

Zeitschrift: Archi : rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica = Swiss review of architecture, engineering and urban planning

Herausgeber: Società Svizzera Ingegneri e Architetti

Band: - (2010)

Heft: 6

Artikel: Considerazioni sul rumore e sul panorama sonoro

Autor: Bozzolo, Dario

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-169996>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Dario Bozzolo*

Comments on noise
and acoustic panorama

Considerazioni sul rumore e sul panorama sonoro

I concetti di suono, rumore e quiete

Il termine di «suono» indica le onde elastiche con frequenze comprese fra 20 Hz e 20 kHz, che possono essere «elaborate» prima dall'orecchio e poi dal cervello umano. Onde con frequenze inferiori a 20 Hz (infrasuono) o superiori a 20 kHz (ultrasuono) non possono essere udite ma possono essere percepite dal corpo come vibrazioni.

Un suono diventa rumore quando non è gradito e comincia a causare molestia. Tale percezione nonché il grado di fastidio prodotto rappresentano quindi una reazione soggettiva, che dipende e viene mediata anche da fattori non acustici quali ad esempio l'atteggiamento personale verso la fonte di rumore, i ritmi biologici, le condizioni psichiche del singolo individuo. Le varie indagini statistiche finora eseguite in diversi paesi europei indicano in effetti che solo il 10-30% della reazione di fastidio può essere spiegata dal carico fonico, a cui è sottoposta una persona.

Questa soggettività di fronte ad un evento acustico fa sì che quello che risulta essere un suono paradisiaco per taluni può rappresentare un forte fastidio per altri. Non sempre è una questione di intensità del suono: la musica molto attutita proveniente da una discoteca (caratterizzata dalla presenza quasi esclusiva delle basse frequenze) risulta in generale più disturbante rispetto ad un rumore di pari intensità causato dal traffico su una strada.

Persino alcuni suoni «naturali» possono non essere necessariamente percepiti come gradevoli in un contesto «sbagliato»: il canto di un gallo in una zona di periferia urbana viene accettato molto meno come suono positivo, di quanto non lo sia in una zona di campagna o non lo fosse stato una volta in una società prevalentemente contadina.

Vi sono però dei suoni che vengono percepiti come fastidiosi dalla maggioranza della popolazione: fra questi il rumore del traffico stradale, ferroviario, aereo, dei poligoni di tiro, quello degli impianti industriali e dell'artigianato, degli edifici residenziali (impianti di riscaldamento e climatizzazione), nonché il rumore dei cantieri.

Paradossalmente anche l'assenza quasi totale di suoni (sensazione che si prova ad esempio in una camera anecoica) può risultare poco gradevole e addirittura angosciante. L'assenza di suoni non corrisponde tuttavia allo «stato di quiete» così come viene inteso normalmente dalle persone. Infatti secondo un sondaggio operato presso la popolazione svizzera da Lorenz

nel 2000 si evidenziano due definizioni del concetto di *quiete*, una «acustica» e una «psicologica»: risulta che la maggioranza degli intervistati (circa il 50%) in base alla prima definizione associa la quiete ai suoni naturali e non all'assenza di rumori, mentre in base alla seconda definizione la quiete è posta in relazione con uno stato di rilassamento e/o di riposo. In altre parole sentirsi immersi in un panorama acustico di suoni naturali «piacevoli» e potersi contemporaneamente rilassare e riposare è lo stato di quiete che si attende l'uomo moderno sempre più indaffarato e sollecitato nella vita quotidiana.

Ma in quali luoghi possiamo goderci la quiete? Lo sviluppo tecnologico, i cambiamenti negli stili di vita quotidiani, la crescente mobilità indotta dalle scelte dei luoghi di residenza e dalle attività del tempo libero portano da un lato ad un aumento dei livelli di inquinamento fonico su larga scala fino ai valori limite di legge dall'altro ad un progressivo inquinamento fonico di aree naturali e di svago fino ad ora tranquille. Quindi i luoghi di quiete «naturali» sono sempre di meno e sempre più lontani da noi. La fuga dal rumore alla ricerca della quiete si trasforma così in ulteriore produzione di rumore, creando una spirale diabolica. Purtroppo la legislazione svizzera attuale cerca di proteggere dal rumore essenzialmente gli ambienti all'interno degli edifici e non i luoghi all'aperto, tanto meno quei paesaggi sonori naturali ancora poco o parzialmente contaminati da attività antropiche.

Caratteristiche ed effetti del rumore

Un rumore è caratterizzato da un'intensità o livello sonoro e da uno spettro (ovvero dai suoni puri nei quali può essere idealmente scomposto ogni suono o rumore). Entrambe le grandezze possono mostrare variazioni più o meno accentuate e frequenti nel corso del tempo.

