

SITEBSi srl
**Rassegna
del bitume**

RIVISTA DEL SITEB-ASSOCIAZIONE ITALIANA BITUME ASFALTO STRADE

ESTRATTO DAL N° **48/04**

Intervento di bonifica acustica mediante pavimentazione fonoassorbente ad elevata aderenza e insonorizzazione dei giunti di dilatazione

Acoustic drainage intervention through noise-reduction pavement at high adherence and deafening of expansion joints

Stefano Tattolo
Progettista e Direttore lavori

Luciano Lunardi
Sintexcal Spa

Intervento di bonifica acustica mediante pavimentazione fonoassorbente ad elevata aderenza e insonorizzazione dei giunti di dilatazione

Acoustic drainage intervention through noise-reduction pavement at high adherence and deafening of expansion joints

STEFANO TATTOLO
Progettista e Direttore lavori

LUCIANO LUNARDI
Sintexcal Spa

Riassunto

Viene presentata l'esperienza di un progetto di risanamento acustico dell'asse viario nord-sud della città di Ancona. Sono descritti dettagliatamente i vari momenti della redazione di tale progetto: dal rilevamento acustico preliminare, alla descrizione del progetto di intervento, dalla scelta del tipo di pavimentazione fonoassorbente, fino al rilievo fonometrico dopo l'intervento.

Summary

The paper is the report of an experience of an acoustic reclamation project of the north-south pathway of Ancona. All phases of this project are here described: initial acoustic survey, description of the interventions, selection of the noise-reduction pavement type and phonometric detection after the intervention.

1. Premessa

I piani di risanamento acustico rappresentano gli strumenti previsionali per la riduzione del rumore ambientale nelle diverse aree del territorio comunale e hanno come obiettivo la riduzione del rumore ambientale dovuto alle sorgenti fisse e mobili presenti nel territorio stesso.

Tali piani, già previsti nel D.P.C.M. 01/03/1991, *Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*, sono stati recepiti e definiti dalla Legge n. 447 del 26/10/1995, *Legge quadro sull'inquinamento acustico*, che rappresenta quindi lo strumento normativo fondamentale per la redazione dei piani di risanamento. Essi prevedono la definizione conclusiva di soluzioni progettuali proposte al fine di

contenere le emissioni di rumore. Con il D.P.R. 30 marzo 2004 n. 142, *Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare a norma dell'articolo 11 della Legge n. 447* viene finalmente completato il quadro di riferimento normativo, rendendo di fatto operativa a tutti i relativi livelli la Legge quadro n. 447 prevedendo l'inserimento delle fasce di pertinenza con i relativi limiti massimi di immissione insieme all'attuazione degli obblighi per gli enti gestori.

Per quanto riguarda le sorgenti mobili, a cui si rivolge la nostra attenzione nella presente memoria, è previsto, ad esempio, l'abbattimento del rumore ambientale mediante:

1. installazione di barriere acustiche vegetali;
2. installazione di barriere acustiche artificiali;



3. interventi sui veicoli pesanti e sui mezzi pubblici di trasporto;
4. interventi sulla gestione del traffico;
5. interventi di pianificazione urbanistica;
6. interventi sulle superfici stradali.

La soluzione progettuale che comporta limitati vincoli per l'ente gestore, minore impatto ambientale, un maggior vantaggio in termini costi-benefici, oltre ad una concreta economia dell'intervento di bonifica, è rappresentata dalla realizzazione di pavimentazioni fonoassorbenti che migliorano le caratteristiche acustiche del manto stradale indipendentemente dalle condizioni del contorno.

D'altra parte, l'installazione di barriere specifiche non risolve talvolta i problemi di risanamento acustico (Fig. 1).

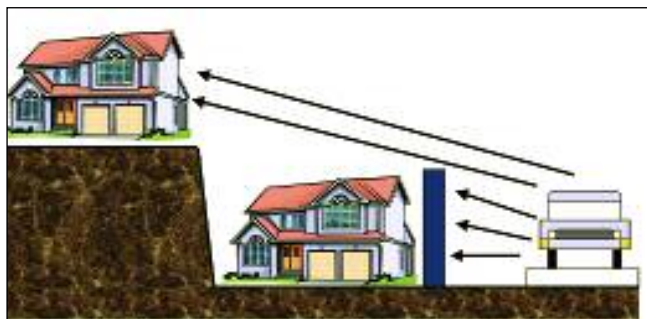


FIG. 1 Efficacia parziale dell'abbattimento del rumore mediante barriere

Le sperimentazioni effettuate su pavimentazioni fonoassorbenti hanno fornito risultati soddisfacenti, con riduzioni dell'ordine dei 2 - 3 dB(A) rispetto alle pavimentazioni in conglomerato bituminoso di usura tradizionale.

