

IMPLICAZIONI PER LA SALUTE DEL RUMORE DA TRAFFICO

LE EVIDENZE SCIENTIFICHE MOSTRANO COME L'ESPOSIZIONE COSTANTE A LIVELLI ELEVATI DI RUMORE AMBIENTALE (IN PARTICOLARE QUELLO DA TRAFFICO STRADALE) PROVOCHI IMPATTI SIGNIFICATIVI IN TERMINI DI SALUTE FISICA E MENTALE, BENESSERE E SVILUPPO COGNITIVO. LA RIDUZIONE DEL RUMORE VA RICONOSCIUTA COME PRIORITÀ DI SALUTE PUBBLICA.

Un problema di salute pubblica sistematicamente sottovalutato

L'inquinamento acustico è rimasto a lungo ai margini dell'agenda di salute pubblica, trattato più come un fastidio che come un fattore di rischio. Eppure, le evidenze scientifiche accumulate negli ultimi decenni, in particolare per il rumore da traffico stradale, disegnano un quadro molto diverso.

L'esposizione ubiquitaria e costante a livelli elevati di rumore ambientale, soprattutto in contesti urbanizzati, fornisce giustificazione all'attenzione dedicata dall'epidemiologia a questo *stressor* che, nonostante meccanismi complessi da isolare ed effetti individuali modesti, rende conto di impatti significativi nella popolazione in termini di salute fisica, salute mentale, benessere e sviluppo cognitivo.

Secondo l'Agenzia europea dell'ambiente (Eea), nel 2021 sono state stimate in Europa oltre 100 milioni di persone (principalmente in grandi città) esposte a livelli di rumore da trasporto dannosi (≥ 55 dB L_{den}). In Italia, circa 14 milioni di persone sono esposte a livelli di rumore elevati. Inoltre, il nostro Paese è il terzo in Europa (dopo Francia e Germania) per numero di abitanti che sono stimati essere esposti a livelli dannosi di rumore derivante da attività industriali e da porti (circa 76.000 persone esposte a ≥ 55 dB L_{den}).

L'esposizione prolungata al rumore da traffico causa in Europa circa 73.120 decessi prematuri e 1,8 milioni di anni di vita in buona salute persi. In Italia, sono stimabili circa 10.000 decessi prematuri attribuibili all'esposizione a rumore ambientale a livelli dannosi, per un totale di circa 48.000 anni di vita in salute persi [1]. Si tratta di numeri paragonabili a quelli di altri grandi fattori di rischio ambientale, ma che raramente trovano adeguato spazio nelle strategie

di prevenzione clinica e nelle politiche sanitarie nazionali.

Come impatta il rumore sulla salute umana?

La ricerca epidemiologica ha progressivamente caratterizzato il ruolo del rumore ambientale nell'associazione con effetti a lungo termine sulla salute fisica, sul benessere mentale della popolazione e sulla qualità di vita, tramite studi longitudinali di coorte e ampie revisioni. Inoltre, studi meccanicistici (*noise reaction models*) hanno corroborato le ipotesi relative ai meccanismi fisiopatologici di sviluppo

degli esiti riscontrati. Infine, studi di intervento sull'uomo documentano come la riduzione dell'esposizione al rumore si possa accompagnare a miglioramenti di mediatori (biomarcatori e parametri fisiologici) lungo la catena fisiopatologica, rafforzando l'ipotesi causale [2]. Tra gli effetti diretti su cui c'è forte plausibilità figurano per esempio il tinnito e l'ipoacusia da trauma acustico. Questi effetti sono legati principalmente all'esposizione a livelli elevati di intensità acustiche, sia durante il giorno sia durante la notte, e al danneggiamento dell'apparato cocleare. Vi sono anche iniziali evidenze che associano anche l'esposizione residenziale (a lungo termine) a livelli elevati di rumore con danni uditivi permanenti, tramite