In generale fra gli elementi principali che determinano il grado di molestia di un rumore, figurano le componenti «impulsive» e quelle «tonali». Le componenti impulsive sono connesse con le variazioni rapide dell'intensità del suono (o del suo livello sonoro). Un brillamento, una successione di colpi su una lamiera (tipici di un'officina metalmeccanica) o il rintocco di una campana rappresentano esempi estremi di rumori con forti componenti impulsive (fig. 1, rumore propagantesi per via solida all'interno di un'abitazione dovuto ad un brillamento durante lavori di scavo).

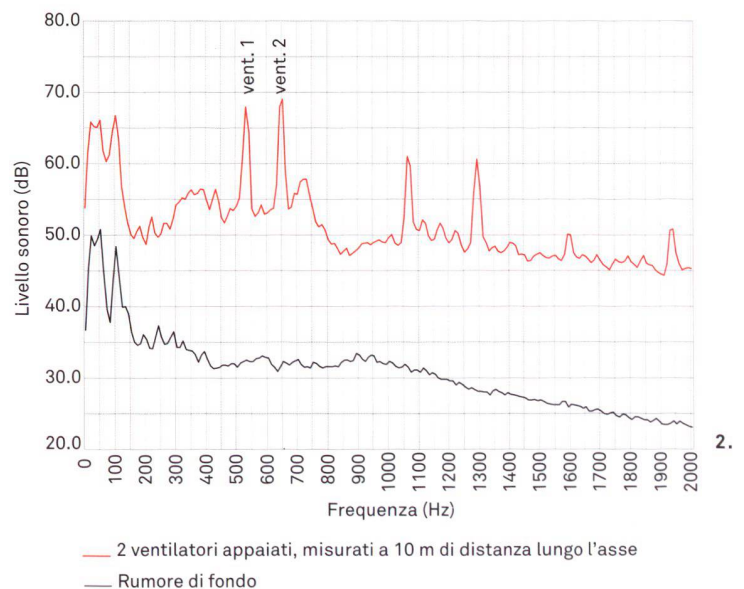
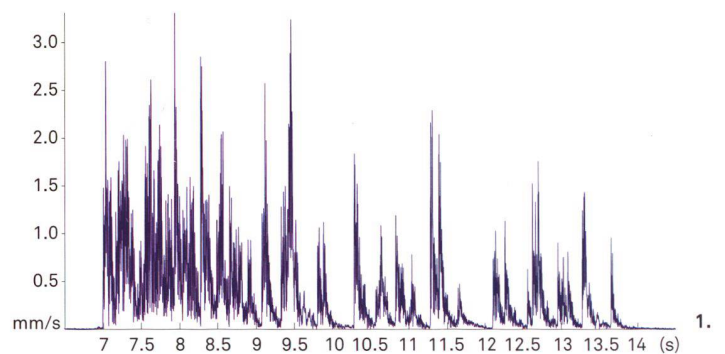
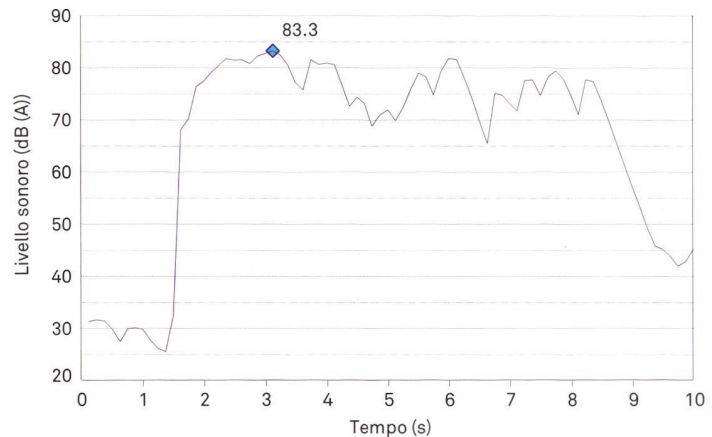
Le componenti tonali sono invece associate alle caratteristiche dello spettro: se determinate frequenze emergono in modo preponderante sulle altre si parla di un rumore con forti componenti tonali (fig. 2, rumore di due ventilatori, durante lo scavo di una galleria). Se inoltre tali frequenze sono multipli interi di una frequenza fondamentale (come è il caso anche di un suono musicale), si potrà percepire chiaramente un'«altezza» del rumore (fig. 3, rumore di un trasformatore di una sottocentrale elettrica).

Un rumore che manifesti delle componenti tonali e/o impulsive risulta in generale più disturbante a parità di livello sonoro di un altro rumore senza tali componenti. A causa di quest'ultime, una fonte di rumore di intensità media può produrre effetti molesti anche a distanza di diverse centinaia di metri (esempio di fig.2).

Questo aspetto è considerato nell'Ordinanza contro l'inquinamento fonico (OIF) mediante l'aggiunta al livello sonoro medio (L_{eq}) di due fattori correttivi (secondo allegato 6 OIF).

