

ANALISI SPETTRALE DI TESSITURA E RUMORE DA ROTOLAMENTO IN PAVIMENTAZIONI A BASSA EMISSIONE

Alessandro Del Pizzo (1), Francesco Bianco (2), Luca Teti (3), Antonino Moro (4), Gaetano Licitra (5)

- 1) Dip. di Fisica dell'Università di Pisa, Pisa, alessandro.delpizzo@df.unipi.it
2) Ipool srl, Pisa, francesco.bianco@i-pool.it
3) Ipool srl, Pisa, luca.teti@i-pool.it
4) CNR-IPCF di Pisa, Pisa, antonino.moro@unirc.it
5) ARPAT – Dipartimento di Lucca, Lucca; CNR-IPCF, Pisa, g.licitra@arpat.toscana.it

SOMMARIO

Il legame tra tessitura stradale e rumore da contatto ruota/pavimentazione è stato studiato finora con particolare enfasi sull'analisi di segnali a banda larga. Non molto è disponibile a tal riguardo su classi di pavimentazioni a bassa rumorosità contenenti polverino o aggregati di gomma. Questo lavoro si presenta come uno studio preliminare su questi fattori, mostrando i livelli di tessitura e CPX e la loro correlazione banda per banda. Il comportamento emergente dai dati indica la necessità di sviluppare modelli per famiglie di pavimentazione.

1. Meccanismi di generazione del rumore da rotolamento

Il rumore da contatto ruota/pavimentazione può essere imputato a diversi fenomeni, determinati dalla natura e dalla geometria dei due mezzi. I meccanismi di generazione sono classificati tipicamente dal fenomeno fisico alla loro base [1]: vibrazionali, dall'impatto delle asperità della superficie sulla gomma, aerodinamici, come la compressione dell'aria tra gomma e pavimentazione, e di attrito, adesione e distacco tra i due mezzi. Il primo fenomeno è prevalente alle basse frequenze di emissione acustica, mentre gli altri due influenzano maggiormente le alte.

2. Metodi di misura e caratteristiche dei siti

Una valutazione del rumore di rotolamento può essere fornita dalla tecnica CPX, come descritto nella norma ISO 11819-2 [2]. La tecnica è sensibile alle differenti sorgenti determinate dal contatto tra ruota e pavimentazione.

La misura della tessitura stradale fornisce una caratterizzazione della superficie asfaltata secondo i parametri indicati nella ISO 13473-2 [3].

Entrambi i parametri sono valutati suddividendo i tratti di interesse in segmenti di lunghezza pari a tre giri ruota: per ciascuna pavimentazione indagata è quindi possibile fornire un valore medio ed una deviazione standard sulle sezioni individuate.

2.1 Tecniche e strumentazione: CPX

Il sistema adottato prevede l'applicazione dei sensori microfonici in prossimità della ruota posteriore destra, sul cui cerchione è montato un pneumatico SRTT, secondo le indicazioni dello standard ISO/TS 11819-3 [4].

Il segnale ottenuto viene analizzato secondo le tecniche descritte in [5], ottenendo un valore di L_{cpX} ad una data velocità di riferimento, pari a 100 km/h per le pavimentazioni considerate, tramite fit dei risultati al variare della velocità. Viene infine applicata una correzione per durezza del pneumatico, misurata prima di ogni sessione di misura, e di temperatura.

2.2 Tecniche e strumentazione: tessitura

Lo strumento impiegato è un laser a triangolazione, il cui segnale viene acquisito nel tempo e trasformato in funzione dello spazio, tramite lo stesso encoder impiegato per la misura

CPX. La velocità di percorrenza è fissata nell'intorno dei 50 km/h per poter garantire un campionamento spaziale di 0.5 mm data la frequenza di campionamento del sistema laser di 32 kHz.

Il segnale così ottenuto viene poi trattato con la tecnica di involuppo di Von Meier [6] per ottenere un profilo simile all'indentazione che la tessitura reale applica al pneumatico. Quanto ottenuto viene infine caratterizzato secondo le indicazioni del terzo metodo dello standard ISO/TS 13473 [7].

2.3 Caratteristiche dei siti indagati

Lo studio si focalizza sull'analisi del comportamento di pavimentazioni arricchite da polverino o residui granulari di gomma da riciclo di pneumatici esausti, utilizzate con successo per la riduzione del rumore [8], stese sulla superstrada MeBo in provincia di Bolzano.

Due di queste, DR1 e DR2, sono prodotte con tecnica dry, con granuli aggiunti agli aggregati in percentuale variabile, mentre AR2 è prodotta tramite processo wet, in cui il polverino viene aggiunto al binder. Tutte le pavimentazioni sopra descritte hanno una curva granulometrica di tipo gap graded.

Infine AC12 è un DAC (dense asphalt concrete), considerato come riferimento di stesa coeva alle altre superfici.

In tabella 1 sono riportati i valori di percentuale di gomma presente nella pavimentazione e di porosità, oltre alle caratteristiche della curva granulometrica, quasi identica per DR1 e DR2.

Tabella 1 – Caratteristiche delle pavimentazioni adottate

| | Caratteristiche granulometriche | % gomma | Porosità % |
|------|---------------------------------|---------|------------|
| DR1 | Gap graded 0/12 | 1.4 | 9.93 |
| DR2 | Gap graded 0/12 | 1.1 | 2.93 |
| AR2 | Gap graded 0/16 | 1 | 10.28 |
| AC12 | DAC 0/12 | - | 5.17 |

3. Risultati

I segnali di CPX e tessitura mediati sulle sezioni sono mostrati in bande di terze d'ottava, rispettivamente in frequenza ed

in lunghezza d'onda, nelle figure 1a e 1b. E' riportata la deviazione standard sotto forma di barra d'errore.