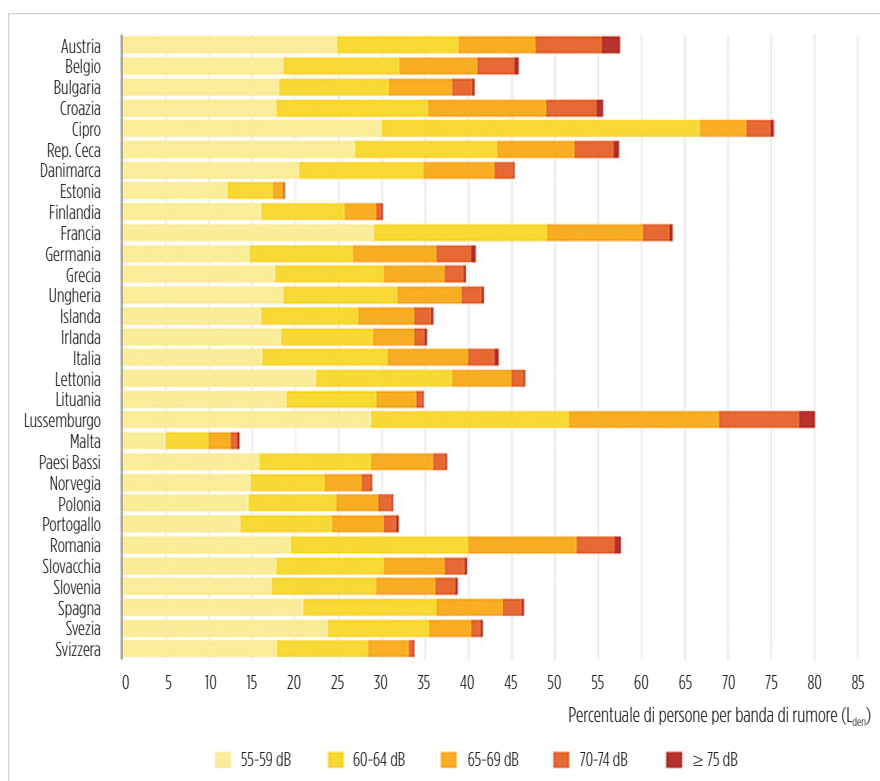


FIG. 1 ESPOSIZIONE AL RUMORE STRADALE
Percentuale stimata di abitanti nelle aree urbane nei diversi Paesi europei esposti a livelli di rumore da traffico stradale utilizzando l'indicatore L_{den} basato sulle soglie della direttiva europea sul Rumore ambientale.

Fonte: Eea, 2026

concorrenti meccanismi di natura indiretta.

Tra i meccanismi indiretti, legati a intensità anche inferiori si ritrovano la qualità del sonno (*sleep disturbance*) e l'associazione con la prevalenza di fastidio da rumore (*high annoyance*, definita come una risposta cognitiva, psicologica, comportamentale ed emozionale qualitativamente negativa), che esitano nello sviluppo di meccanismi parafisiologici di adattamento, come l'attivazione cronica di *pathway* neuroendocrini di stress e flogosi sistemica (iperattivazione dell'asse ipotalamo-pituitaria-adrenale, del sistema nervoso autonomo ortosimpatico e del sistema renina-angiotensina-aldosterone, con conseguente rilascio di catecolammine, citochine pro-infiammatorie e induzione di stress ossidativo). Le persone sottoposte a stress cronico da rumore sono di conseguenza a rischio di sviluppare disturbi mentali (ansia, depressione, condotte anticonservative e disturbi comportamentali).

Gli effetti indiretti dell'esposizione a rumore sono associati agli impatti più significativi nella popolazione. L'esposizione a rumore è stata associata a mortalità cardiovascolare, respiratoria e da tutte le cause, con un effetto robusto anche rispetto al controllo per altri inquinanti ambientali che possono co-occorrere negli ambienti di vita. Il complesso crocevia di disfunzioni sistemiche è il presupposto dell'associazione che è stata riscontrata anche con lo sviluppo di malattie metaboliche sistemiche come il diabete mellito di tipo 2 e l'obesità, con iniziali evidenze anche relative alle popolazioni pediatriche [3].