Anche se tale risultato può sembrare quantitativamente modesto, va rilevato che in realtà esso è equivalente ad un raddoppio della distanza del ricettore dal punto di emissione (Fig. 2).

Il Comune di Ancona ha redatto un piano di risanamento che prevede, sulla base di una dettagliata mappatura acustica del territorio, differenti interventi a seconda delle condizioni contingenti ai luoghi e alla fattibilità di varie soluzioni, al fine di contenere le emissioni di rumore in prossimità delle principali arterie viarie della città.

2. Il caso dell'asse viario nord-sud del Comune di Ancona

Il presente articolo descrive nel dettaglio tutte le fasi eseguite per la redazione del progetto di risanamento acustico dell'asse viario nord-sud della città di Ancona, partendo dal rilievo acustico preliminare, passando alla descrizione del progetto dell'intervento, alla verifica successiva del livello acustico in posizioni omologhe dell'asse viario dopo l'intervento.

2.1 Descrizione dell'asse stradale

L'asse viario nord-sud collega il centro della città di Ancona con la strada statale Adriatica e termina in Zona Baraccola, in prossimità del casello autostradale di Ancona Sud.

La strada è del tipo a scorrimento veloce, categoria D, a quattro corsie (due per ogni senso di marcia), con rampe canalizzate di entrata e di uscita (Fig. 3).

La velocità massima consentita di 70 Km/h si riduce a 50 km/h in alcuni tratti, con percorso molto articolato

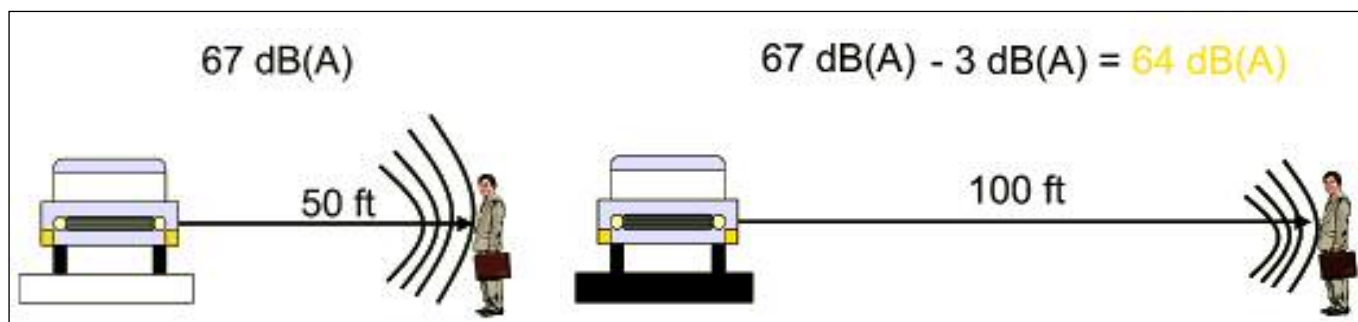


FIG. 2 Effetto acustico in relazione alla distanza sorgente-ricettore



FIG. 3 – Asse nord-sud del comune di Ancona

dal punto di vista altimetrico con la presenza di tre gallerie.

I transiti sull'asse oggetto di intervento sono così caratterizzati:

- ▶ numero orario di transiti nel periodo diurno: 1250;
- ▶ numero orario di transiti nel periodo notturno: 500;
- ▶ percentuale di veicoli pesanti nel periodo diurno: 5%;
- ▶ percentuale di veicoli pesanti nel periodo notturno: 5%;
- ▶ velocità media: 70 Km/h;
- ▶ pendenza media della strada: 3%.

L'intero asse viario è costituito da una serie di impalcati realizzati con travi in calcestruzzo ad armatura precompressa, con relativa soletta, semplicemente appoggiate a pile, con pulvino centrale.

I singoli impalcati costituenti l'intero asse sono giuntati con sistemi di dilatazione in neoprene armato a scorrimento medio di 50 mm.

I giunti di dilatazione rivestono un ruolo di fondamentale importanza nella salvaguardia della durabilità dell'opera, consentendo i movimenti relativi tra gli elementi strutturali (dovuti a variazione dello stato deformativo al variare del carico applicato, a fenomeni di ritiro e gradienti termici), preservando la regolarità del piano viabile.

