

CONVEGNO NAZIONALE

d-3A2022

Rischi Fisici emergenti nei luoghi di lavoro

Bologna, Mercoledì 23 Novembre 2022, ore 14,00 - 18,30

Nell'ambito di AMBIENTE LAVORO 2022 - 22°Salone della Salute e Sicurezza nei luoghi di lavoro

EFFETTI NON UEDITIVI DEL RUMORE

Sergio Luzzi (1), Giulio Arcangeli (2), Francesco Asdrubali (3)
Franco Cotana (4), Pietro Nataletti (5)

- (1) Vie en.ro.se. Ingegneria, Firenze
- (2) Università di Firenze - Dipartimento di Medicina Sperimentale e Clinica
- (3) Università Roma Tre - Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica
- (4) Università di Perugia - Dipartimento di Ingegneria
- (5) Inail - Dipartimento Medicina Epidemiologia Igiene del Lavoro e Ambientale

Introduzione

Tra i **rischi fisici emergenti** nei luoghi di lavoro si inseriscono gli **effetti non uditivi dell'esposizione al rumore**.

La presenza di rumore negli ambienti di lavoro non è solo una possibile fonte di **patologie dell'apparato uditivo** ma anche potenzialmente responsabile di **danni ad altri apparati** e, più in generale, di **condizioni psicologiche di stress** e **malessere percepito**.

Al momento il D.Lgs. 81/2008 e, più in generale, l'insieme della legislazione italiana sulla sicurezza e l'igiene dei luoghi di lavoro **non comprendono espressamente la valutazione dei rischi extra-uditivi**.

Pochi sono i riferimenti normativi e di giurisprudenza per la valutazione infortunistica e forense e per la conseguente compensazione delle malattie professionali non uditive collegate ad ambienti e attività lavorative rumorose.

Molte sono, al contrario, le evidenze scientifiche significative di correlazione tra ambienti rumorosi ed effetti avversi sulla salute dei lavoratori, diversi dalle ipoacusie, che sono emerse negli ultimi anni.

Sono evidenze **di natura fisiologica, psicologica, neuro-comportamentale o percettiva-cognitiva**.

Linee Guida OMS

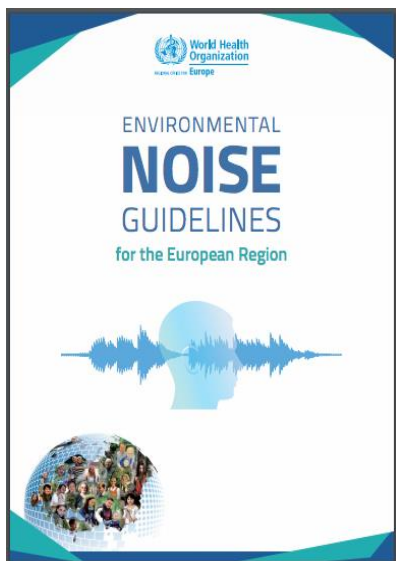
Evidenze di correlazione esposizione al rumore, annoyance, salute

Annoyance = Disturbo, fastidio

Alterazione reversibile delle **condizioni psicofisiche** di soggetti esposti a una determinata causa o a un insieme di cause presenti in un determinato ambiente (esempi: Stress lavoro-correlato, Sick Building Syndrome e Building Related Illness in ambienti di lavoro rumorosi e attività rumorose).

Noise Annoyance = Disturbo, fastidio causato da esposizione al rumore

Feeling of displeasure, nuisance, disturbance or irritation caused by a specific sound.



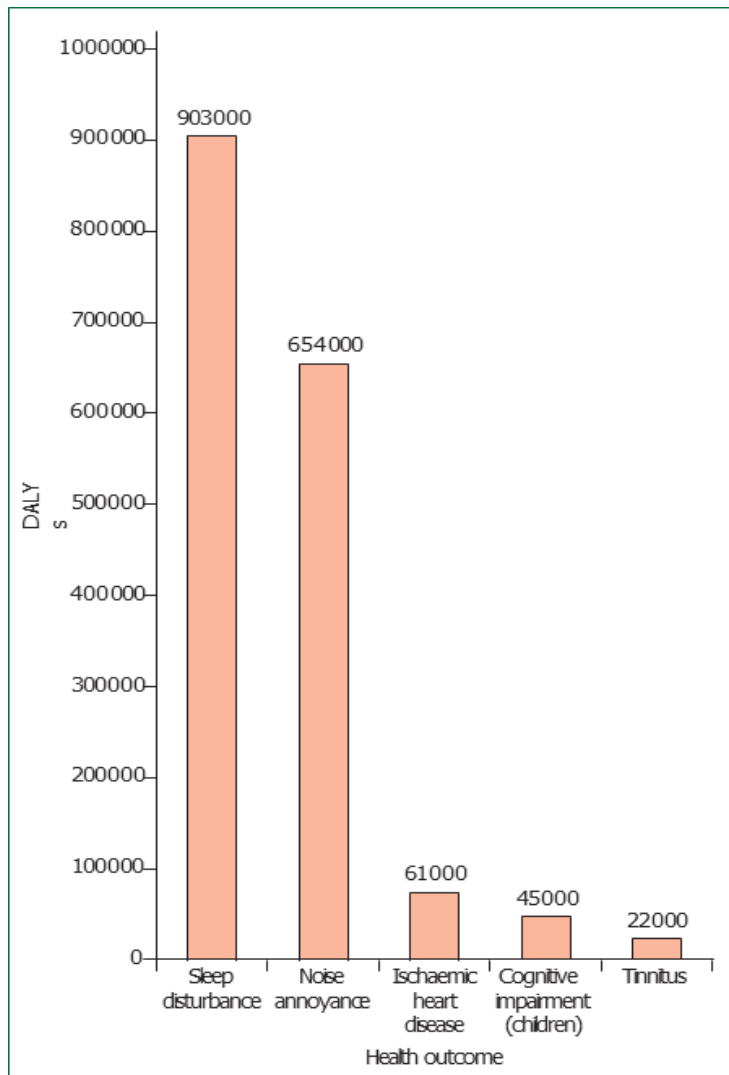
Effetti critici sulla salute

Gli effetti sulla salute considerati nella rassegna di evidenze sono:

- Danni uditivi (ipoacusie, acufeni,...)
- Malattie cardiovascolari, Problemi metabolici
- Disturbo del sonno,
- Disturbi cognitivi,
- Salute mentale e limitazione del benessere,
- Complicazioni alla gravidanza (adverse birth outcomes)

<http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-2018>

Effetti non uditivi dell'esposizione al rumore



Una review pubblicata su Lancet nel 2014, mostra quanti DALY, ovvero anni di vita aggiustati per disabilità, dipendono dall'esposizione al rumore.

