

Il risanamento acustico attraverso le
pavimentazioni fonoassorbenti e a
bassa emissione: necessità e risultati ottenuti

Gaetano Licitra
IPCF CNR - Pisa

RISANAMENTO ACUSTICO

➤ DM 29 novembre 2000

Art. 4

le attività di risanamento devono conseguire il rispetto dei valori limite del rumore prodotto dalle infrastrutture di trasporto

Art. 5

- Gli oneri derivanti dall'attività di risanamento sono a carico delle società e degli enti gestori delle infrastrutture dei trasporti
- Gli interventi strutturali finalizzati all'attività di risanamento devono essere effettuati secondo la seguente scala di priorità:
 - a) **direttamente sulla sorgente rumorosa**;
 - b) lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore;
 - c) direttamente sul ricettore.

RISANAMENTO ALLA SORGENTE

➤ **Pavimentazioni a basso impatto acustico**

- Pavimentazioni ad alto assorbimento acustico
- Pavimentazioni a bassa emissione acustica

➤ **Pianificazione del traffico in ambito urbano**

- Mantenere il flusso di traffico, il più costante possibile, con una riduzione sostanziale della velocità
- Allontanare il traffico dal centro verso le tangenziali esterne
- Modificare incroci con semafori e "Stop" da rotatorie ottimizzate

PAVIMENTAZIONI

- Progettazione specifica per l'ambito urbano: velocità basse e minore presenza di mezzi pesanti
 ➔ **preponderante il rumore della sorgente**
- Necessità di superfici non porose: si intasano i pori e la bassa velocità non consente la autopulizia
 ➔ **superfici a bassa emissione non drenanti**
- Necessità di una progettazione specifica che eviti gli interventi successivi sui **servizi posti sotto** la pavimentazione

PROGETTO LEOPOLDO

➤ **Linee guida**

- Pavimentazioni a basso impatto acustico

➤ **Metodi di misura**

- Verifica requisiti
- Verifica efficacia acustica

➤ **Monitoraggio nel tempo**

- Verifica del rapporto costi/benefici

I METODI DI MISURA

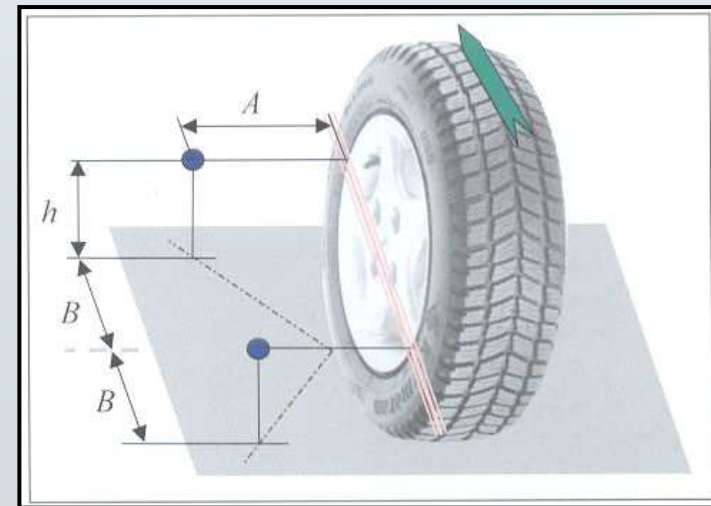
- **Metodo CPX (ISO/CD 11819-2)**
- **Metodo SPB (ISO 11819-1)**
- **Metodo Adrienne (ISO 13472)**
- **Metodo Tubo a impedenza (ISO 10534-1)**

METODO CPX (ISO/CD 11819-2)

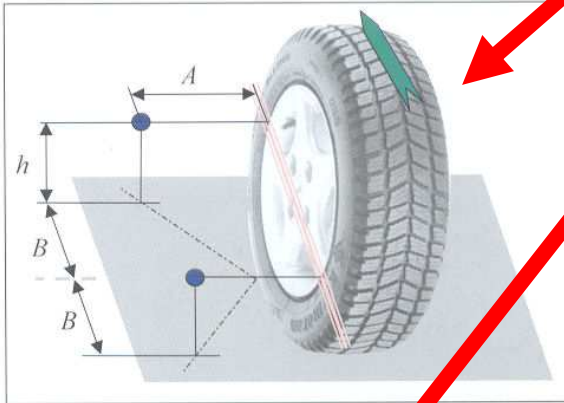
Misura il rumore di rotolamento (emissione) utilizzando due microfoni posti in prossimità del punto di contatto pneumatico/pavimentazione.