E' pur vero che tale dispositivo, rappresentando un elemento di discontinuità con la pavimentazione adiacente, è sorgente di rumore ad elevata energia acustica quando percorso soprattutto a velocità sostenuta.

2.2 Rilievi preliminari

Le misure fonometriche sono state effettuate sull'intero asse, mentre lo studio di impatto acustico ha riguardato principalmente la parte finale dello stesso, ovvero il tratto che dall'uscita del quartiere Breccie Bianche arriva fino al centro della città.

In questo tratto, della lunghezza di circa un chilometro, l'asse stradale attraversa una zona prevalentemente residenziale, che ha visto aumentare il livello sonoro ambientale, sia nel periodo diurno che in quello notturno, e per il quale il Comune di Ancona ha previsto un'ipotesi di interventi di bonifica come stralcio del piano generale di risanamento acustico del territorio comunale.

L'indagine ha previsto rilievi fonometrici, effettuati con tempo di misura della durata di una settimana, rilevando contemporaneamente, mediante due centraline di monitoraggio fisse posizionate a m 4 dal piano stradale, la rumorosità prodotta dal traffico veicolare sia lungo il tratto stradale interessato dalla presenza dei giunti, sia in un tratto stradale in cui i giunti sono assenti.

Il traffico tra le due stazioni di misura risulta uguale, in quanto entrambe le stazioni di misura sono comprese tra due rampe di accesso consecutive (Tab. 1).

TAB. 1 LeqA settimanale prima degli interventi

| | LeqA diurno [dB(A)] | LeqA notturno [dB(A)] |
|---|---------------------|-----------------------|
| Postazione n. 1 Tratto non oggetto di intervento | 75,2 | 68,2 |
| Postazione n. 2 Tratto oggetto di interventi | 77,6 | 70,4 |

L'analisi dei dati evidenzia come nella zona in prossimità dei giunti di dilatazione il livello sonoro equivalente settimanale LeqA sia superiore di 2,4 dB(A) durante il periodo diurno e di 2,2 dB(A) durante il periodo notturno rispetto alla condizione senza giunto di dilatazione.

Il rilievo preliminare ha fornito uno spunto progettuale fondamentale basato sulla convinzione che si dovesse affrontare il problema dell'insonorizzazione dei giunti di

dilatazione, responsabili singolarmente di un incremento medio di circa 2,3 dB(A) del livello sonoro equivalente settimanale LeqA.

Eliminare l'effetto acustico dovuto al transito del traffico veicolare sulla superficie del giunto avrebbe comportato una riduzione sostanziale del livello acustico globale.

D'altra parte l'idea di una pavimentazione fonoassorbente avrebbe completato il quadro di intervento con ottime prospettive di successo.

3. Il progetto

Il progetto di bonifica acustica, supportato da una attenta analisi costi-benefici, ha privilegiato l'ipotesi

della realizzazione di una pavimentazione fonoassorbente di spessore pari a 3 cm congiuntamente alla realizzazione di una cappa insonorizzante dei giunti di dilatazione.

Si è proceduto alla progettazione dei materiali, opportunamente testati in fase preventiva mediante la realizzazione di campi prova e test di laboratorio.

Nello specifico, è stata posta particolare attenzione alle caratteristiche costitutive del conglomerato bituminoso, come più ampiamente descritto di seguito, e alla progettazione di una particolare cappa elastica insonorizzante posata sull'estradosso del giunto di dilatazione, preventivamente irruvidito a attivato con *primer* di adesione, fino al pelo libero della pavimentazione fonoassorbente adiacente (Fig. 4 e 5).