L'OMS definisce vari livelli di rumore, ben al di sotto della soglia degli 80 dB per cui si possono sviluppare dei disturbi legati all'esposizione al rumore.

Dai 30 ai 50 dB il rumore può avere effetti nocivi per gruppi vulnerabili (bambini e anziani), mentre oltre i 50 dB si incrementa il pericolo per la salute pubblica: gli effetti nocivi principali sono alterazioni del sonno, annoyance, malattie cardiovascolari, problemi cognitivi.

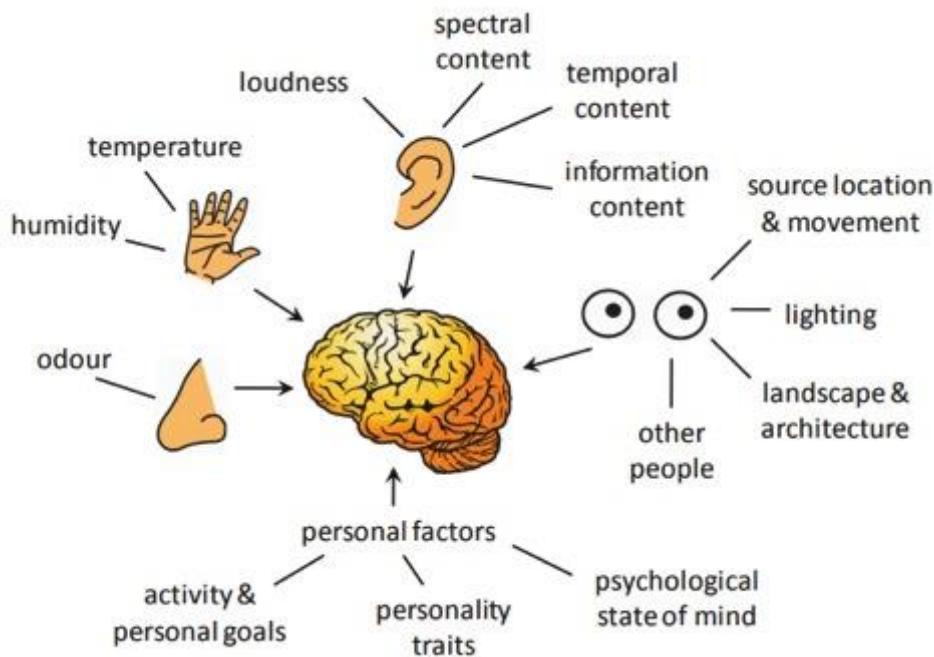
Basner, Babisch et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health, The Lancet, Volume 383, Issue 9925, 2014,

Il suono che disturba

il **suono disturba** perché indesiderato, fuori posto, invadente (percepito come intrusione).

Il contesto è la **scena uditiva**, ovvero il **paesaggio sonoro**, che viene perturbato, reso sgradevole, non confortevole, fonte di disagio, di stress, di danno alla salute, di altri tipi di danno.

Il suono è descrivibile con parametri oggettivi (definiti dalla fisica e della propagazione) e parametri soggettivi (definiti dalla psicoacustica) che hanno fra loro relazioni complesse.



Bregman S., "Auditory Scene Analysis - The Perceptual Organization of sound", MIT Press, 1990

Tipologie di danno non uditivo

Nella scena uditiva la **percezione dei suoni** è **intermedia** fra percezione **diretta** e percezione **indiretta**: sentiamo i suoni (tutti) e riconosciamo le fonti (alcune o tutte) che li hanno prodotti ovvero le sorgenti.

Anche le **tipologie di danno non uditivo** si possono dividere in patologie **dirette** e **indirette**



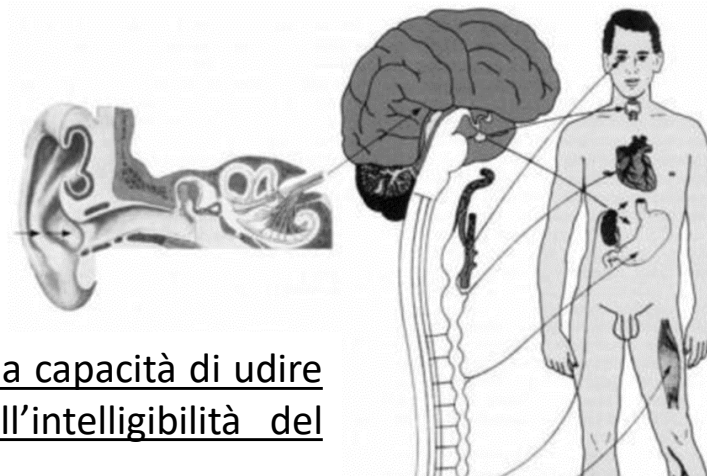
E. Di Bona, Santarcangelo V., Il Suono, l'esperienza uditiva e i suoi oggetti, Raffaello Cortina Editore, 2018

Effetti non uditivi diretti e indiretti dell'esposizione professionale al rumore

Gli **effetti diretti** sono danni strutturali alla coclea, iperattività dei nuclei uditivi centrali, l'interessamento di aree del sistema uditivo centrale come l'amigdala laterale il nucleo striato, l'attivazione del sistema di allarme e dell'asse ipotalamo-ipofisi-surrene (HPA).

Si può ipotizzare che si verifichino effetti extra-uditivi diretti del rumore prodotti dai circuiti nervosi che, attraverso il sistema nervoso autonomo, agiscono sui sistemi:

- cardiovascolare,
- gastrointestinale,
- endocrino,
- nervoso centrale,
- immunitario.



