

## VALUTAZIONE DELLA TRANQUILLITÀ NELLE AREE URBANE E PERCEZIONE AUDIO-VISIVA

Gaetano Licitra (1), Luca Fredianelli (2)

1) ARPAT, Via G. Marradi 114, 57125 Livorno, g.licitra@arpat.toscana.it

2) Dipartimento di Fisica Università di Pisa, Largo Bruno pontecorvo 3, 56127, Pisa. fredianelli@df.unipi.it

### SOMMARIO

614 persone sono state intervistate a Pisa (Italia) in merito alla percezione acustica e visiva che essi hanno nelle aree quiete urbane allo scopo di identificare e quantificare i parametri che influenzano la percezione della tranquillità nel soundscape. Su tali basi è stato proposto un modello lineare che predice la tranquillità percepita in diversi ambienti, in base alle loro caratteristiche visive e acustiche al fine di individuare le aree tranquille in ambito urbano. La tranquillità percepita è quindi proposta come un indicatore per identificare le aree quiete nell'ambiente urbano in accordo con la Direttiva Europea 49/2002/CE.

### 1. Introduzione

Il rumore ambientale è solitamente valutato in termini di esposizione al rumore, ovvero alla quantità di energia sonora percepita. Tuttavia un approccio diverso consiste nello studiare il rumore non soltanto da un punto di vista quantitativo, ma anche qualitativo attraverso le soundwalks, eseguite per studiare il soundscape (paesaggio sonoro). L'analisi del soundscape è un buon metodo per identificare aree urbane quiete, dove le persone possono facilmente sfuggire allo stress quotidiano tipico della vita moderna. La possibilità di accedere ad ambienti naturali è stata collegata a benefici quali un maggiore benessere ed un più veloce recupero dalla malattia [1]. Paesaggio e fattori esterni influenzano il soundscape e le aree quiete, ma a volte a volte la qualità visiva percepita degli ambienti è più importante della qualità uditiva percepita nelle valutazioni complessive [2]. Di conseguenza, alcuni studi si sono focalizzati sul tipo di suoni che influenzavano la tranquillità percepita, ovvero la qualità o lo stato di essere tranquillo, calmo, sereno e senza preoccupazioni [3,4]. Per identificare ambienti tranquilli, Watts ha implementato il rating di tranquillità (TR), un metodo basato su mappe acustiche, misure brevi, software di previsione del rumore e un rilevamento fotografico della presenza naturale e delle caratteristiche contestuali [5]. Il presente lavoro utilizza un questionario più accurato per valutare il diverso tipo di paesaggi sonori negli ambienti urbani [6]. In modo diverso rispetto ad altri studi, il presente è focalizzato in particolare sui questionari e sull'analisi dei loro risultati. Per questo motivo, un gran numero di partecipanti, 614 persone, è stato intervistato per vedere come l'ambiente acustico viene percepito dagli individui e per proporre un metodo basato sulla percezione della tranquillità per l'individuazione di aree quiete all'interno di quelle urbane. Lo scopo del lavoro è identificare e quantificare gli effetti dei parametri che influenzano la percezione della tranquillità. Infine, viene proposto un modello lineare in grado di prevedere la tranquillità percepita in diversi ambienti, in base alle loro caratteristiche visive e acustiche.

### 2. Materiali e metodi

Lo studio è stato effettuato a Pisa, una città che ha la particolarità di essere interessata dal rumore aeroportuale [7] e ferroviario [8].

Le aree identificate all'interno dei confini della città di Pisa per essere indagate sono state nove, di cui sei sono lontane dalle strade principali e hanno caratteristiche naturali e/o storiche,

quindi sono eleggibili ad aree quiete secondo la Direttiva 2002/49/CE: Giardino Scotto (GS); Orto Botanico (OB); Piazza Cavalieri (PC); Piazza Dante (PD); Piazza Martiri della Libertà (PM); Piazza dei Miracoli (TO); San Paolo (SP); Piagge (PG); Piazza Vittorio Emanuele (VE).

614 cittadini sono stati scelti casualmente e intervistati da un singolo operatore all'interno delle nove aree, utilizzando l'approccio diretto di un questionario standardizzato e domande orali. Il questionario somministrato è di tipo strutturato, a risposta predefinita o multipla su una scala di 5. Il questionario è principalmente diviso in tre parti: la prima parte, compilata dall'intervistatore, fornisce una caratterizzazione del sito e delle condizioni meteorologiche, la seconda si concentra sulla descrizione e sulla valutazione del sito da parte dell'intervistato e la terza parte fornisce una descrizione generale dell'intervistato (sesso, classe di età, livello di istruzione, sensibilità al rumore), le loro abitudini di visita in loco (frequenza, mezzi utilizzati, durata del viaggio) e rumorosità del loro luogo di origine.