- Best fit per V_{RIF} (50 km/h)
- Spettro di emissione
- $L_{EQ}(A)$

Ogni sezione di circa 6 metri

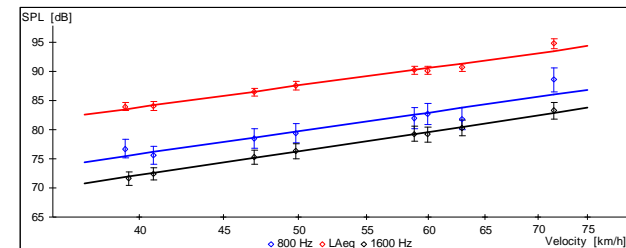


METODO CPX (ISO/CD 11819-2)



- Basato sulla configurazione proposta da LCPC (*Fabienne Anfosso-Lédée*, *SURF 2004, June 6-10th, 2004, Toronto, Canada*);
- Due microfoni con asse di riferimento parallelo al piano stradale
- Un encoder digitale permette la registrazione simultanea ai segnali acustici di velocità e posizione
- Uso di regressioni della potenza spettrale in funzione della velocità:

$$L_{\text{predict},i} = A(f) + B(f) \log\left(\frac{v}{v_{\text{ref}}}\right)$$



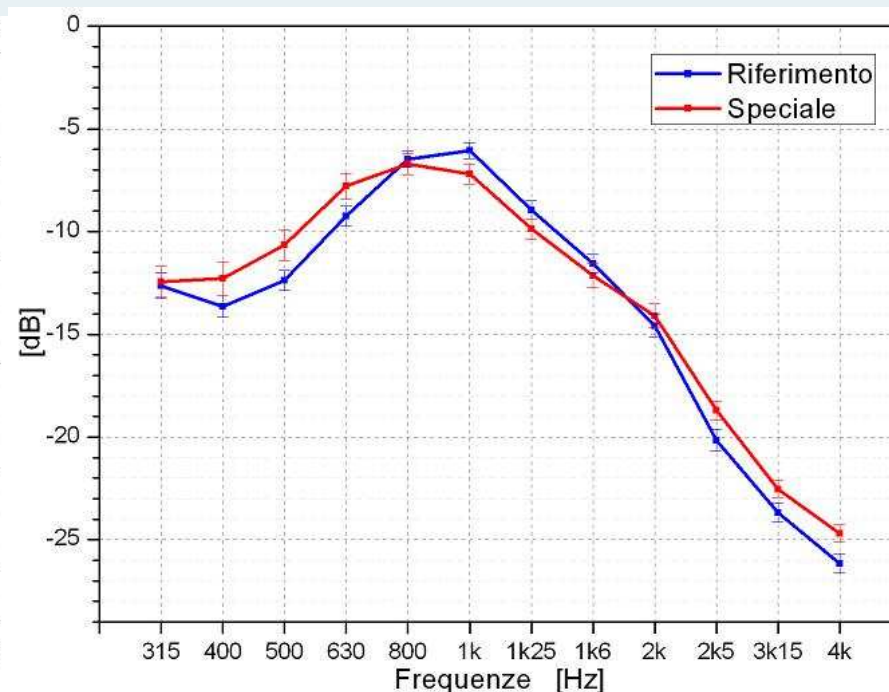
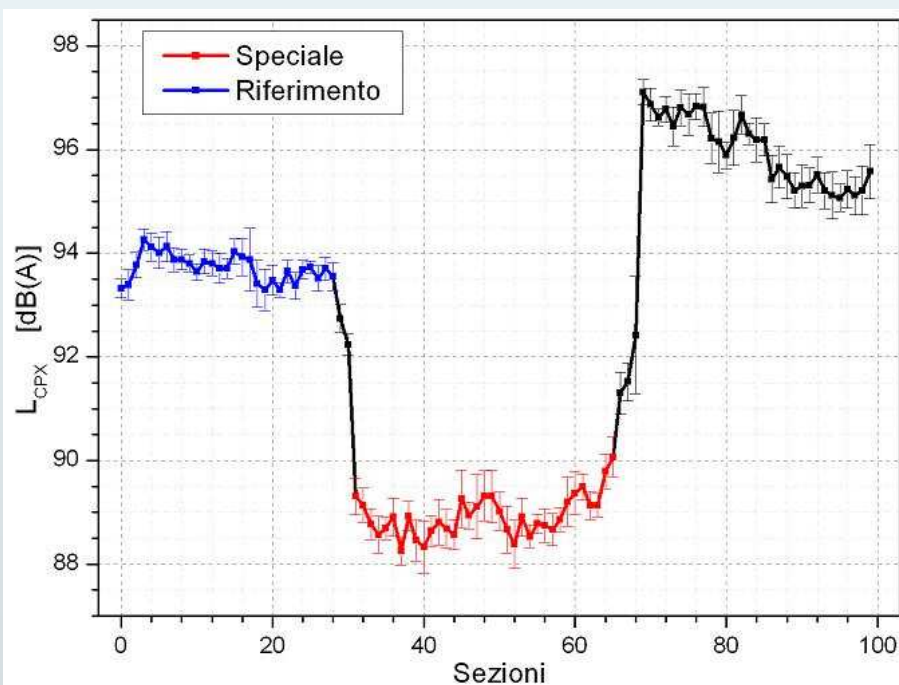
METODO CPX (ISO/CD 11819-2)