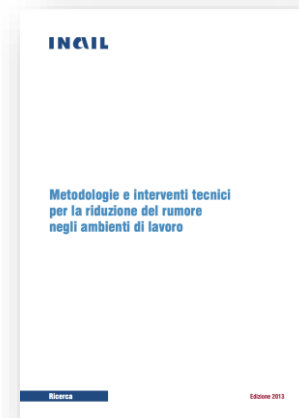
Nell'**azione indiretta** il rumore agisce interferendo con la capacità di udire chiaramente i suoni, in particolare interferendo sull'intelligibilità del parlato o agendo con azione distraente, generando:

- Anzia, stress, alterazioni dell'umore
- Alterazione dell'orologio circadiano
- Cefalea
- Alterazione dei sistemi di allarme e orientamento

La valutazione dei rischi non uditivi malattie, discomofort, comportamenti



Nel portale degli agenti fisici si dà evidenza al fatto che nel D.Lgs 81/2008 **non ci sono riferimenti a metodologie di valutazione dell'esposizione che può produrre effetti e danni extra-uditivi** e si rimanda alle norme di buona tecnica contenute nei manuali operativi



Il Portale contiene però la descrizione di tali effetti e danni, distinguendo gli effetti fisiologici e quelli psico-comportamentali.

Gli **effetti fisiologici** derivano dall'interferenza del rumore con le attività mentali che richiedono attenzione e concentrazione e generano ricadute sulla salute quali l'insorgenza di problemi cardiovascolari, ipertensione e incremento rischio infarto.

Gli **effetti psico-comportamentali** riguardano le difficoltà di comunicazione negli ambienti di lavoro e i conseguenti rischi legati alla presenza di rumore di fondo che interferisce con la capacità di concentrazione e può indurre reazioni e problemi comportamentali.

A questi si aggiungono gli **effetti cognitivi sull'apprendimento** e gli **effetti di disturbo del riposo e del sonno**.

Sono da considerare anche gli **effetti acuti extrauditivi** dell'esposizione al rumore (di competenza dei dipartimenti di emergenza).

https://www.portaleagentifisici.it/fo_rumore_index.php?lg=IT

Danni extra-uditivi categorie a rischio

Review

Neurobehavioral Alterations in Occupational Noise Exposure: A Systematic Review

Nicola Mucci¹, Veronica Traversari², Lucrezia Ginevra Lulli^{1,*} , Isaigi Vimerati³ , Venerando Rapisarda⁴ , Raymond Paul Galea^{5,6}, Simone De Sio⁷ and Giulio Arcangeli⁸

¹ Department of Experimental and Clinical Medicine, University of Florence, 50139 Florence, Italy; nicola.mucci@unifi.it (N.M.); veronica.traversari@unifi.it (V.T.); giulio.arcangeli@unifi.it (G.A.) (C.A.)

² Occupational Medicine School, University of Florence, 50139 Florence, Italy

³ Department of Infectious Diseases, Occupational Health Division, University of Bari, 70121 Bari, Italy; isaigi.vimerati@uniba.it

⁴ Department of Clinical and Experimental Medicine, University of Catania, 95121 Catania, Italy; venerando@unict.it

⁵ Faculty of Medicine and Surgery, University of Malta, MSD 2000 Linsida, Malta; raymond.galea@um.edu.mt

⁶ Malta Postgraduate Medical Training Programme, Mater Dei Hospital, MSD 2004 Linsida, Malta

⁷ Department of Anatomical, Histological, Forensic and Legal Medicine Sciences

⁸ Sapienza University of Rome, 3 Piazza A. Moro, 00185 Rome, Italy; simone.de.sio@uniroma1.it

* Correspondence: lucrezia.ginevra.lulli@unifi.it

Abstract: The psychology of sustainability and sustainable development emphasizes the value to ensure health and well-being in different environments, including workplaces. Chronic exposure to noise can cause several extraordinary effects and involve all the systems of the human organism. In addition to cardiovascular, gastrointestinal, and immune effects, the data in the literature show alterations in behavioral disturbances, memory capacity, and cognitive performance. Through this systematic review, the authors try to find out the main neurobehavioral alterations in the case of occupational exposure to noise. The literature review included articles published in the major databases (PubMed, Cochrane Library, Scopus, Embase), using a combination of some relevant keywords. This online search yielded 4434 references; after selection, the authors analyzed 41 articles (4 narrative reviews and 37 original articles). From this analysis, it appears that the main symptoms are related to psychological distress, annoyance, sleep disturbances, and cognitive performance. Regarding tasks, the most frequent employments concern school staff, followed by employees from various industrial sectors and office workers. Although the causes are still widely debated, it is essential to protect these workers against chronic exposure to noise. In fact, in addition to a hearing loss, they can manifest many other related discomforts or even compromise their full working capacity, as well as expose them to a greater risk of accidents or absences from work.

Keywords: occupational noise; job work; behavioral disorders; psychological disorders; annoyance; occupational medicine; prevention

1. Introduction

The psychology of sustainability and sustainable development [1–3] is focused on health and well-being of individuals in different environments. A healthy workplace, through sustainable culture, climate, and practices, create an environment that protects and boosts workers health and safety, as well as organizational effectiveness. Sustainable development can be considered a primary prevention that fosters well-being of the individual and the society. Considering this framework and the need for the development of sustainable workplaces, this systematic review aims to examine the main neurobehavioral alterations in case of occupational exposure to noise. Environmental exposure to high noise levels has been associated with mental health [4,5]. In fact, anxiety, emotional stress, nausea, headache, instability, sexual impotence, mood swings, increased social conflicts or general

Received: 9 September 2021
Accepted: 23 October 2021
Published: 18 November 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Sustainability 2021, 13, 12224. <https://doi.org/10.3390/su131112224> <https://www.mdpi.com/journal/sustainability>

PAPERS

www.ijehy.it - Italian Journal of Occupational and Environmental Hygiene

Non-auditory effects of exposure to noise in the workplace

Effetti non uditivi dell'esposizione al rumore in ambito occupazionale

Sergio Luzzi¹, Riccardo Fusi¹, Paola Pulella¹, Mauro Batisti²

¹ *Vie en.ro.se, Ingegneria, Firenze*
² *Azienda USL Toscana Centro S.O.C. Emergenza Sanitaria 118 Firenze Soccorso ed Elisoccorso*

*Corresponding Author: Sergio Luzzi, Vie en.ro.se, Ingegneria Srl, Viale Belfiore 36, 50144 Firenze, tel.055 4379140, sergio.luzzi@vienrose.it

DOI: 10.36125/ijehy.v12i1.404

Starting from a review of the Italian legislative and regulatory scenario, in which a clear lack of consideration of the non-auditory effects produced by exposure to noise and poor acoustic quality in the workplace, this paper refers to experiences and methods aimed at understanding the different aspects of risk. Non-auditory aspects are added to the auditory ones, considered at the moment as the only area of noise risk assessment. The acute extra-auditory effects from exposure to noise are even less studied. Among the risk-enhancing factors we consider the negative synergy between noise and air pollution, which represents a risk picture of severe and lethal Stroke and the impact of noise in the context of the Emergency, Intensive Care, Operating Room sectors, where exposure can increase the clinical risk, worsen the relationship between operators and patients and may have effects on the psychophysical well-being of doctors and nurses. The final part of the work is dedicated to an update on the BRIC Inail 2019 - ID14 Project which fits well into the new context determined by the conceptual evolution of acoustics applied to the workplace which includes the consideration of the extra-auditory effects of exposure to noise and acoustic quality of the environments and activities that take place there.