In Tab. 1 è riportata la distribuzione del campione per sesso e classi di età, e la distribuzione del campione per sesso e livello di istruzione classificati come: I: istruzione primaria; II: scuola media; III: scuola superiore; IV: laurea triennale / master; V: dottorato. o equivalente.

Tabella 1 - Campione (% del totale) per sesso, età e grado d'istruzione.

Sesso	Classi di età					
	16-18	18-26	27-35	36-50	51-65	>65
M	2.8	17.1	8.1	6.4	6.5	4.1
F	5.4	22.6	8.8	8.4	7.2	2.6

  

Sesso	Livello di istruzione				
	I	II	III	IV	V
M	0.3	7.4	23.5	12.2	1.6
F	1.3	8.8	27.5	14.8	2.6

La caratterizzazione acustica dell'ambiente è stata effettuata attraverso misure di rumore effettuate durante ogni sessione di intervista con strumenti di Classe I, consentendo così un confronto tra l'inquinamento acustico e la valutazione percettiva fornita dagli utenti. Successivamente tutte le risposte ai questionari sono state codificate e analizzate attraverso regressioni

multiple, al fine di fornire un modello lineare generalizzato (*glm*) in grado di prevedere i punteggi assegnati dagli intervistati sulla base di elementi oggettivi e misurabili. Gli elementi soggettivi (output) dei vari *glm* sono stati: tranquillità, rumorosità e piacevolezza.

### 3. Risultati

Il risultante modello per la predizione della tranquillità è riportato nella seguente equazione:

$$TS = 6.4 - 0.047 * L_{A10} + 0.189 * SSP - 0.189 * SSN - 0.514 * EVN$$

dove:

- TS è il tranquillity score e varia da 1 a 5;
- $L_{A10}$  è il livello di pressione sonora statistico ponderata A superato nel 10% del periodo di misura;
- SSP sono le sorgenti sonore valutate come positive (voci/passi di persone, acqua o rumore del vento, cinguettii di uccelli, musica);
- SSN sono le sorgenti di rumore valutate come negative (traffico stradale, aeromobili, macchinari, impianti o servizi);
- EVN sono gli elementi visivi valutati come negativi (auto in transito, auto parcheggiate, immondizia, cantieri).

Il valore dei coefficienti e il riepilogo del loro livello di significatività, come calcolato con la funzione *glm*, sono riportati nella Tabella 2. La bontà del fit è stata valutata considerando un valore pseudo-R2 per il modello lineare generalizzato, in particolare con il metodo Nagelkerke [9] pseudo-R2 = 0,38.

Tabella 2 – Valori dei coefficienti del modello.

Coefficienti	Stima	Std. Error	t Value	Pr(> t )	Signif. Code
Intercept	6.400	0.387	16.50	<2 × 10 <sup>-16</sup>	***
$L_{A10}$	-0.047	0.006	-6.936	1.03 × 10 <sup>-11</sup>	***
SSP	0.189	0.099	1.906	0.0572	*
SSN	-0.189	0.073	-2.551	0.0110	*
EVN	-0.514	0.086	-5.935	4.95 × 10 <sup>-9</sup>	***

Signif. codes: \*\*\* p ≤ 0.001 \*\* p ≤ 0.01 \* p ≤ 0.05.

I risultati dei questionari hanno mostrato che i suoni di origine naturale sono stati generalmente considerati fattori positivi per i luoghi da oltre l'80% degli intervistati, mentre i suoni di origine meccanici sono stati generalmente considerati fattori negativi di oltre il 90% degli intervistati. Questo è concorde con gli studi in letteratura, per cui gli elementi antropici possono essere considerati parzialmente positivi e parzialmente neutri, a seconda della destinazione d'uso del sito. Nel caso del presente studio la maggior parte dei siti era aree adibite a relax. Dal punto di vista dell'impatto visivo, per oltre il 70% degli intervistati sono risultati elementi positivi quelli naturali, come la vegetazione e l'acqua, ma anche i giochi per bambini o gli edifici o strutture antropiche coerenti con il sito. Al contrario, il transito delle automobili, i rifiuti e la presenza di cantieri sono stati considerati fattori negativi da oltre il 90% degli intervistati. La presenza di animali ha invece ricevuto in egual modo tutti e 3 i possibili giudizi (positivi, neutri e negativi).