Nel caso di rumori discontinui come quello ferroviario (o quello stradale su strade a basso livello di traffico) gioca un ruolo importante sulla molestia causata da un lato la frequenza con cui si susseguono i singoli «eventi» (ad es. passaggio di un treno o di un veicolo) dall'altro la natura medesima della sorgente di rumore. Ad esempio statisticamente il rumore ferroviario risulta a parità di livello sonoro medio meno disturbante di quello stradale e gode pertanto di un bonus di 5 dB(A) a livello legislativo. Se tale bonus sia ancora oggi giustificato con l'aumento attuale (o previsto) del traffico ferroviario e con la presenza di convogli merci molto lunghi su alcune linee è oggetto di dibattito sia in Svizzera che all'estero. Una recente rianalisi di studi precedenti svolta in Germania sembrerebbe comunque confermare la maggiore molestia, a parità di livello sonoro medio, del rumore del traffico stradale rispetto a quello ferroviario durante il periodo diurno ma indicherebbe un risultato opposto durante il periodo serale e notturno. La comprensione di questi dati è di fondamentale importanza in quanto è proprio il periodo notturno quello più critico per l'impatto causato sia dal rumore autostradale sia da quello ferroviario e determinante per la scelta dei provvedimenti di protezione acustica.

In tempi recenti il concetto di rumore è stato allargato dal campo puramente psichico a quello medico definendo rumore ciò che provoca una riduzione dello stato di «salute» (intesa secondo OMS) e cioè una riduzione del benessere fisico, psichico e sociale di un individuo fino al possibile instaurarsi di uno stato di malattia. A tali effetti del rumore occorre ovviamente aggiungere anche quelli economici. In forma sintetica gli effetti del rumore possono essere riassunti nel modo seguente:



1. Esempio di rumore impulsivo all'interno di un'abitazione provocato da uno scavo mediante brillamenti. Si noti l'aumento repentino dal livello sonoro di ben 55 dB(A). La curva in basso rappresenta l'andamento del modulo della velocità di vibrazione del pavimento nel medesimo locale.
2. Esempio del rumore provocato da due grandi ventilatori di galleria, vicini uno all'altro, alla distanza di 20 m. Si notino le frequenze fondamentali di ognuno dei due ventilatori e le rispettive frequenze armoniche.

- effetti fisiologici: comprendono la perdita o la riduzione delle capacità auditive (a seguito dell'ambiente di lavoro o delle attività del tempo libero), disturbi del sistema vegetativo, problemi al sistema circolatorio, aumento della pressione sanguigna, mal di testa, riduzione della profondità del sonno;
- effetti psichici: senso di fastidio, reazioni di stress, disturbi della comunicazione, sintomi psicosomatici;
- effetti sociali: degrado degli insediamenti, isolamento;
- effetti economici: riduzione del valore immobiliare e locativo degli stabili, costi della salute, costi per i provvedimenti di protezione fonica, perdita di produzione, costi a livello pianificatorio.

Scopo della normativa elaborata in Svizzera (come d'altronde in altri paesi) è quello di «proteggere dagli effetti dannosi o molesti affinché, secondo scienza o l'esperienza, le rimanenti immissioni non molestino considerevolmente la popolazione». La strategia per raggiungere questo obiettivo deve innanzitutto basarsi su una giusta individuazione del rapporto fra dose ed effetto. Quale parametro per la «dose» è stato assunto nell'OIF il Livello di valutazione L_r mentre per la valutazione dell'effetto sono state considerate solo le persone che, nell'ambito di sondaggi, hanno dichiarato di subire un «fastidio elevato».

Il valore limite di immissione (VLI) è stato fissato in corrispondenza del livello in cui circa il 15-25% degli intervistati si è sentito fortemente disturbato.

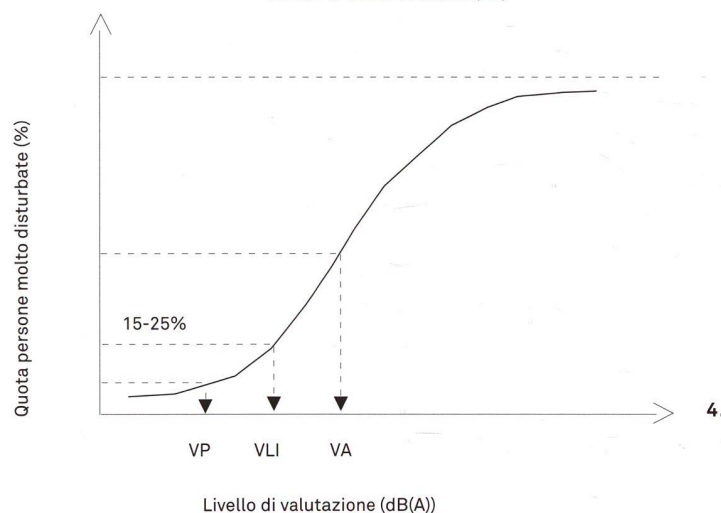
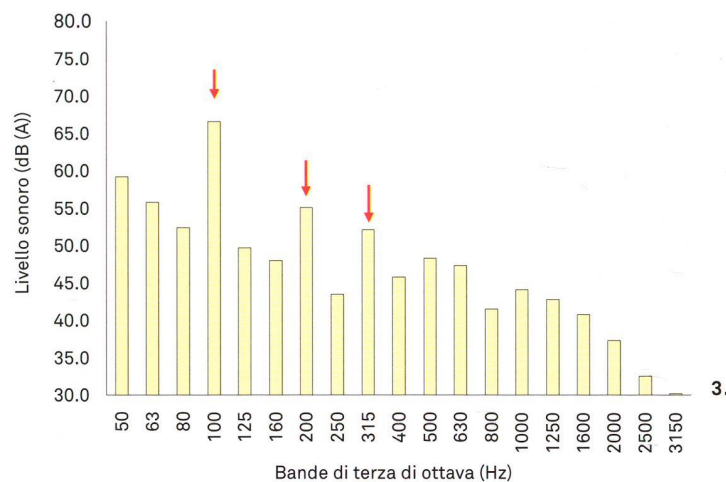
Tale percentuale raggiunge circa il valore del 40% in corrispondenza del valore di allarme (VA) mentre scende a circa il 7-8% in corrispondenza del valore di pianificazione (VP).