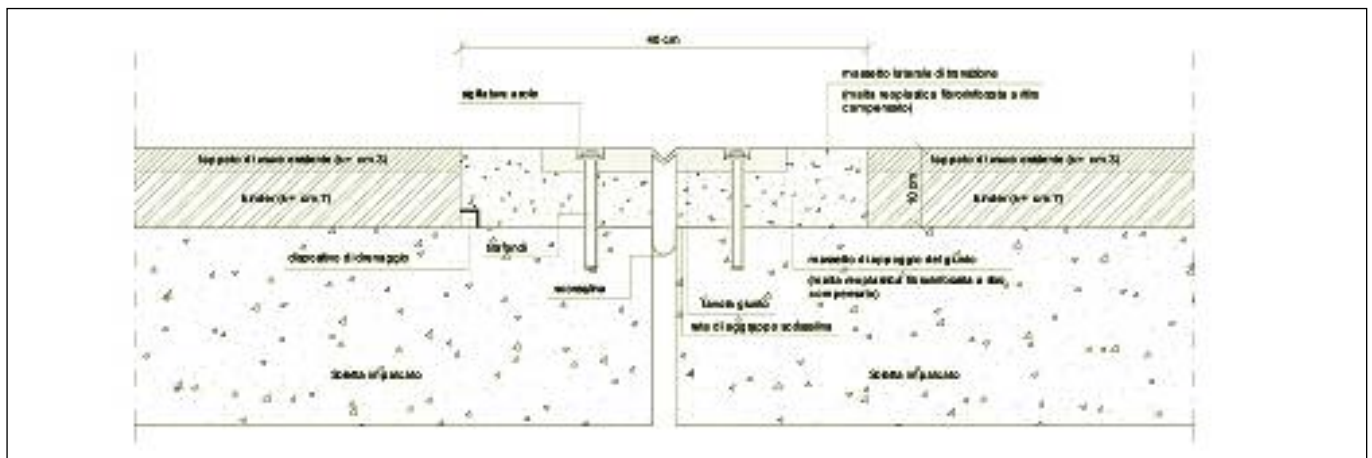


FIG. 4a Stato attuale della pavimentazione

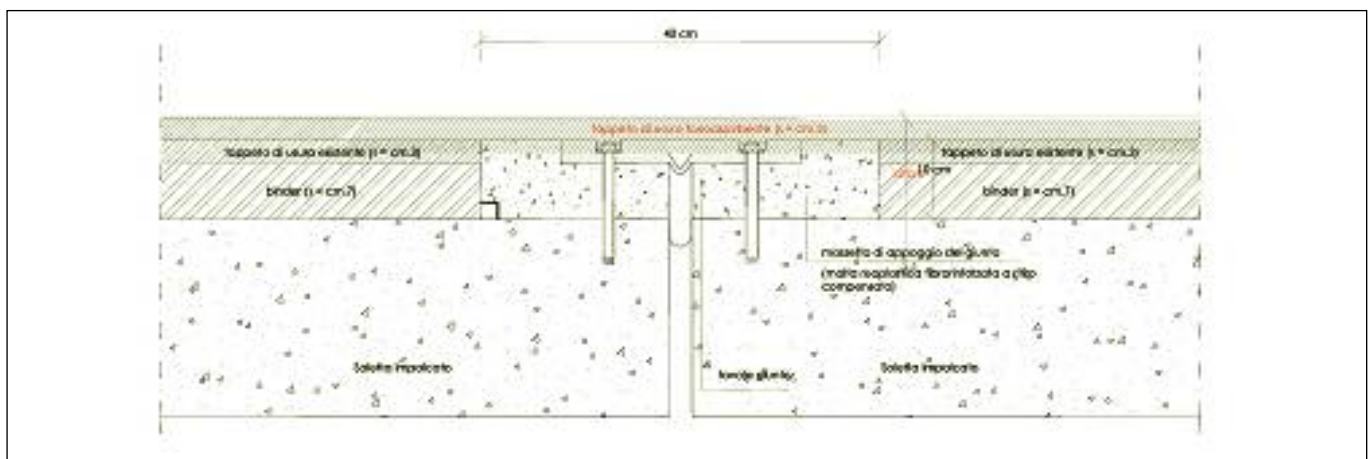


FIG. 4b Posa di conglomerato fonoassorbente 3 cm

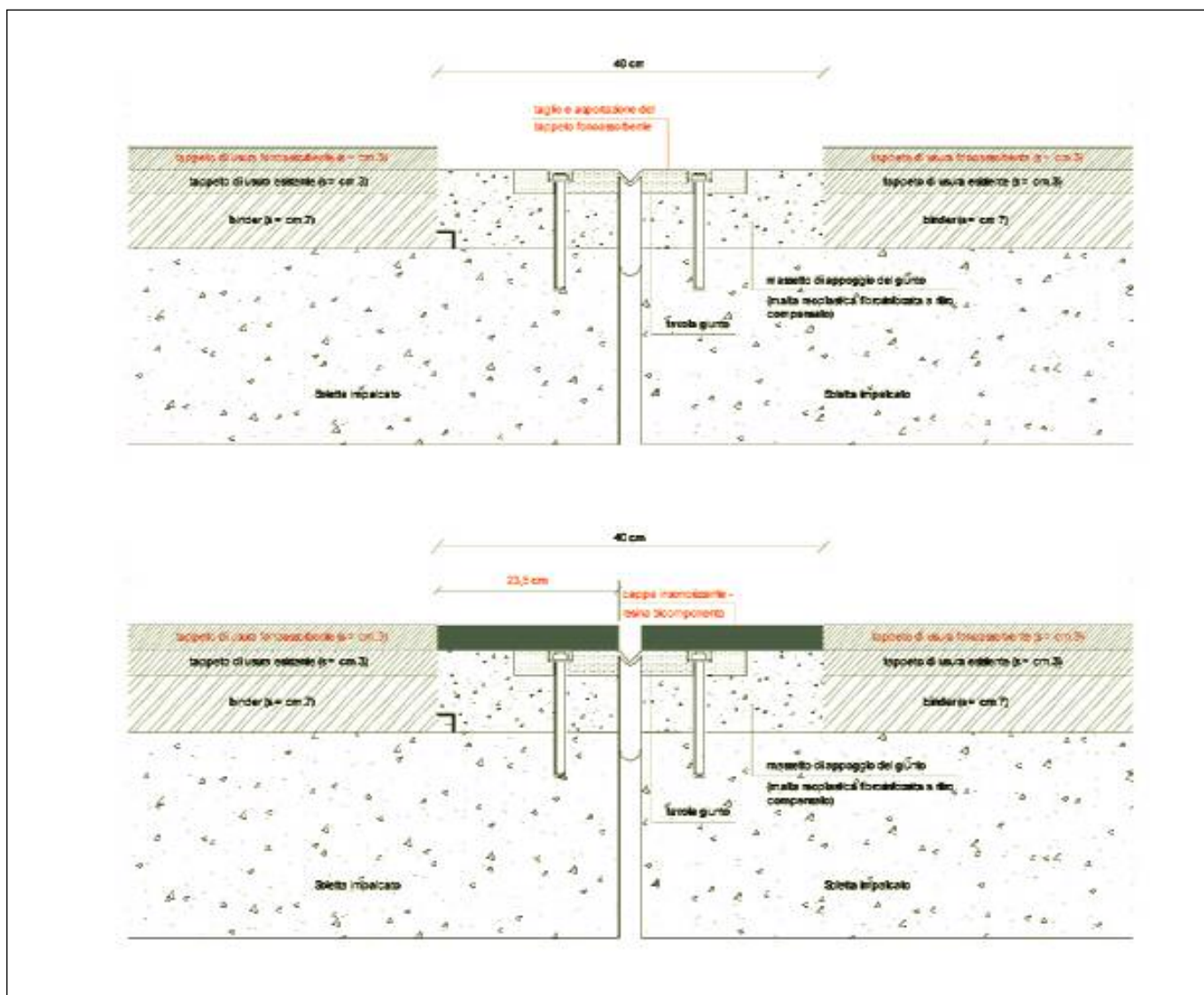


FIG. 5 Asportazione del conglomerato in prossimità dei giunti e successiva posa di cappa insonorizzante

E' da evidenziare la novità tecnologica di detto dispositivo concepito nello specifico per far fronte alle problematiche acustiche e geometriche del progetto. Si è convenuto pertanto prevedere in una prima fase la posa di conglomerato bituminoso fonoassorbente in continuo, al fine di eliminare discontinuità di stesa, anche sulla superficie dei giunti di dilatazione. Successivamente è stata prevista l'asportazione di detto conglomerato in prossimità del dispositivo di dilatazione, viste le incompatibili deformazioni caratteristiche che avrebbero fessurato il tappeto di usura, conclu-

dendo con la posa della cappa insonorizzante con taglio successivo della stessa in prossimità della scossolina di scorrimento del giunto (Fig. 6).

3.1 La scelta del tipo di pavimentazione fonoassorbente

Le prescrizioni relative al conglomerato bituminoso di tipo fonoassorbente prendono spunto da diverse valutazioni progettuali già ampiamente sviluppate dal 1999 da Sintexal Spa fino al lancio di uno specifico prodotto nel 2002. ➤