In questo articolo, partendo da una disamina dello scenario legislativo e normativo italiano, nel quale vi è una evidente mancanza di considerazione degli effetti e dei danni non uditivi prodotti dall'esposizione al rumore e dalla cattiva qualità acustica degli ambienti di lavoro, si riflette di esperienze e metodi volti a comprendere i diversi aspetti del rischio e colmare questa lacuna, aggiungendo gli aspetti non uditivi a quelli uditivi, fin qui considerati come unico ambito di valutazione del rischio rumore. Si accenna anche all'aspetto, ancor meno studiato, degli effetti acuti extrauditivi da esposizione al rumore, che per la gravità e la rapidità evolutiva, potenzialmente mortale, sono di competenza dei Dipartimenti di Emergenza. Fra i fattori potenzianti del rischio si considerano la sinergia negativa fra rumore e inquinamento dell'aria, che rappresenta un quadro di rischio di Stroke grave e letale e l'impatto del rumore nel contesto dei settori di Emergenza, Terapia Intensiva, Sala Operatoria, dove l'esposizione può far aumentare il rischio clinico, peggiorare il rapporto operatori paziente e avere effetti sul benessere psicofisico di Medici e Infermieri. La parte finale del lavoro è dedicata a un aggiornamento sul Progetto BRIC Inail 2019-ID14 che ben si inserisce nel nuovo contesto determinato dall'evoluzione concettuale dell'acustica applicata ai luoghi di lavoro e dalla considerazione degli effetti extra-uditivi dell'esposizione al rumore e della qualità acustica attività che vi si svolgono.

Keywords: noise, non-auditory, comfort, exposure, workplaces

Introduzione

L'articolo 32 della Costituzione della Repubblica Italiana riconosce la tutela la salute come fondamentale diritto dell'individuo e interesse della collettività. La tutela della salute e la ricerca del benessere sono i principi che dovrebbero guidare chiunque si occupa a vari livelli di progettare spazi pubblici e privati, ambienti aperti e costruiti, luoghi e scenari destinati alla permanenza di persone.

Il rumore, definito come suono incoerente che non fuori posto produce impatti né benessere delle persone e rappresenta un crescente delle autorità sanitarie degli educatori. Il rumore produce sull'uomo effetti extra-uditivi, che interessano l'organo e gli apparati.

Operatori scolastici

Operai e artigiani

Contadini

Impiegati

Militari

Operatori sanitari

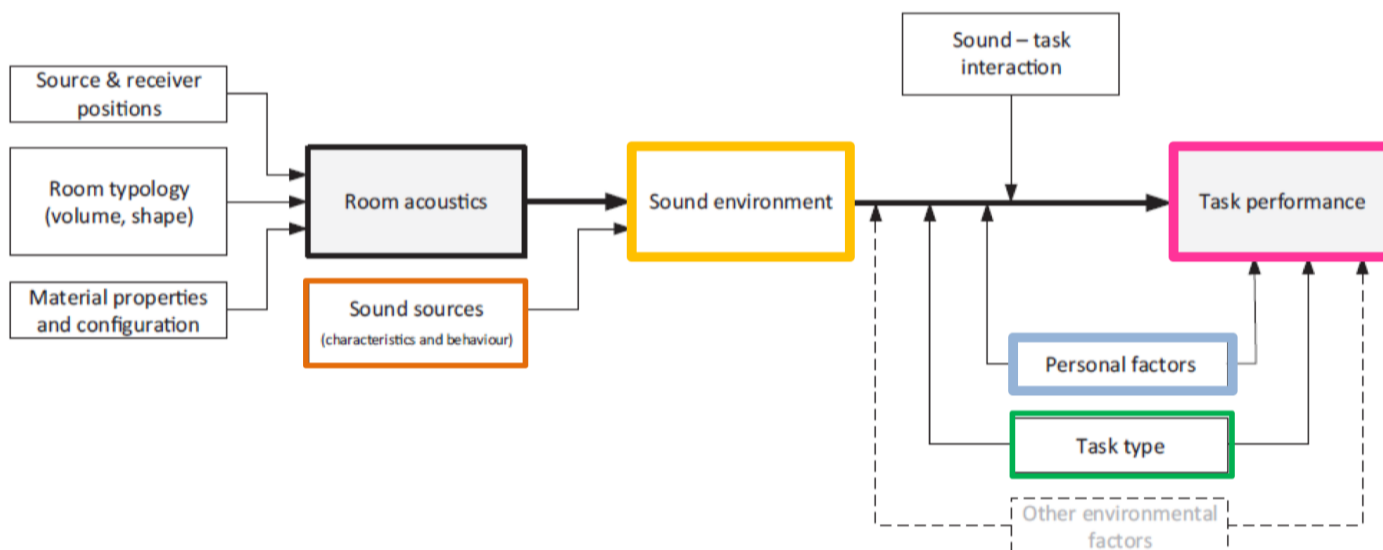
Il personale scolastico rappresenta la principale categoria di lavoratori esposta, circa il 30%.

Danni extra-uditivi ambienti scolastici

Nei diversi scenari occupazionali, **gli ambienti scolastici risultano particolarmente critici** e rivestono particolare interesse per gli aspetti medico-sanitari e di corretta progettazione acustica edilizia e architettonica.

Spesso **le attività didattiche si svolgono in aule con proprietà acustiche non adeguate**, dove il **rumore di fondo è elevato** e presenta **caratteristiche spettrali sfavorevoli**.

La presenza di rumore sembra incidere in maniera significativa sulla **performance** educativa sul **comportamento degli allievi** delle scuole dell'infanzia così come di quelli delle scuole primarie e secondarie e in modo analogamente significativo sulle **reazioni dei docenti** messe in atto per condurre le classi al silenzio o moderare le intemperanze tipiche dell'età evolutiva.