Siccome normalmente gli impianti esistenti troppo rumorosi devono essere risanati per rispettare i VLI, può sembrare un po' frustrante osservare che, dopo il risanamento di questi impianti, circa $\frac{1}{5}$ delle persone rimarranno disturbate in modo marcato.

Il panorama sonoro e le sorgenti determinanti a macroscale

Il panorama sonoro si riferisce all'insieme dei suoni, che possono essere percepiti coscientemente o meno e che caratterizzano un determinato ambiente. Esso può modificarsi da luogo a luogo e, per un dato ambiente spaziale, può cambiare nel corso del tempo (giornata, stagione, ...).

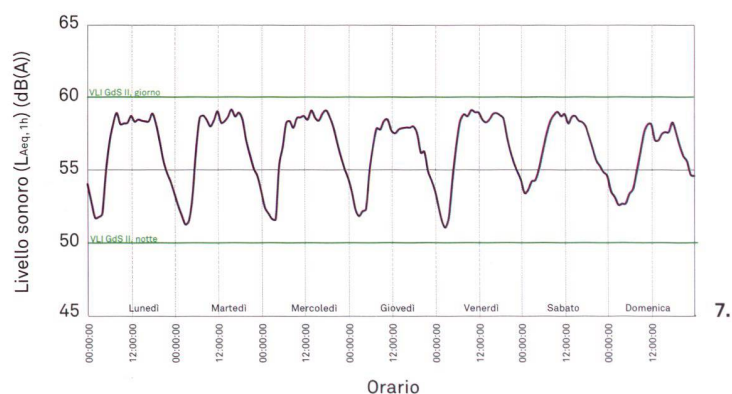
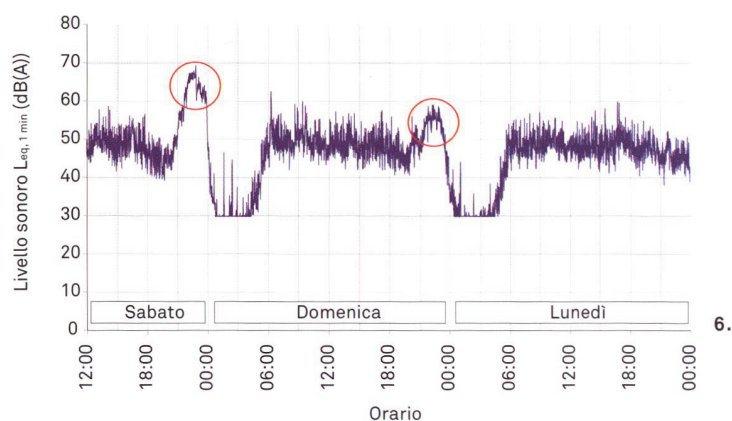
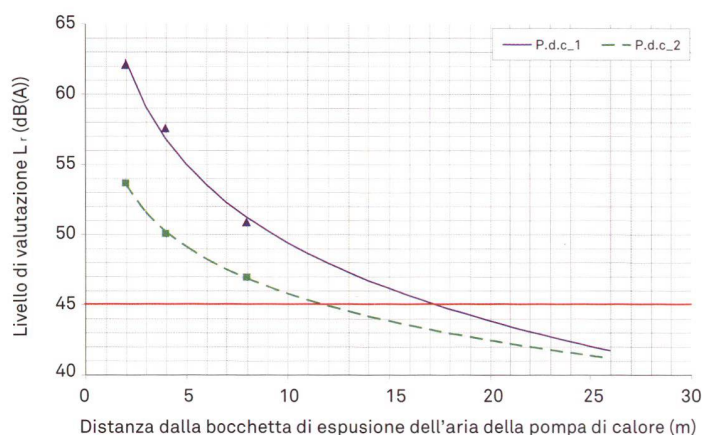
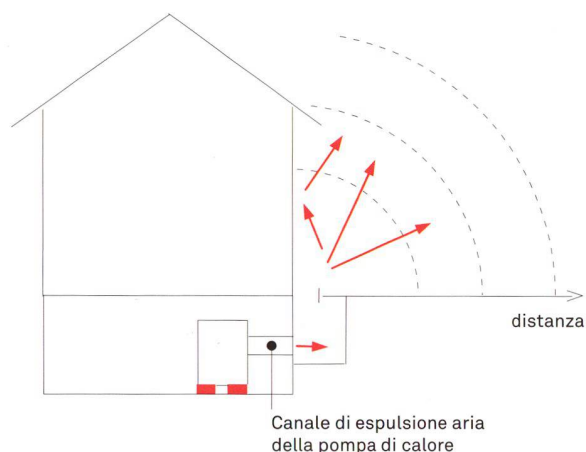
Molteplici sono le sorgenti sonore sia naturali (vento, acqua, animali ecc.) sia legate alle attività umane che concorrono a creare e modificare il panorama sonoro. Senza pretesa di essere esaustivi cercheremo di passare in rassegna alcune fonti che entrano visibilmente in dissonanza con i rumori naturali o di origine antropica recepiti come «positivi». A dipendenza del raggio di azione, la loro incidenza può estendersi da poche decine fino a qualche centinaio o migliaio di metri. Cominceremo con accennare a quelle che