CRITERIO DIFFERENZIALE

Durante la medesima sessione si effettua la misura su una seconda pavimentazione scelta come riferimento (vecchia o coeva a seconda degli scopi).

- minimizza l'influenza delle condizioni a contorno**
- permette il confronto tra diverse sessioni nel tempo**
- consente un efficace monitoraggio nel tempo**

METODO CPX (ISO/CD 11819-2)



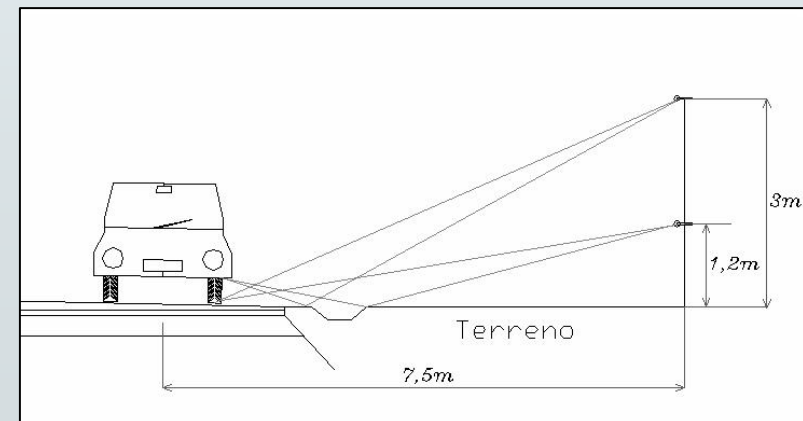
ANDAMENTO SPAZIALE

SPETTRI NORMALIZZATI

METODO SPB (ISO 11819-1) protocollo modificato HARMONOISE

Metodo di confronto del rumore da traffico su diverse superfici stradali per varie composizioni di traffico stradale a scopo di valutazione dei diversi tipi di pavimentazione

- 2 mic a lato strada
- SEL dei veicoli leggeri
- Best fit per V_{RIF} (50 km/h)