In Tabella 3 sono riportati i risultati ottenuti nelle 9 aree indagate, dove il livello di rumore è la media ottenuta su 3 misu-

Tabella 3 – Tranquillity score,  $L_{A10}$  e numero di intervistati per ogni area

Area	n	$L_{A10}$ dB(A)	TS (1-5)
GS	87	61.5	3.9 ± 0.4
OB	85	52.8	3.9 ± 0.2
PC	49	67.9	2.8 ± 0.2
PD	50	57.8	3.5 ± 0.3
PM	51	56.4	3.5 ± 0.2
TO	109	57.0	3.7 ± 0.2
SP	36	60.2	3.3 ± 0.3
PG	110	55.3	3.9 ± 0.3
VE	47	65.4	3.5 ± 0.3

### 4. Conclusioni

Il modello lineare costruito a partire dai dati raccolti attraverso indagini socio-acustiche sul campo predice la percezione della tranquillità (TS), fornendo valori su una scala da 1 a 5. L'analisi ha evidenziato che il TS è correlato negativamente al livello statistico  $L_{A10}$  e alla presenza di sorgenti sonore o elementi visivi negativi. D'altra parte, la presenza di sorgenti sonore giudicate piacevoli è positivamente correlata alla tranquillità percepita. Nella scala dei cinque termini usati nella valutazione della tranquillità, i valori positivi sono "4" e "5". Su questa base si è suddiviso i valori assegnati alle 9 aree indagate nella categoria categorie "quieta", ovvero quelle con TS maggiori o uguali a 3.5, e "non quiete", ovvero quelle con TS inferiore a 3.5. La tranquillità percepita è proposta, in questo lavoro, come un indicatore per identificare le zone tranquille nell'ambiente urbano come previsto dalla Direttiva Europea 49/2002/CE. Con il modello ottenuto è quindi possibile prevedere quali aree possono essere percepite come quiete (TS>3.5) o meno.

Il lavoro presentato fornisce risultati che sono necessariamente il punto di partenza per ulteriori studi, focalizzati sulla convalida del metodo in diversi contesti o nell'identificazione di criteri oggettivi per determinare la presenza o l'assenza di sorgenti sonore o elementi visivi considerati positivi o negativi.

### 5. Bibliografia

1. Pheasant, R.J.; Kirill V. H.; Watts G. R. Tranquillity rating prediction tool (TRAPT). *Acoust. Bull.* 2010, 35, 18–24.
2. Nilsson, M.E.; Jeon, J.Y.; Rådsten-Ekman, M.; Axelsson, Ö.; Hong, J.Y.; Jang, H.S. A soundwalk study on the relationship between soundscape and overall quality of urban outdoor places. *J. Acoust. Soc. Am.* 2012, 131, 3474–3474.
3. Axelsson, Ö.; Mats E.N.; Berglund, B. A principal components model of soundscape perception. *J. Acoust. Soc. Am.* 2010, 128, 2836–2846.
4. Cain, R.; Jennings, P.; Poxon, J. The development and application of the emotional dimensions of a soundscape. *Applied Acoustics* 2013, 74, 232–239.
5. Watts, G.R.; Pheasant, R.J. Identifying tranquil environments and quantifying impacts. *Appl. Acoust.* 2015, 89, 122–127.
6. Cassina, L., Fredianelli, L., Menichini, I., Chiari, C., & Licitra, G. (2017). Audio-Visual Preferences and Tranquillity Ratings in Urban Areas. *Environments*, 5(1), 1.
7. Licitra, G.; Gagliardi, P.; Fredianelli, L.; Simonetti, D. Noise mitigation action plan of Pisa civil and military airport and its effects on people exposure. *Appl. Acoust.* 2014, 84, 25–36.
8. Licitra, G.; Fredianelli, L.; Petri, D.; Vigotti, M.A. Annoyance evaluation due to overall railway noise and vibration in Pisa urban areas. *Sci. Total Environ.* 2016, 568, 1315–1325.
9. Nagelkerke, N.J.D. A note on a general definition of the coefficient of determination. *Biometrika* 1991, 78, 691–692.