3. Spettro in bande di terza di ottava del rumore di un trasformatore di una sottostazione elettrica. La frequenza fondamentale è pari al doppio della frequenza di rete e le armoniche sono multipli interi della fondamentale.
4. Relazione semi-quantitativa fra carico fonico (L_r) e effetto (persone molto disturbate) dedotta da varie analisi tramite sondaggi.

agiscono solo localmente, diciamo a «microscala» per poi passare a quelle con azione a «macroscala»:

- impianti tecnici degli edifici: molti stabili commerciali, di uffici o anche residenziali sono dotati di impianti di riscaldamento, ventilazione e climatizzazione, che provocano immissioni moleste. Il loro raggio di azione è dell'ordine di qualche decina di metri e solo raramente raggiungono il centinaio. Una delle fonti potenziali di disturbo «locale» sempre più diffusa in Ticino (come nel resto della Svizzera) sono le pompe di calore aria-acqua, il cui effetto si estende a circa 20 m in assenza di provvedimenti particolari (fig. 5);
- impianti industriali: le fonti di rumore possono essere in questo caso molteplici (motori, ventilatori, camini, impianti pneumatici, macchinari metal-



- meccanici, ecc.). Il loro raggio di azione è sovente dell'ordine di qualche centinaio di metri;
- attività del tempo libero: si tratta in particolare delle discoteche, pianobar, ristoranti con musica all'aperto e simili (fig. 6), il cui impatto fonico è concentrato soprattutto di notte e durante il fine settimana. L'impatto fonico diretto può nei casi estremi raggiungere diverse centinaia di metri e superare abbondantemente anche il chilometro. Inoltre il traffico indotto incide sensibilmente sul rumore stradale, in particolare al venerdì e al sabato notte (fig. 7). Nel caso riportato la differenza fra livello sonoro diurno e notturno era di soli 4,2 dB(A), a testimonianza di un graduale livellamento del carico fonico fra giorno e notte;
 - traffico ferroviario: la linea ferroviaria delle FFS attraversa tutto il Ticino da Chiasso ad Airolo. Il rumore da essa prodotto può essere udito (ad esclusione del treno interregionale TILO) lungo le pendici delle montagne fino a chilometri di distanza. Si tratta quindi a tutti gli effetti di un rumore in grado di influenzare il panorama sonoro a macroscale. A breve distanza il rumore durante un singolo passaggio di un convoglio merci può pregiudicare la comunicazione all'interno di un'abitazione (in parte anche con finestre chiuse, fig. 8). Con l'entrata in funzione dell'AlpTransit (2016-17) una parte importante del territorio cantonale vedrà ridotto il carico fonico dovuto alla ferrovia, in modo particolare di notte. Fino a quel momento gli interventi di risanamento acustico (ripari fonici) messi in atto dalle FFS potranno contenere parzialmente le immissioni nelle vicinanze della linea ma non quelle lontano dalla stessa;
 - il traffico stradale: è il rumore in assoluto più diffuso in forma capillare sul territorio. Anch'esso, al pari del rumore ferroviario, riesce a salire lungo i fianchi delle montagne e, in modo particolare nelle valli più strette lungo la A2 (come la Leventina), dove, nella terminologia introdotta da Raymond Murray Schafer, funge sia da «tonica» (keynote sound) sia

5. Esempi di misurazioni dell'andamento del livello di valutazione L_r in funzione della distanza dalla bocchetta di espulsione dell'aria per due pompe di calore
6. Esempi di immissioni foniche sul vicinato da parte di un bar con musica all'aperto. Si noti il picco di rumore del sabato e, più contenuto, della domenica fra le 21 e le 24.
7. Esempio di registrazione del rumore stradale in un punto sensibile di uno stabile a circa 150 m di distanza dalla A2. Si noti l'aumento del livello sonoro durante il venerdì ed il sabato notte causa del traffico indotto dalle attività del tempo libero.