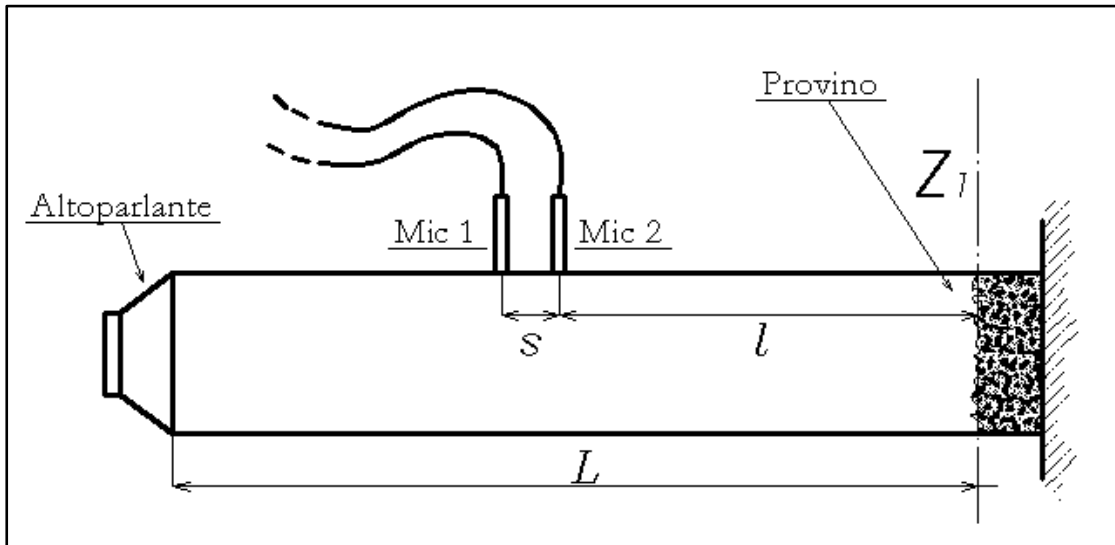
Misura anche l'influenza sulla propagazione

METODO SPB (ISO 11819-1) **protocollo modificato HARMONOISE**

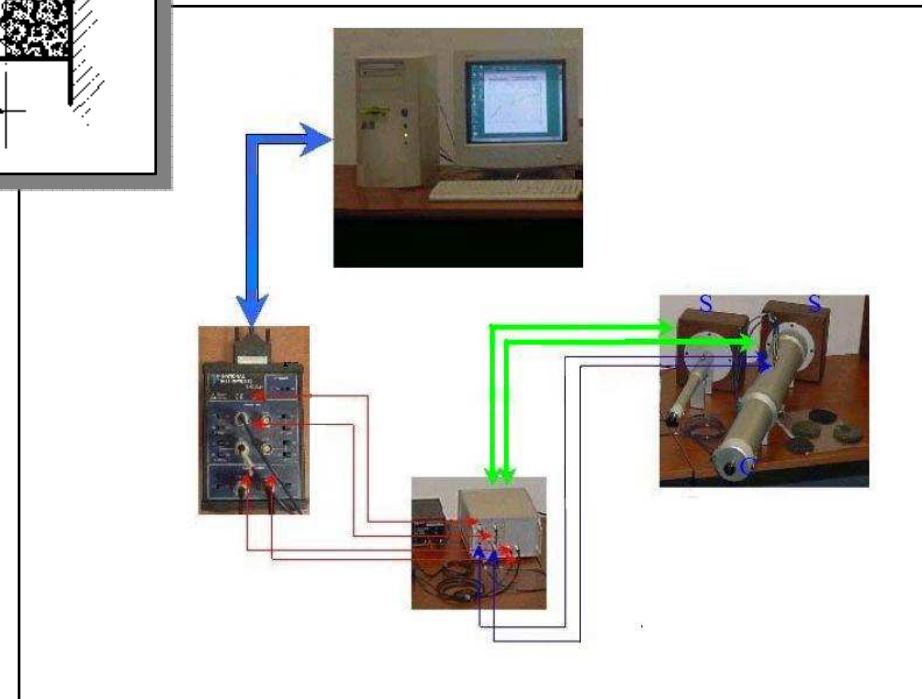
RISULTATI:

- **spettri normalizzati per entrambe le altezze**
- **Indice SPB_L (per veicoli leggeri)**
- ✓ **Ha stringenti condizioni di applicabilità e di validazione degli eventi**
- ✓ **È influenzato dalle condizioni di misura**