Tuttavia, il principale impatto sulla salute pubblica dell'esposizione a rumore sono gli effetti cardiovascolari, sia in termini di morbilità sia in termini di mortalità. Il rumore ambientale è infatti fortemente associato allo sviluppo di numerose patologie cardiovascolari [4], tra cui le coronaropatie ischemiche (comprese quelle acute, come infarti del miocardio), insufficienza cardiaca, aritmie (inclusa la fibrillazione atriale) e ictus. L'alterazione dei ritmi circadiani e le disregolazioni sistemiche sono alla base dello sviluppo di condizioni predisponenti come aterosclerosi e ipertensione arteriosa, disfunzione endoteliale e iperattivazione ortosimpatica.

Una meta-analisi del 2025 basata su oltre 8,4 milioni di individui ha stimato per ogni 10 dB di L_{den} incrementi di RR

pari a 1,017 per la cardiopatia ischemica, 1,029 per l'infarto miocardico e 1,025 per l'ictus, con stime sistematicamente più elevate negli studi a basso rischio di bias nella stima dell'esposizione [5].

Questi meccanismi non operano in isolamento rispetto ad altri *stressor* ambientali co-occorrenti (come l'inquinamento atmosferico da $PM_{2,5}$): uno studio trasversale ha suggerito come l'associazione tra rumore elevato e prevalenza di ipertensione (un *endpoint* intermedio condiviso nella patogenesi di molteplici altri esiti di salute) venga amplificata in co-esposizione con NO_2 e $PM_{2,5}$, suggerendo un'interazione additiva, se non sinergica, tra i principali *stressor* ambientali di origine veicolare. La maggior parte degli studi epidemiologici ha cercato di separare i due contributi attraverso aggiustamenti statistici e i risultati suggeriscono che l'associazione del rumore con gli esiti cardiovascolari è in larga misura indipendente dall'inquinamento atmosferico, pur nella difficoltà metodologica di tale separazione. Una revisione sistematica ha documentato come le stime di rischio per rischi cardiaci delle linee guida Oms 2018 [6] potessero risultare conservative rispetto a più recenti evidenze epidemiologiche caratterizzate da una maggiore precisione nell'assegnazione dell'esposizione individuale.

La prevenzione dell'inquinamento acustico nella normativa

Le normative nazionali e comunitarie, sempre di più, si stanno orientando a interpretare la natura del rischio portato dal rumore come un effetto non limitato al breve termine in seguito a significative esposizioni di picco causanti esclusivamente traumi acustici, ma come un ubiquitario *stressor* che agisce disregolando l'omeostasi dell'organismo e cumulando effetti sulla salute umana anche nel lungo termine, con una forte rilevanza di salute pubblica. In Italia, per esempio, il rumore viene normato per quanto riguarda le esposizioni limite sia in ambienti di lavoro sia in contesti ricreativi. Un'ulteriore norma va a definire, inoltre, i valori limite di emissione delle sorgenti sonore nel territorio, sulla base della categorizzazione in classi di attività umana e di uso residenziale delle aree in cui esso è suddiviso.