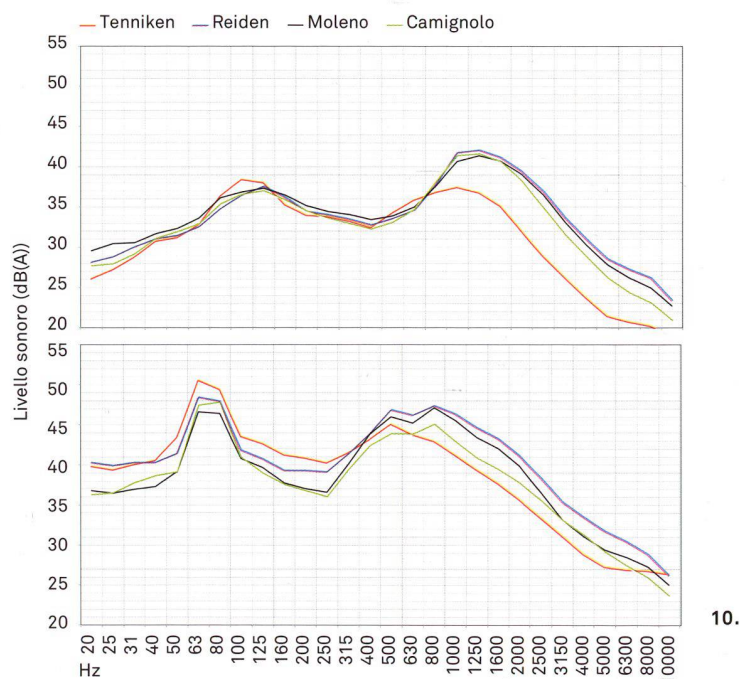
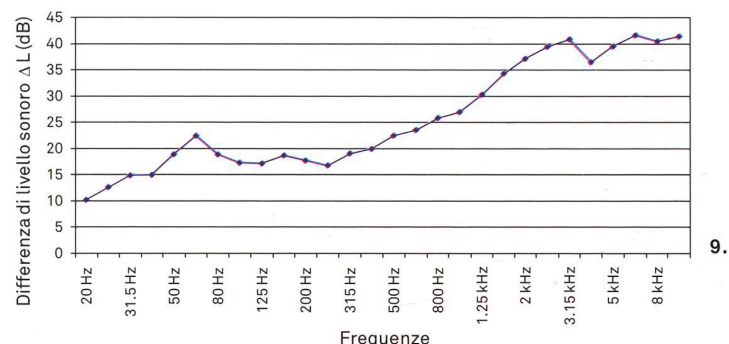
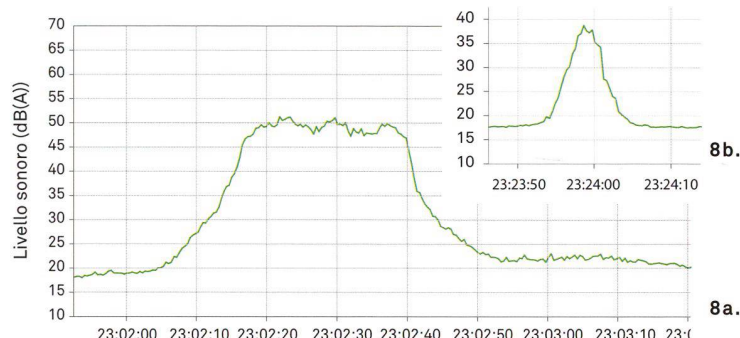
da «impronta sonora» (soundmark) e si sostituisce di prepotenza agli altri suoni presenti nei medesimi luoghi. Questo effetto coprente è dovuto anche al fatto che, a distanze dell'ordine del chilometro dall'asse della A2, lo spettro del rumore stradale ha perso una buona parte delle sue componenti alle frequenze medio-alte per effetto di assorbimento da parte dell'aria e viene percepito come un rombo sordo (fig. 9). Emergono pertanto le componenti del picco a bassa frequenza nell'intervallo 63-80 Hz (rumore del motore, molto pronunciato per i veicoli pesanti), che sono presenti nello spettro del rumore stradale, mentre scompare il secondo picco di emissione per frequenze attorno a 1200 Hz per i veicoli leggeri, risp. a 800 Hz per i veicoli pesanti (fig. 10).