TUBO DI KUNDT – ISO 10534-2



$$FRF = \frac{p_2}{p_1}$$

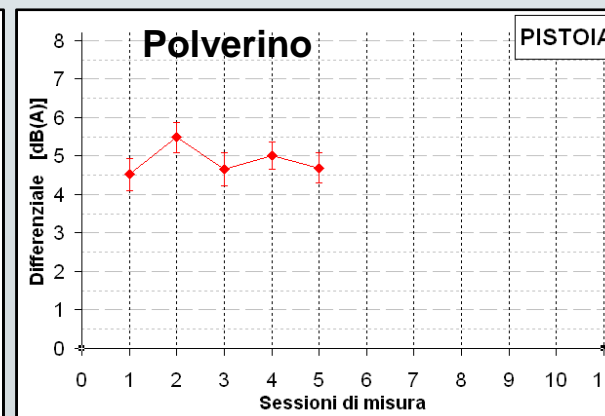
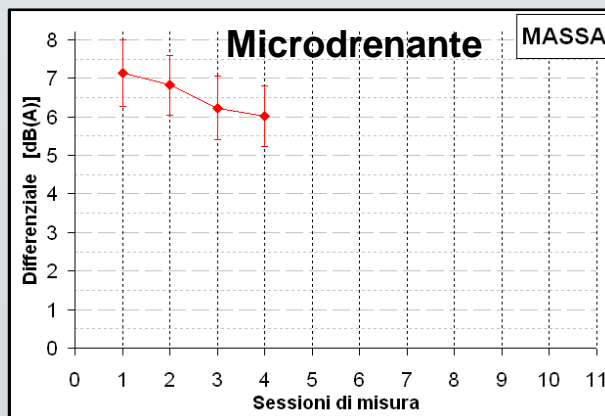
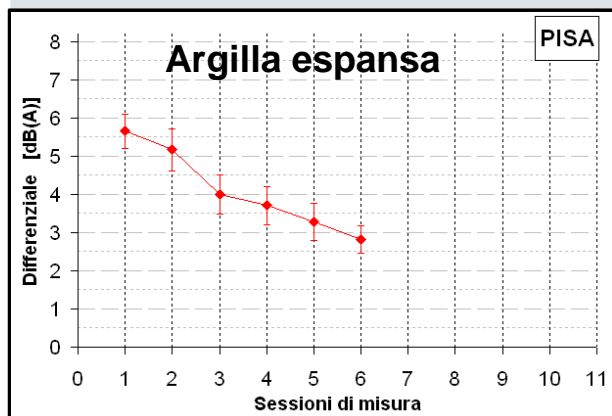
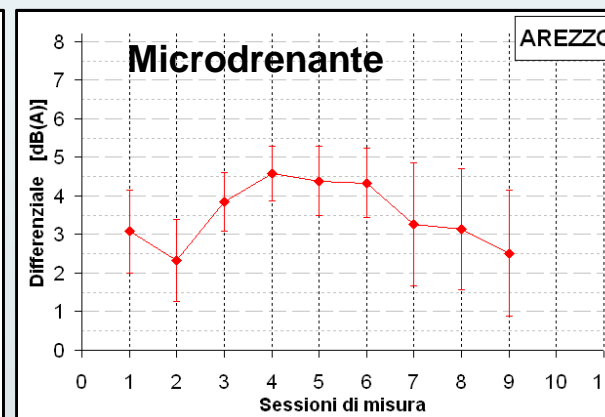
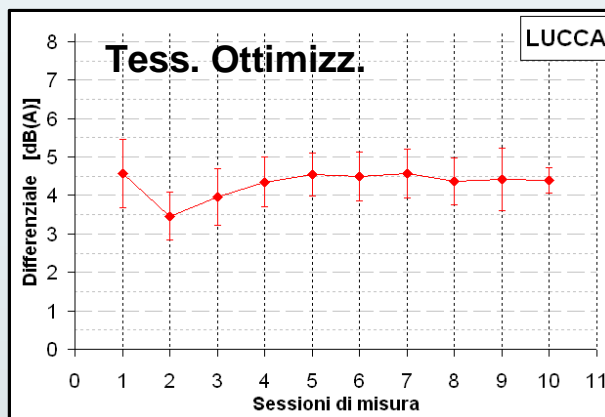
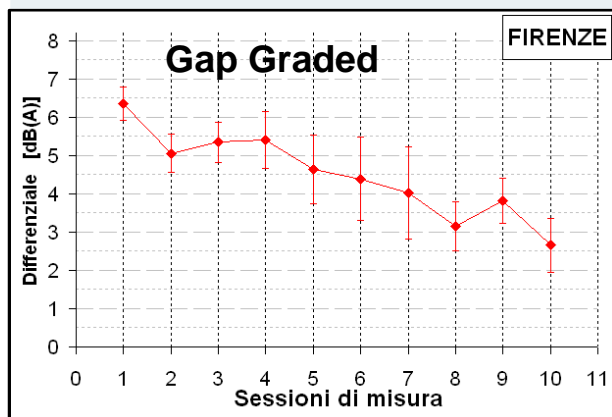