A questo impianto normativo si è progressivamente affiancato

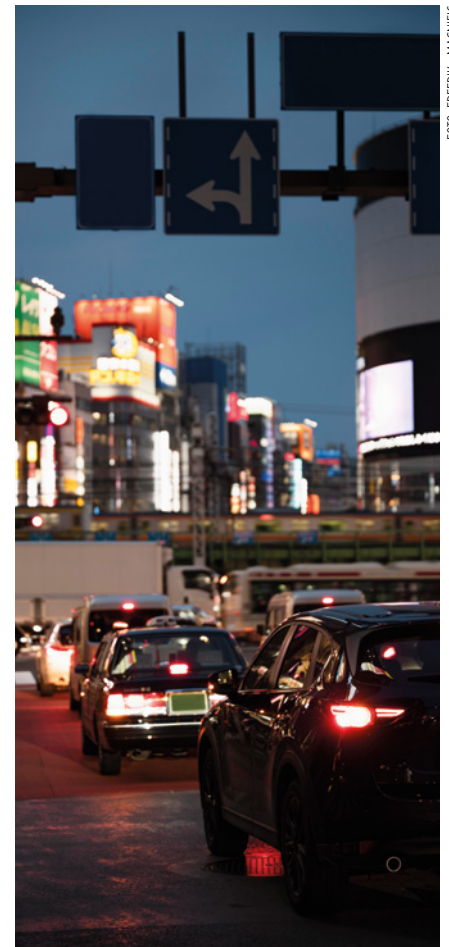


FOTO: FREEPIK - MAGNIFIC

l'adeguamento alla direttiva sul Rumore ambientale [7], recepita dall'Italia nel 2005, che negli anni ha uniformato sul territorio comunitario le metodologie di identificazione, valutazione e di reporting dell'esposizione sul lungo termine della popolazione al rumore ambientale, in parallelo allo sviluppo di nuove evidenze sugli effetti e del miglioramento delle capacità di caratterizzazione dell'esposizione, promuovendo la creazione di piani quinquennali di contenimento delle esposizioni dannose per la salute e le valutazioni di impatto dell'inquinamento acustico derivante da attività umane, come trasporti (traffico veicolare, ferroviario e aereo), industria e attività ricreative.

I limiti di esposizione al rumore in vigore in Europa e le linee guida Oms del 2018 – che raccomandano per esempio una media annua inferiore a 53 dB L_{den} (e 45 dB L_{night}) per il rumore stradale – sono ancora lontani dall'essere rispettati in molte aree urbane [6]. Un recente rapporto Eea [1] ha ribadito l'urgenza di aggiornare le politiche di controllo del rumore in coerenza con le nuove evidenze epidemiologiche, integrando la salute acustica nelle strategie di pianificazione urbana e nella valutazione di impatto sulla salute dei progetti infrastrutturali.

Implicazioni per la salute pubblica e strategie di mitigazione

Il contenimento del rumore ambientale rappresenta, per la salute pubblica, un'occasione per contrastare la determinazione di inequità distributive e procedurali: le persone più povere, malnutrite, con educazione formale minore o con posizione socioeconomica peggiore potrebbero essere esposte a livelli di rumore ambientale da trasporti e da industrie maggiori e avere abitazioni inadatte a isolare adeguatamente i suoni. Inoltre, potrebbero avere meno accesso a luoghi silenziosi come spazi verdi e avere meno capacità di incidere su come eventuali inequità vengono generate, mantenute o contrastate.

La caratterizzazione dell'effetto dell'inquinamento acustico sulla salute umana necessita di ulteriori ricerche, in particolare in relazione agli effetti dell'esposizione a rumore ricreazionale, alle turbine eoliche e all'associazione di altri esiti di salute (per esempio *annoyance*, salute riproduttiva, sintomatologia otologica/acustica). Tuttavia, le evidenze disponibili sono già sufficienti per migliorare la valutazione degli impatti dell'inquinamento atmosferico e per implementare misure di controllo del rumore, in particolare se associate a co-benefici.

Tra le misure di controllo del rumore negli ambienti di vita figurano, per esempio, la riduzione dell'utilizzo di mezzi privati a combustione interna (che determinano maggiore inquinamento acustico soprattutto a velocità inferiori, dato che a maggiori velocità la componente dominante del rumore generato è legata all'attrito tra pneumatici e asfalto) o ridurre i limiti di velocità nelle zone cittadine ad alta densità di popolazione (~1 dB(A) ogni 10 km/h di riduzione, più marcata per riduzioni di limiti elevati). La combinazione di elettrificazione, implementazione di asfalti e pneumatici fonoassorbenti, riduzione del parco mezzi privati (tramite stimolo alle infrastrutture ciclabili e trasporto collettivo) potrebbe generare riduzioni sinergiche del rumore, dell'inquinamento atmosferico e dell'inattività fisica.