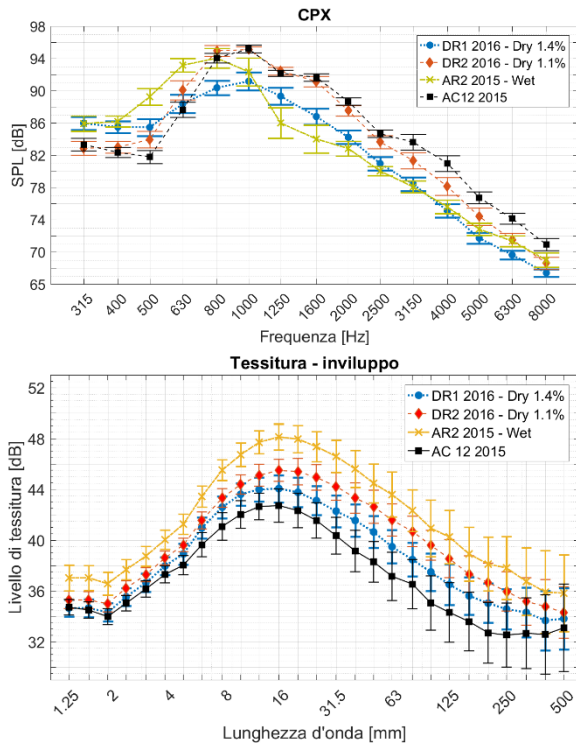


Figura 1 – a) in alto, valori di CPX, b) in basso, livelli di tessitura.

Coerentemente con la letteratura attuale [1,3] livelli di tessitura più elevati alle piccole lunghezze d'onda sono legati a valori più bassi di emissione sonora alle alte frequenze. Viceversa accade per alte lunghezze d'onda e basse frequenze.

E' stato analizzato inoltre il coefficiente di correlazione tra le bande dei due parametri misurati, presentato in figura 2.

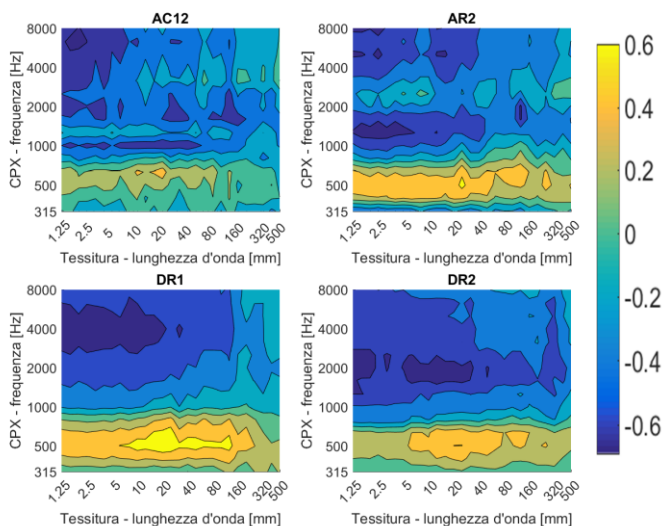


Figura 2 – Coefficiente di correlazione tra livelli in bande di terze di lunghezza d'onda della tessitura e di spettro di rumore CPX per ciascuna pavimentazione indagata.

La correlazione positiva maggiore si ha attorno alle bande di 25 mm e 500 Hz per tutte le pavimentazioni. Piccole lunghezze d'onda sono in generale anticorrelate alle alte frequenze.

4. Conclusioni

Considerando le due pavimentazioni DR1 e DR2, simili per caratteristiche granulometriche, le differenti emissioni rilevate

possono essere imputate a diversa percentuale di gomma e di porosità.

Lo studio della correlazione indica la necessità di sviluppare modelli di emissione per famiglie di pavimentazioni, in particolare per l'emissione dovuta a fenomeni aerodinamici e di attrito.

5. Bibliografia

- [1] Sandberg, U. and Ejsmont, J. A., *Tyre/road noise reference book*, INFORMEX, Kisa, Sweden (2002).
- [2] ISO 11819-2:2017, Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2: The close proximity method, *International Organization for Standardization*, Geneva, Switzerland, (2017).
- [3] ISO 13473-2:2002, Characterization of pavement texture by use of surface profiles – Part 2: Terminology and basic requirements related to pavement texture profile analysis, *International Organization for Standards*, Geneva, Switzerland (2002).
- [4] ISO/TS 11819-3:2017, Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 3: Reference tyres, *International Organization for Standardization*, Geneva, Switzerland, (2017).
- [5] Licitra, G., Teti, L. and Cerchiai, M., A modified Close Proximity method to evaluate the time trends of road pavements acoustical performances, *Applied Acoustics*, **76**, 169-179, (2014).
- [6] Von Meier, A., van Blockland G. J. and Descornet, G. The influence of texture and sound absorption on the noise of porous road surfaces. *PIARC 2nd International Symposium on Road Surface Characteristics*, Berlin, Germany, 23-26 June, (1992).
- [7] ISO/TS 13473-4: 2008 Characterization of pavement texture by use of surface profiles – Part 4: Spectral analysis of surface profiles, *International Organization for Standards*, Geneva, Switzerland (2008).
- [8] Licitra, G., Cerchiai, M., Teti, L., Ascari, E. and Fredianelli, L., Durability and variability of the acoustical performance of rubberized road surfaces, *Applied Acoustics*, **94**, 20-28, (2015).