PAVIMENTAZIONI

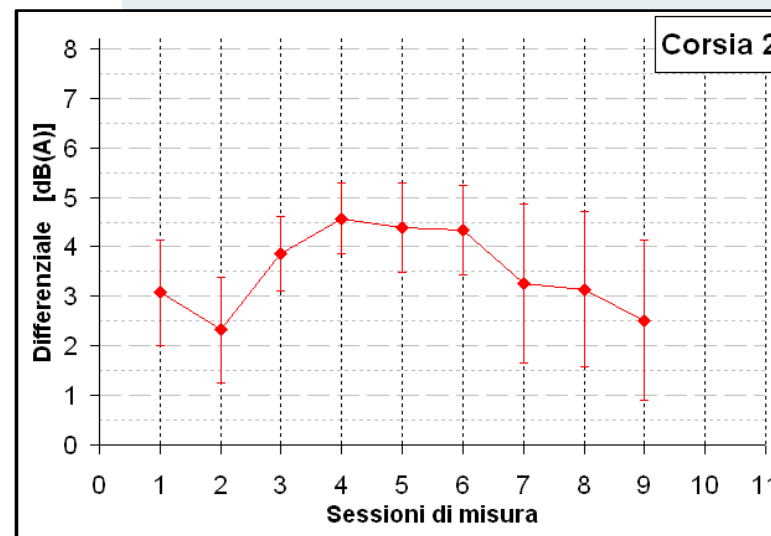
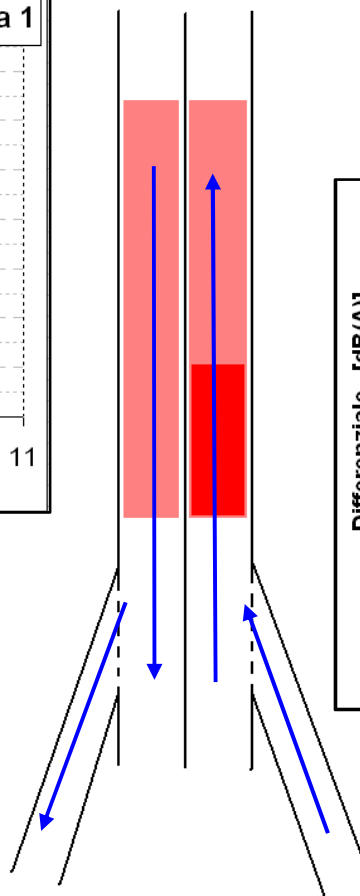
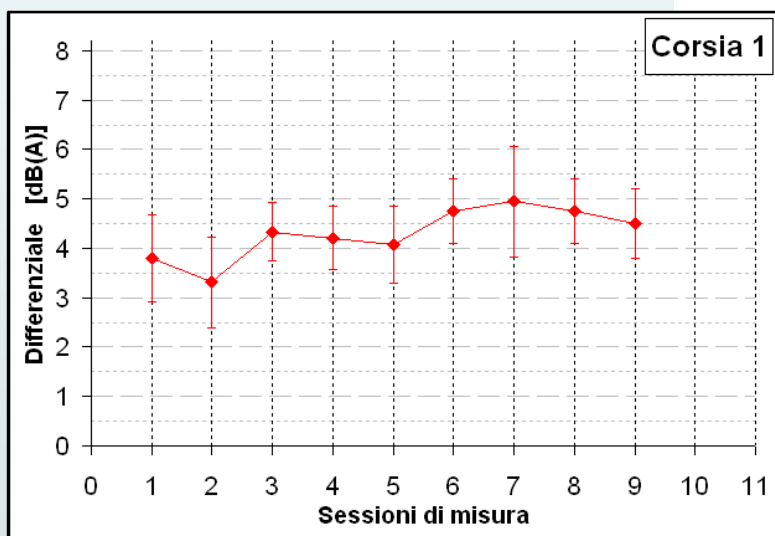
SITI DI STUDIO PROGETTO LEOPOLDO