Altre misure infrastrutturali per contenere il rumore possono essere date dal miglioramento dell'assorbimento delle superfici (comprese le finestre), l'installazione di più barriere nelle aree ad alti flussi di traffico e la pianificazione urbana volta a divergere il traffico dalle

zone popolate e l'organizzazione degli edifici che permetta di avere facciate meno esposte. L'adozione di infrastrutture verdi ha come co-beneficio la generazione di luoghi silenziosi (*quiet places*) dove è possibile fornire temporaneo sollievo dall'esposizione a rumore. Il verde urbano svolge un ruolo che va oltre l'estetica: attutisce il rumore, filtra gli inquinanti, incoraggia l'attività fisica e, secondo studi epidemiologici, è associato a una riduzione della morbosità e della mortalità cardiovascolare e oncologica. Una gestione attenta e manutenzione di binari (molatura), freni dei treni e l'installazione di binari assorbenti le vibrazioni o barriere può garantire la riduzione del rumore generato dal traffico ferroviario. Il contenimento del rumore da traffico aereo potrebbe beneficiare dell'utilizzo di un *routing Gps* orientato a evitare le zone più popolate. Sia per il traffico ferroviario sia per quello aereo, una riduzione del traffico notturno o delle velocità in zone abitate potrebbe fornire benefici nell'ambito degli impatti sulla salute umana.

Il caso del programma *Superblocks* di Barcellona è l'esempio più citato di intervento di contenimento del traffico veicolare: riduzione del 19% del traffico, calo del 24% del NO₂, incremento del verde urbano dal 6,5% al 19,6% e abbassamento del rumore stradale di 2,9 dB in media.

Conclusioni

Il rumore da traffico stradale è un fattore di rischio ambientale rilevante per la salute, con effetti dimostrati su numerosi esiti di salute, in particolare cardiovascolari. I meccanismi biologici di plausibilità sono ben caratterizzati e in larga misura condivisi con quelli dell'inquinamento atmosferico, a partire dall'attivazione cronica dei meccanismi di risposta a stress. Le politiche di mitigazione esistono e producono risultati misurabili, come dimostra l'esperienza di alcune città europee. Ciò che ancora manca è il riconoscimento sistematico del rumore come priorità di salute pubblica, la sua integrazione nelle valutazioni di impatto sanitario e l'allocazione di risorse adeguate alla sua riduzione, con un'attenzione esplicita alle disuguaglianze di esposizione e alle popolazioni più vulnerabili.

Simone Agostini¹, Carla Ancona², Andrea Ranzi³

1. Scuola di specializzazione in Igiene e medicina preventiva, Università di Bologna; Arpa Emilia-Romagna
2. Dipartimento di Epidemiologia, Ssr del Lazio, ASL Roma1
3. Arpa Emilia-Romagna

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Eea, 2026, *Environmental noise in Europe 2025*, June 23, 2025. Accessed May 14, 2026, www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/environmental-noise-in-europe-2025
- [2] Sørensen M., Pershagen G., Thacher J.D. et al., 2024, "Health position paper and redox perspectives - disease burden by transportation noise", *Redox Biol.*, 2024;69:102995, doi:10.1016/j.redox.2023.102995
- [3] Gui S.Y., Wu K.J., Sun Y. et al., 2022, "Traffic noise and adiposity: a systematic review and meta-analysis of epidemiological studies", *Environ Sci Pollut Res.*, 2022;29(37):55707-55727, doi:10.1007/s11356-022-19056-7
- [4] Minkin M., Woodland L., Williams O.A. et al., 2025, "Revisiting the association between transportation noise and heart disease reported in the World health organization environmental noise guidelines for the European region: a systematic review and meta-analysis", *Environ Int.*, 2025;202:109667. doi:10.1016/j.envint.2025.109667
- [5] Pershagen G., Pyko A., Aasvang G.M. et al., 2025, "Road traffic noise and incident ischemic heart disease, myocardial infarction, and stroke: a systematic review and meta-analysis", *Environ Epidemiol.*, 2025;9(3):e400, doi:10.1097/EE9.000000000000400
- [6] Who Regional Office for Europe, 2018, *Who Regional Office for Europe, Environmental noise guidelines for European region*, www.who.int/europe/publications/i/item/9789289053563
- [7] European Parliament, Council of the European Union, 2002, *Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise - Declaration by the Commission in the Conciliation Committee on the Directive relating to the assessment and management of environmental noise*, <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2002/49/oj>