Reinten, J. et al., (2017). *Building and Environment*, 123, 315-332

Il Progetto Bric Inail ID 14 e le linee guida sugli effetti non uditivi del rumore



INAIL

ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO



Progetto BRIC INAIL ID 14
Presentazione Risultati Finali

Prevenzione degli effetti extra-uditivi negli ambienti scolastici
Controllo attivo del rumore e vibrazioni su mezzi agricoli

Strumenti, metodi e indicazioni operative derivanti da casi studio

Roma - 17 novembre 2022
Sala Auditorium, Direzione Generale Inail
Piazzale Pastore, 6

Evoluzione concettuale

valutazione e progettazione della qualità acustica degli ambienti di lavoro e delle attività

Nuovi approcci alla **valutazione del rumore nei luoghi di lavoro**, in termini di:

- danno acustico,
- disturbo acustico,
- discomfort acustico.

Considerazione del rumore come **parametro di global discomfort** e di malessere percepito:

- nella permanenza in determinati ambienti di lavoro,
- nello svolgimento di determinate attività lavorative,
- negli ambienti di vita del lavoratore e nello svolgimento di attività extra-lavorative che possono incidere sulla sua salute acustica (cattive abitudini acustiche).

Nuova considerazione, anche in termini compensativi dei **danni da esposizione al rumore**:

- uditivi;
- non uditivi (fisiologici, psico-comportamentali).

Nuova considerazione della **qualità acustica degli spazi** per:

- intelligibilità del parlato
- corretto dimensionamento dei segnali di sicurezza e allarme
- rumore di fondo e suoni non necessari

Evoluzione concettuale

valutazione e progettazione della qualità acustica degli ambienti di lavoro e delle attività

CONSEGUENZE OPERATIVE

Per la **valutazione e la progettazione** si può (si deve) fare riferimento:

- al D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.
- alle norme vigenti;
- alle più recenti tecnologie e sistemi di rilevazione fonometrica;
- ai software per la modellazione della propagazione acustica;
- alle regole dell'acustica ambientale, edilizia, architettonica;
- alla soundscape analysis;
- ai principi e agli indicatori del global comfort occupazionale;
- riportato in **linee guida** nazionali e internazionali;
- ricavabile dai risultati di **progetti di ricerca** e studi di caso.

La progettazione della qualità acustica degli ambienti di lavoro

BRIC INAIL ID 26 (2018-2019)

Sulla base dei dati ricavati da esperienze rilevanti di analisi e progettazione acustica degli ambienti di lavoro, è stata proposta una **catalogazione aggiornata degli ambienti di lavoro** a partire dalla rilevanza dell'acustica per la loro qualità strutturale e funzionale e per i conseguenti livelli di qualità e benessere valutabili attraverso descrittori acustici oggettivi, i cui valori sono strettamente collegati alla percezione del benessere e che possono tradursi in variabili e indicatori tipici degli algoritmi di calcolo del Global Comfort degli ambienti di lavoro.

- 1) Ambienti industriali,
- 2) Ambienti scolastici,**
- 3) Ambienti ad uso sanitario ed ospedaliero,
- 4) Ambienti ad uso ufficio,
- 5) Mense e ristoranti,
- 6) Attività commerciali,
- 7) Ambienti per l'intrattenimento,
- 8) Contesti lavorativi estremi soggetti ad elevate pressioni sonore.



Il Progetto Bric Inail ID 14 e le linee guida sugli effetti non uditivi del rumore



Dipartimento di Ingegneria
MECCANICA E AEROSPAZIALE
SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



Università
degli Studi
di Ferrara
Department of
Engineering
Ferrara



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DELL'AQUILA



INAIL

ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO



Progetto BRIC INAIL ID 14
Presentazione Risultati Finali

Prevenzione degli effetti extra-uditivi negli ambienti scolastici
Controllo attivo del rumore e vibrazioni su mezzi agricoli

Strumenti, metodi e indicazioni operative derivanti da casi studio

Roma - 17 novembre 2022
Sala Auditorium, Direzione Generale Inail
Piazzale Pastore, 6

La valutazione della qualità acustica degli ambienti di lavoro

BRIC INAIL ID 14 (2020-2021)

La ricerca ha portato alla determinazione di **soluzioni tecniche per migliorare la qualità acustica e ridurre gli effetti extra-uditivi del rumore** negli ambienti di lavoro, scolastici in particolare.

OBIETTIVO 1

CONTROLLO
ATTIVO

OBIETTIVO 2

CONTROLLO
ATTIVO

OBIETTIVO 3

Ricerca e catalogazione delle **tipologie di danno extra-uditivo da esposizione al rumore** (occupazionale e non), con particolare attenzione agli ambienti scolastici.

OBIETTIVO 4

Analisi acustica dei contesti lavorativi. **Analisi degli effetti del rumore:** aspetti neuro-comportamentali, percettivo-cognitivi e altri effetti extra-uditivi sulla salute a carico dei fruitori degli spazi di studio. Analisi delle eventuali correlazioni.

OBIETTIVO 5

Studio della **correlazione** tra qualità acustica degli ambienti, danni extra-uditivi e reazioni comportamentali. Indicazioni di **strategie e soluzioni per il controllo del rumore e la realizzazione di ambienti di lavoro a basso rischio di danni extra-uditivi**, in particolare in ambito scolastico.



Il progetto Bric Inail ID 14

Il progetto ha permesso di indagare in modo sistematico gli effetti extra-uditivi da esposizione al rumore in ambito scolastico, a partire da una **valutazione oggettiva e soggettiva (strumentale e percepita)** del clima acustico e dell'*annoyance* provocata dagli elevati livelli di rumore a cui sono sottoposti docenti e studenti.

Oltre a un'ampia serie di **rilevazioni fonometriche e valutazioni dei parametri dell'acustica ambientale e architettonica**, tra le attività di indagine, sono stati predisposti e somministrati **tre diversi questionari**, destinati ai fruitori degli ambienti (insegnanti e allievi) e volti a indagare la **percezione acustica degli ambienti in cui si svolgono le attività** didattiche e non.

Un campione costituito da **nove scuole** situate nelle città di Firenze, Perugia e Roma, selezionate con **criteri di massima rappresentatività dell'universo nazionale dell'edilizia scolastica** hanno costituito la base applicativa della ricerca.