La propagazione del rumore nelle valli

L'affermazione frequente secondo la quale «il rumore va verso l'alto» scaturisce dall'esperienza e, sebbene non corretta dal profilo fisico, ha una sua giustificazione.

Il rumore, che si propaga in campo libero, subisce tre tipi di attenuazione:

- attenuazione dovuta alla divergenza geometrica, che causa una riduzione di 3 dB(A) ad ogni raddoppio della distanza da una sorgente lineare come la strada e la ferrovia;
- attenuazione dovuta all'assorbimento dell'aria, che si manifesta soprattutto alle frequenze medio-alte e modifica a grande distanza lo spettro del rumore a vantaggio delle componenti a bassa frequenza. Per il rumore stradale essa è dell'ordine di circa 4-5 dB(A) per ogni km di distanza percorsa dal suono e dipende strettamente dalle condizioni di temperatura e umidità dell'aria;
- attenuazione dovuta all'effetto del suolo, che è riconducibile all'interferenza fra suono diretto e suono riflesso dal suolo. Tale attenuazione dipende in prima analisi dall'altezza media di propagazione del suono dal punto di emissione al punto di ricezione: maggiore è tale altezza e minore risulta essere l'attenuazione. Questo effetto spiega come mai il rumore indirizzato verso i fianchi di una montagna venga meno attenuato rispetto a quello che si propaga in piano (fig. 11) dando l'impressione che il rumore si propaghi di preferenza verso l'alto. Una campagna di misura del rumore autostradale effettuata a Camignolo nel 2005 ha permesso di evidenziare in modo molto chiaro questo effetto. Infatti un punto di misura (P4) posto sulle pendici di una montagna a 1,2 km in linea d'aria dall'autostrada e ad un'altezza di 400 m dal piano della stessa ha mostrato il medesimo livello sonoro registrato in un altro punto (P2) in piano alla distanza di soli 350 m dalla A2 (fig. 12).



8. Esempio di registrazione del rumore di un treno merci (a) e di un TILO (b) all'interno di un'abitazione (a finestre chiuse) distante circa 34 m dal binario più vicino.
9. Differenze di livello sonoro negli spettri del rumore autostradale rilevato a Moleno a 6,5 m dalla corsia più vicina e a Cresciano a circa 1 km di distanza. Tale differenza comprende tutti gli effetti di attenuazione del rumore stradale (divergenza geometrica, attenuazione dell'aria, effetto del suolo).
10. Spettri (in dB) del rumore autostradale per i veicoli leggeri (in alto) e per i veicoli pesanti (in basso) rilevati dalle postazioni di monitoraggio di Camignolo, Moleno, Reiden e Tenniken ad una distanza di 6,5 m e ad un'altezza di 3,2 m rispetto alla corsia normale. Si noti la minore emissività dell'asfalto drenante a Tenniken a partire da circa 800 Hz.

Per comprendere appieno il rumore di fondo generato dall'autostrada in una valle occorre anche tener conto delle riflessioni e diffrazioni del rumore in corrispondenza delle pendici delle montagne (meno assorbenti rispetto a quanto si potrebbe supporre) nonché delle condizioni meteorologiche (vento, stratificazioni termiche verticali), che possono avere un influsso notevole sul carico fonico a grande distanza.

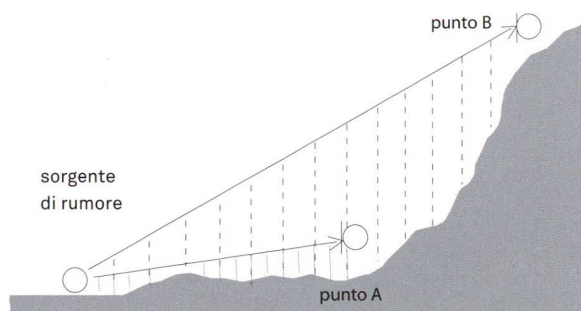
Facciamo infine osservare che provvedimenti di protezione acustica dal rumore stradale efficaci a breve-media distanza, quali i ripari fonici e gli asfalti basso-emissivi (asfalti di tipo drenante), sono relativamente poco efficaci a grandi distanze dalla fonte di rumore.

