coerentemente con gli approcci che considerano il paesaggio sonoro come componente dei servizi ecosistemici culturali [2].

### 4. Conclusioni

Il presente contributo intende offrire una riflessione sul ruolo del "silenzio" negli ecosistemi d'alta quota, evidenziando la necessità di affiancare ai criteri normativi basati su indicatori energetici una considerazione esplicita della dimensione percettiva del paesaggio sonoro.

In tale prospettiva, l'approccio integrato adottato si propone come strumento utile per una più completa interpretazione delle zone silenziose, contribuendo al dibattito sull'integrazione tra valutazioni acustiche e soundscape nella gestione delle aree naturali protette.

### 5. Bibliografia

- [1] Sun C., Meng Q., Yang D., Wu Y., *Soundwalk path affecting soundscape assessment in urban parks*, *Frontiers in Psychology*, **13** (2023), 1096952
- [2] Gozzi G., Torresin S., Badan L., *Soundscape across mountains and cities: A linguistic study in the Trentino region*, *Acoustics*, **8** (2026),
- [3] Oberman T., Latini A., Aletta F., Gozzi G., Kang J., Torresin S., *Human sounds and associated tonality disrupting perceived soundscapes in protected natural areas*, *Scientific Reports*, **15** (2025), 28759
- [4] Malec M., Kędzior R., Ziernicka-Wojtaszek A., *The method of soundscape naturalness curves in the evaluation of mountain trails of diversified anthropopressure - Case study of Korona Beskidów Polskich*, *Sustainability*, **15** (2023), 723
- [5] Ferrari R., Rufp R., Reutz B., *Alpine soundscapes: sounds and their consequences for perceived recreational quality - A case study of two regional nature parks (Beverin Nature Park and Parc Ela, Switzerland)*, *Journal on Protected Mountain Areas Research and Management*, **15** (2023)
- [6] ISO 12913-2:2018, *Acoustics - Soundscape - Part 2: Data collection and reporting requirements*
- [7] ISO/TS 12913-3:2019, *Acoustics - Soundscape - Part 3: Data analysis*
- [8] Grecchi I., Guagliumi G., Azzimonti O., Costarelli I., Sibilia A., Brambilla G., Zaffaroni-Caorsi V., *Walk and listen: A multidimensional study on the soundscape of a University District*, *PLOS ONE*, **21** (2026), e0343065