Le scuole appartengono a tre ordini diversi (3 scuole dell'infanzia, 3 scuole primarie e 3 secondarie) e **le indagini hanno coinvolto docenti di varie materie e studenti di varie età**, dai 3 ai 18 anni.

Il progetto Bric Inail ID 14


Come **criteri di selezione dei casi studio**, sono stati considerati il contesto urbano in cui si trova l'edificio scolastico, il clima acustico esterno, l'età di costruzione, la tipologia di edificio e di costruzione, la presenza di misure di mitigazione acustica esterna e interna, e la presenza degli scenari di indagine individuati nel protocollo.

Sono state considerate **sette tipologie di scenari** per ciascuna scuola: **aula, laboratorio, auditorium/sala polivalente, palestra, area comune, refettorio e spazio esterno**.

Si è proceduto alla definizione e all'implementazione di un **protocollo di indagine**.

Il protocollo ha permesso di misurare e calcolare in modo omogeneo e confrontabile i parametri acustici più appropriati per valutare le **caratteristiche acustiche delle diverse tipologie di ambienti scolastici, vuoti e occupati**, e i **livelli di sforzo vocale degli insegnanti**.

I valori dei **parametri misurati e calcolati** sono stati correlati con le **valutazioni soggettive** della qualità degli spazi, effettuate attraverso la somministrazione dei questionari a studenti e insegnanti, con domande incentrate sulla **percezione del comfort acustico** e sulla indicazione delle **sorgenti considerate più fastidiose** e sullo **sforzo vocale** necessario per lo svolgimento dell'attività didattica.



**Linee guida
per la prevenzione
degli effetti extra-uditivi
da esposizione al rumore**

**Strumenti, metodi
e indicazioni operative
derivanti da casi studio**

(Bric 2019 - ID 14)

CAPITOLO 1. I danni extra-uditivi da esposizione al rumore.**1.1. Introduzione**

(definizione di annoyance, rumore occupazionale, metrologia acustica finalizzata all'accertamento in ambito scolastico e non, ...)

1.2. Evidenze di correlazione tra rumore ed effetti non uditivi sulla salute

1.2.1 Raccolta e catalogazione delle evidenze in letteratura scientifica

1.2.2 Raccolta delle evidenze in ambito forense

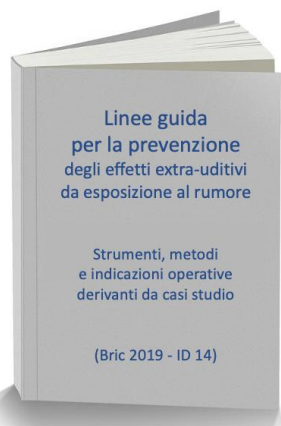
1.3. Sorgenti acustiche e scenari di rumore complessi**1.4. Patologie extra-uditivi da rumore**

1.4.1 Danni di natura fisiologica (sistema cardo-circolatorio, endocrino,)

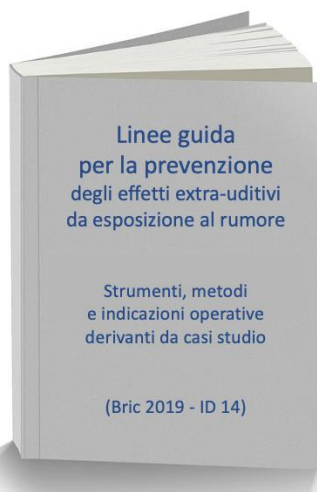
1.4.2 Danni di natura fisiologica (sforzo vocale)

1.4.3 Danni di natura psicologica e psichiatrica

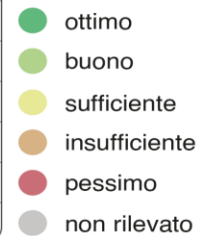
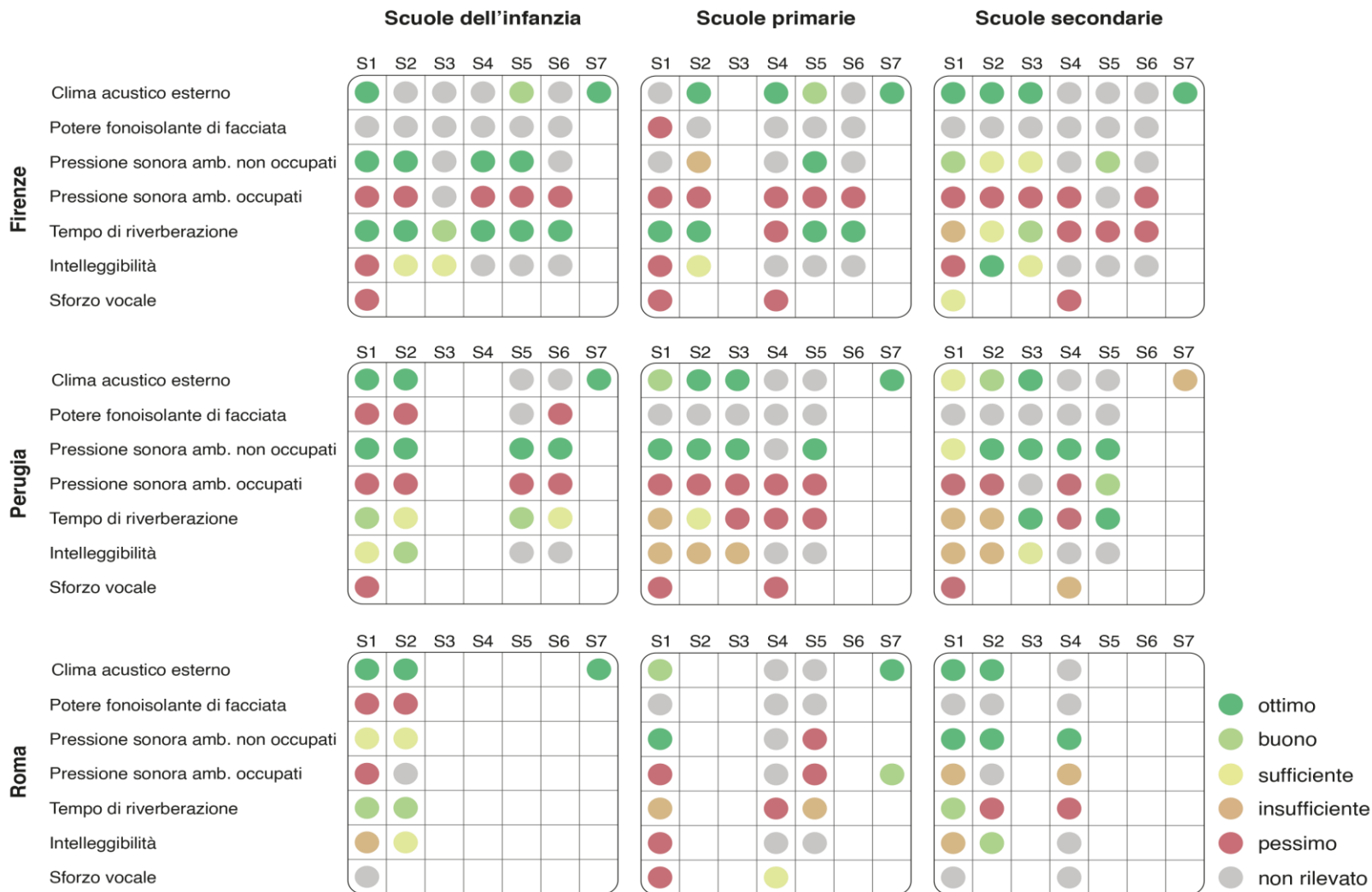
1.4.4 Effetti neuro-comportamentali dell'esposizione al rumore