PROVINCIA	STRADA	PAVIMENTAZIONE	DATA
AREZZO	SRT 71	MICRODRENANTE OPEN GRADED	Giugno 2008
FIRENZE	SRT 302	CONGLOMERATO GAP GRADED	Giugno 2008
LUCCA	SRT 439	TESSITURA OTTIMIZZATA	Giugno 2008
MASSA CARRARA	SRT 445	MICRODRENANTE	Ottobre 2010
PISA	SRT 439	MODIFICATO CON ARGILLA ESPANSA	Giugno 2010
PISTOIA	SRT 66	POLVERINO DI GOMMA	Giugno 2010

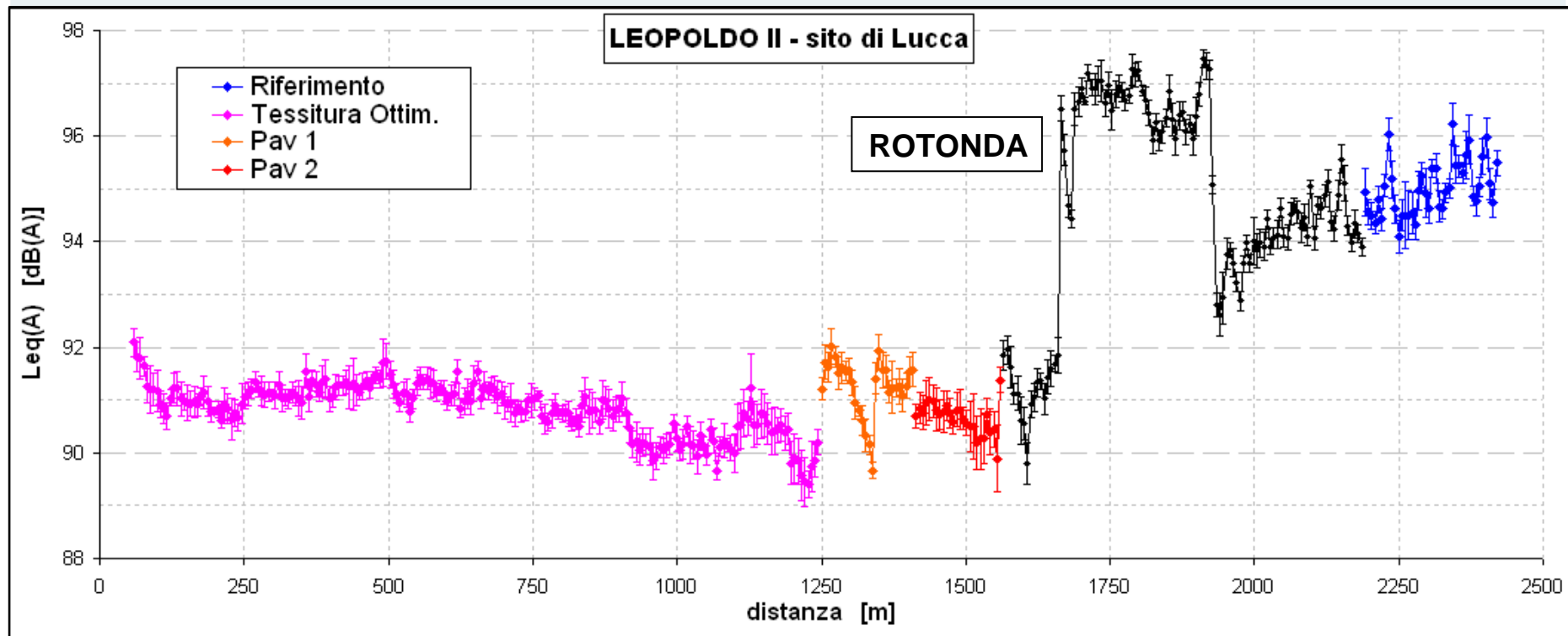
CPX - Differenziali



CPX – Analisi dettagliate

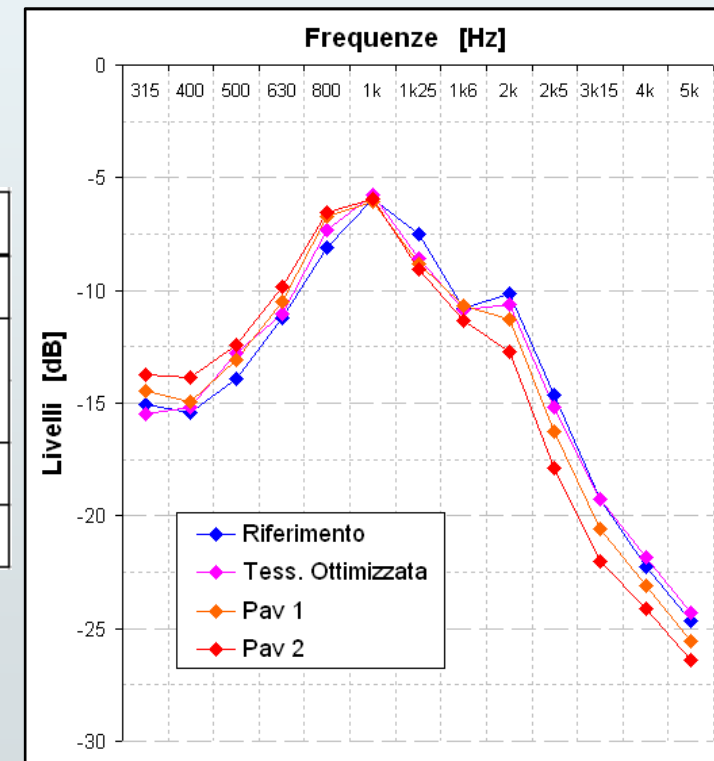


LEOPOLDO 2 primi risultati



LEOPOLDO 2 primi risultati

	Leq(A)	Differenziale
Riferimento	95.0 ± 0.5	/
Tessitura Ottimizzata (Leopoldo)	91.0 ± 0.8	4.0 ± 0.9
Pav. 1	91.1 ± 0.3	3.9 ± 0.6
Pav. 2	90.8 ± 0.3	4.2 ± 0.6



PAVIMENTAZIONI CON POLVERINO

prestazioni a confronto

Siti	Leq(A) [dB(A)] (dopo 1 anno)			
	Polverino		Riferimento	Differenziale
Le Panche (PT)	WET (0/8)	92.9 ± 0.3	97.3 ± 0.5	4.4 ± 0.6
Livorno (LI)	WET (0/12.5)	93.9 ± 0.2	95.2 ± 0.4	1.3 ± 0.5
Signa (FI)	DRY (0/6)	90.0 ± 0.4	96.8 ± 1.2	6.8 ± 1.2
Margine Cop. (PT)	WET (0/12)	93.1 ± 0.8	95.1 ± 0.8	2.0 ± 1.1
Vicchio (FI)	SMA/DRY (0/12.5)	92.6 ± 0.4	93.3 ± 0.4	0.7 ± 0.6

The acoustical characterization of special pavements with rubber: some results in four different sites and the problem of their comparison – AIA-DEGA 2013
Mauro Cerchiai, Luca Teti, Gaetano Licitra

CONCLUSIONI

L'esperienza del Progetto Leopoldo insegna che:

- La posa in opera determina significativamente le prestazioni delle pavimentazioni
- Il sito (strada, traffico, etc) influenza le prestazioni nel tempo
- È necessario monitorare nel tempo l'efficacia acustica (almeno 2 misure l'anno per 3/5 anni), se si vuole esser certi delle prestazioni;
- Il metodo CPX con il criterio differenziale, sviluppato in ARPAT, è un metodo robusto per la verifica delle prestazioni acustiche (*Licitra et al. Applied Acoustics 76 (2014) 169–179*)