* Fisico ETHZ, dr.sc.nat., IFEC Consulenze SA

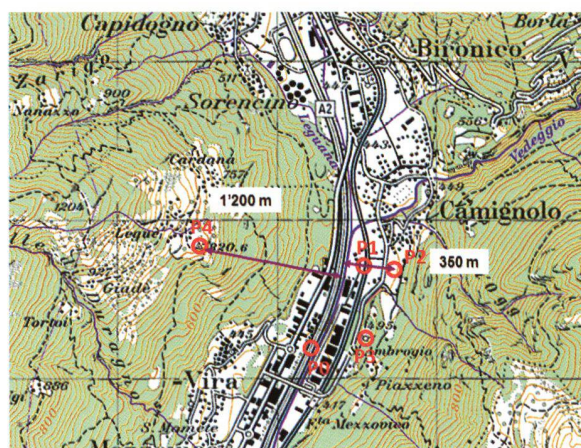
Bibliografia

- Lorentz A., *Klangalltag - Alltagklang*, Zürich 2000.
- Schreckenberg D & al., *Gilt der Schienenbonus auch während der Abendzeit?*, Zeitschrift Lärmbekämpfung, März 2010
- UFAFP, Scritti sull'ambiente n. 329, *La lotta contro il rumore in Svizzera*, 2002
- Eggenschwiler K., J.M. Wunderli, *Vorlesung Lärmbekämpfung*, ETHZ, 2009
- EMPA, Strassenlärmrechnungen an der MFM-U Station Camignolo, Empa Untersuchungsbericht 442'405b, 2007
- MFM-U, Monitoraggio delle misure di accompagnamento ambientale: <http://www.bafu.admin.ch/umweltbeobachtung/02272/02280/index.html?lang=it>
- OASI, Osservatorio ambientale della Svizzera italiana: www.oasi.ti.ch

11.



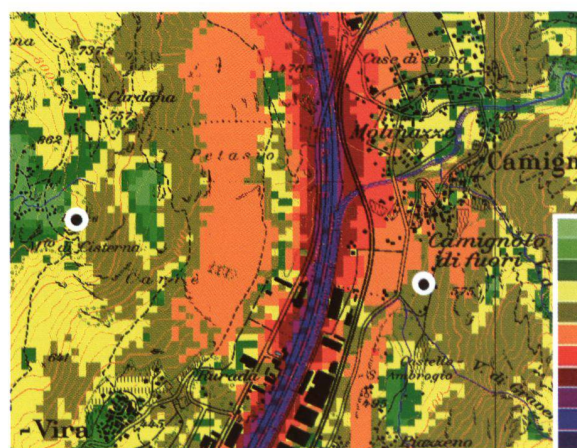
12a.



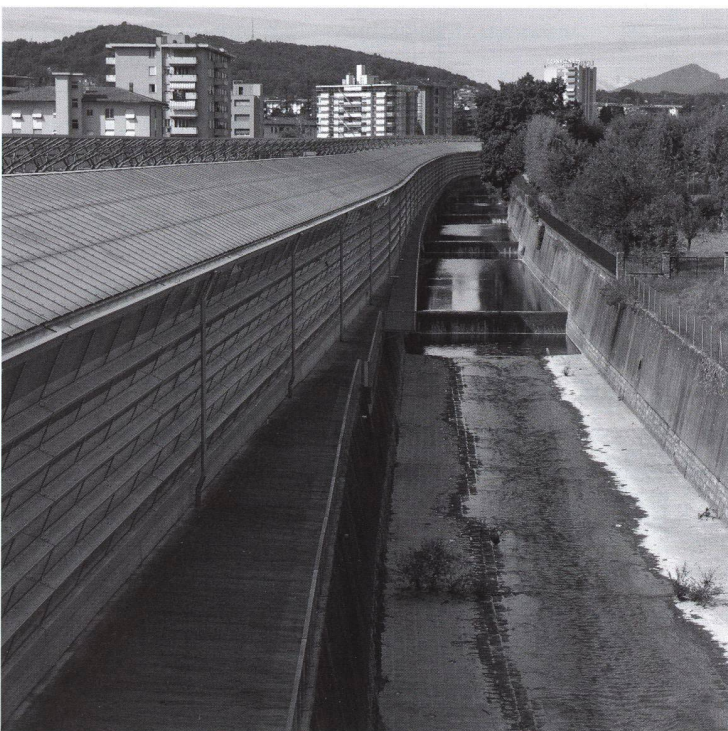
11. L'altezza media di propagazione del rumore: bassa per il punto A ed elevata per il punto B.
12. Campagna di misura del rumore autostradale del 2005 nell'ambito del progetto MfM-U (Monitoring flankieren der Massnahmen - Umwelt):
 - 12a – planimetria con punti di misura,
 - 12b – andamento dei livelli sonori, a 350 m in piano (P2) e a 1'200 m sul fianco di una montagna (P4)
 - 12c – Simulazioni della situazione con il programma SoundRoad (Dr. Kurt Heutschi, EMPA).



12b.



12c.



Così giunsero dove finivano le case della città e la strada diventava autostrada. Ai lati dell'autostrada, i bambini videro il bosco...

Italo Calvino, *Il Bosco sull'autostrada*, in Marcovaldo, 1963

A Chiasso, l'installazione di un sistema di protezioni acustiche, disegnate dallo studio di Mario Botta, è una sequenza di «alberi» metallici, riparati da una copertura semitrasparente, che protegge l'abitato dal transito del valico di frontiera e segna l'ingresso in Svizzera. Gli esempi di progetti pensati per luoghi specifici sono poco frequenti: spesso lungo i tragitti viene proposta la serialità dei prodotti di mercato, prodotti «neutri», codificati, ma che non si curano del contesto e delle peculiarità del luogo.