CAPITOLO 2. Analisi acustica dei contesti scolastici
2.1. Misura e valutazione della qualità acustica degli ambienti scolastici
<i>2.1.1 Misure ad ambienti non occupati</i>
<i>2.1.2 Misure ad ambienti occupati</i>
<i>2.1.3 Misure del clima acustico esterno e valutazioni del paesaggio sonoro</i>
<i>2.1.4 Indagini sulla percezione soggettiva</i>
<i>2.1.5 Casi studio</i>
2.2. Parametri acustici e caratteristiche delle aule scolastiche
2.3. Misura e valutazione dello sforzo vocale degli insegnanti
2.4. Acustica e impatto sulle reazioni psico-comportamentali
2.5. Test e questionari su comprensione verbale e percezione dell'ambiente sonoro



		SCUOLA FIRENZE	SCUOLA PERUGIA	SCUOLA ROMA
Scenari		SCUOLA FIRENZE	SCUOLA PERUGIA	SCUOLA ROMA
Scenari		SCUOLA FIRENZE	SCUOLA PERUGIA	SCUOLA ROMA
Scenari	Scenario S1	Scenario S1 – Aula Didattica	Scenario S1 – Aula Didattica	Scenario S1 – Aula Didattica
Scenari	Scenario S2	Scenario S2 – Laboratorio di Informatica	Scenario S2 – Laboratorio di Fisica	Scenario S2 – Aula di Lingue
Scenari	Scenario S3	Scenario S3 – Aula Magna	Scenario S3 – Aula Magna (Auditorium)	Scenario S4 - Palestra
Scenari	Scenario S4	Scenario S4 - Palestra	Scenario S4 – Palestra	Scenario S5 – Spazio Comune
Scenari	Scenario S5	Scenario S5 – Spazio Comune	Scenario S5 – Biblioteca/Aula Lettura	
Scenari	Scenario S6	Scenario S6 - Refettorio	Scenario S7 – Cortile Esterno	
Scenari	Scenario S7	Scenario S7 – Cortile Esterno		
S1	S1	Tempo di Riverbero RT Chiarezza C ₅₀ Isolamento parete corridoio D _{nt,w} Isolamento parete aula adiacente D _{nt,w} Isolamento solaio ambiente sovrastante D _{nt,w} Livello di Calpestio solaio ambiente sovrastante L' _n Rumore Impianti a funzionamento continuo L _{pu,c} Livello di Rumore Ambientale L _{amb} Clima Esterno	S1 Tempo di Riverbero RT Chiarezza C ₅₀ + Speech Transmission Index STI Isolamento parete corridoio D _{nt,w} Isolamento parete aula adiacente D _{nt,w} Isolamento solaio ambiente sovrastante D _{nt,w} Livello di Rumore Ambientale L _{amb} Clima Esterno	S1 Tempo di Riverbero RT Chiarezza C ₅₀ Isolamento parete corridoio D _{nt,w} Isolamento parete aula adiacente D _{nt,w} Isolamento solaio ambiente sovrastante D _{nt,w} Rumore Impianti a funzionamento continuo L _{pu,c} Rumore Impianti a funzionamento discontinuo L _{pu,d} Livello di Rumore Ambientale L _{amb} Clima Esterno
S2	S2	Tempo di Riverbero RT Chiarezza C ₅₀ Isolamento parete corridoio D _{nt,w} Isolamento parete aula adiacente D _{nt,w} Rumore Impianti a funzionamento continuo L _{pu,c} Livello di Rumore Ambientale L _{amb}	S2 Tempo di Riverbero RT Chiarezza C ₅₀ + Speech Transmission Index STI Isolamento parete corridoio D _{nt,w} Isolamento parete aula adiacente D _{nt,w} Isolamento solaio ambiente sovrastante D _{nt,w} Livello di calpestio solaio ambiente sovrastante L' _{n,w} Livello di Rumore Ambientale L _{amb} Clima Esterno	S2 Tempo di Riverbero RT Chiarezza C ₅₀ Isolamento parete corridoio D _{nt,w} Isolamento parete aula adiacente D _{nt,w} Livello di Rumore Ambientale L _{amb} Clima Esterno
S3	S3	Tempo di Riverbero RT Speech Transmission Index STI Isolamento solaio ambiente sovrastante D _{nt,w} Rumore Impianti a funzionamento continuo L _{pu,c} Livello di Calpestio solaio ambiente sovrastante L' _n Livello di Rumore Ambientale L _{amb} Clima Esterno	S3 Tempo di Riverbero RT Chiarezza C ₅₀ + Speech Transmission Index STI Isolamento parete corridoio D _{nt,w} Isolamento solaio ambiente sovrastante D _{nt,w} Livello di calpestio solaio ambiente sovrastante L' _{n,w} Livello di Rumore Ambientale L _{amb} Clima Esterno	S4 Tempo di Riverbero RT Rumore Impianti a funzionamento continuo L _{pu,c}
S4	S4	Tempo di Riverbero RT Rumore Impianti a funzionamento continuo L _{pu,c}	S4 Tempo di Riverbero RT Livello di Rumore Ambientale L _{amb}	S5 Tempo di Riverbero RT
S5	S5	Tempo di Riverbero RT	S5 Tempo di Riverbero RT Livello di Rumore Ambientale L _{amb}	
S6	S6	Tempo di Riverbero RT	S6 Tempo di Riverbero RT	
S7	S7	Clima Esterno	S7 Clima Esterno	



CAPITOLO 3. Strategie e soluzioni per ambienti di lavoro a basso rischio di danni extra-uditivi (con particolare riferimento agli ambienti scolastici).

3.1 Valutazione del rischio di effetti extra-uditivi - Strategie e metodi

3.1.1. Valutazione del livello di discomfort percepito e della correlazione con il clima acustico

3.1.2. Valutazione dei rischi di patologie ed effetti neuro-comportamentali a partire dalla misura della qualità acustica.

3.1.3. Valutazione del legame tra clima acustico e performance percettivo-cognitiva

3.1.4. Valutazione del legame tra clima acustico e sforzo vocale.

3.1.5. Valutazione del legame tra clima acustico e altre patologie di natura fisiologica

3.2 Progettazione acustica di nuovi spazi didattici e correzione acustica di spazi didattici esistenti

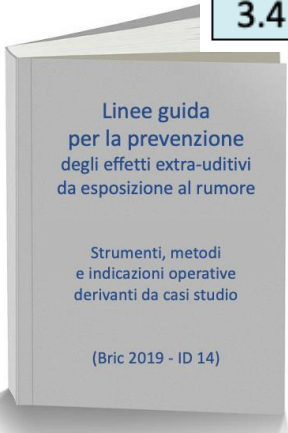
3.2.1. Indicazioni progettuali per spazi didattici e ricreativi acusticamente confortevoli

3.2.2. Caratteristiche progettuali per migliorare le prestazioni cognitive

3.2.3. Caratteristiche progettuali per prevenire danni fisiologici e disturbi comportamentali

3.3. Interventi di miglioramento organizzativo e procedurale per ridurre l'esposizione al rumore

3.4 Promozione della salute, strategie e metodi per la prevenzione del rischio rumore



Linee guida
per la prevenzione
degli effetti extra-uditivi
da esposizione al rumore

Strumenti, metodi
e indicazioni operative
derivanti da casi studio

(Bric 2019 - ID 14)

Conclusioni

La tutela della **salute** è un **fondamentale diritto dell'individuo** e **interesse della collettività**.

Il **rumore**, definito come **suono indesiderato** o come **suono fuori posto** produce impatti negativi sulla salute, sul benessere e sul comportamento delle persone.

Il rumore produce sull'uomo **effetti patologici uditivi** ed **extra-uditivi**, che interessano l'organo dell'udito e altri organi ed apparati.

Le categorie che rappresentano gli effetti del rumore sulla salute sono oggetto di ridefinizione a livello scientifico e applicativo, comprendendo, anche problemi e patologie legate alla **percezione multisensoriale del discomfort**, che rientrano nelle categorie del **disturbo** da rumore e dell'**annoyance**.

Conclusioni

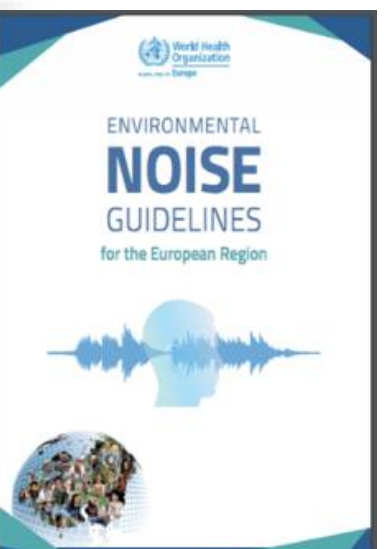
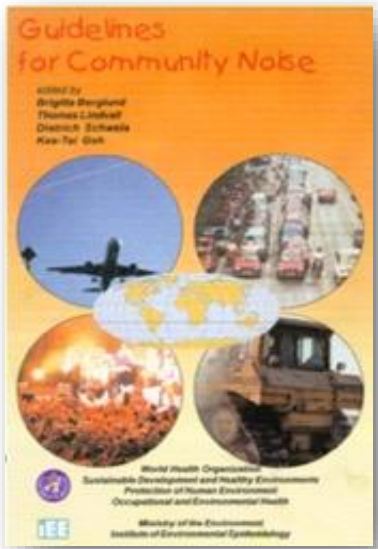
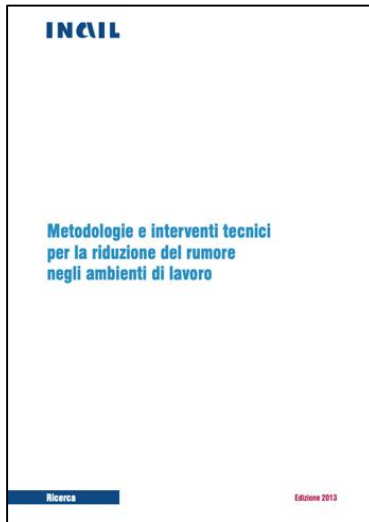
Il **Progetto BRiC Inail - ID14**, si inserisce nel nuovo contesto determinato dall'evoluzione concettuale dell'acustica applicata ai luoghi di lavoro che comprende la considerazione degli effetti non uditivi dell'esposizione al rumore e della qualità acustica degli ambienti di lavoro e delle attività che vi si svolgono.

Il progetto si è articolato su **tre obiettivi specifici**:

- **rassegna sistematica** della letteratura scientifica sugli effetti extra-uditivi del rumore (obiettivo 3);
- **analisi acustica** dei contesti lavorativi oggetto di studio, considerando i possibili effetti fisiologici diretti, tra cui lo studio dello **sforzo vocale**, e ulteriori **indagini sugli effetti cognitivi e comportamentali** del rumore sugli studenti e sugli insegnanti (obiettivo 4);
- **indicazioni progettuali** per la correzione acustica degli ambienti scolastici e programmi di **promozione della salute** psicofisica (obiettivo 5).

Il progetto ha prodotto una raccolta di **linee guida** contenenti **strumenti, metodi e indicazioni operative** derivanti da casi studio per la valutazione e il controllo degli effetti non uditivi del rumore.

Riferimenti bibliografici



GRAZIE PER L'ATTENZIONE