FIG. 6a Demolizione conglomerato posato sul giunto



FIG. 6b Irruvidimento della superficie del giunto



FIG. 6c Posa della cappa insonorizzante

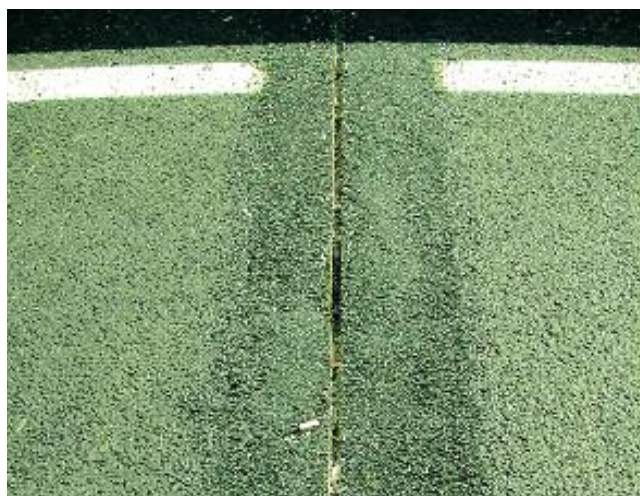


FIG. 6d Giunto insonorizzato con taglio in posizione di scorrimento

In primo luogo, i conglomerati sottili con formulazioni a granulometria semi-discontinua, mostrano delle particolari caratteristiche in materia di rumore da rotolamento ovvero, rispetto ad uno strato di usura tipo ANAS, il livello acustico viene percepito più debole ed il "suono" più basso, mentre i conglomerati drenanti mostrano le stesse proprietà, anche se in maniera nettamente più accentuata. Si è ricercato quindi un mix che presentasse:

- ▶ la massima riduzione del rumore di rotolamento grazie all'impiego di materiali con particolari caratteristiche fisiche e geometriche;
- ▶ grande capacità di assorbimento acustico della

pavimentazione, procurando al conglomerato una porosità massima e conferendo ai vuoti una "tortuosità" il più elevata possibile;

- ▶ spessori sottili (2-3 cm), in modo da poter essere facilmente applicabile in città, senza ulteriori lavori (come per tutti i conglomerati bituminosi sottili, è indispensabile per l'adesione e l'impermeabilità una mano d'ancoraggio ben dosata).

Al fine di ottenere una percentuale di vuoti ottimale, la composizione granulometrica è discontinua, con una predominanza di aggregati ben calibrati e assenza di sabbia. La dimensione massima degli aggregati varia da 6 a 10 mm. La frazione legante è modificata

mediante aggiunta di polimeri e fibre di cellulosa addensanti. Il grado di modifica dipende dalla severità delle sollecitazioni meccaniche alle quali verrà sottoposta la pavimentazione, e dagli sforzi tangenziali. E' importante sottolineare che la fibra di cellulosa prebitumata, aggiunta all'impasto in fase di miscelazione all'impianto, garantisce una perfetta stabilizzazione del mastice bituminoso (filler+bitume), evitandone la separazione dallo scheletro litico. E' stata testata la capacità fonoassorbente della miscela progettata.

Per misurare e caratterizzare la capacità fonoassorbente ma soprattutto verificarne le differenze con altre pavimentazioni di normale utilizzo, si è pensato di utilizzare il metodo ad onde stazionarie (Tubo di Kundt), su provini cilindrici.

Il sistema di misura risponde alla normativa ISO 10534-2 per la misura del coefficiente alfa per onde piane (caratterizza la capacità fonoassorbente intrinseca del materiale indipendentemente dalle condizioni al contorno di esercizio).

Con questo metodo sono stati testati sia campioni cilindrici di conglomerato fonoassorbente (prelevati direttamente dalla pavimentazione in situ presso un campo prove preventivamente allestito (Tab. 3), sia campioni di una pavimentazione tradizionale (usura tipo ANAS) (Tab. 4).

I test sperimentali relativi alla miscela fonoassorbente progettata hanno mostrato notevoli miglioramenti in termini di coefficiente di fonoassorbimento alfa. Si riporta di seguito il confronto di tali risultanze con le prestazioni richieste dal Norme Tecniche prestazionali della Società Autostrade del 2001, in merito ai coefficienti alfa di tappeti fonoassorbenti (Fig. 7).

Tale confronto ha confortato la scelta progettuale effettuata, avendo realizzato un conglomerato bituminoso fonoassorbente perfettamente rispondente ai requisiti minimi richiesti dalle norme assunte come riferimento di qualifica della miscela.

TAB. 3 Misure di alfa su usura fonoassorbente

| Frequenza | alfa Sample C1 | alfa Sample C2 | alfa Sample C3 | alfa Sample C4 | alfa MEDIA |
|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| 400 | 0,09 | 0,09 | 0,07 | 0,12 | 0,09 |
| 500 | 0,17 | 0,12 | 0,06 | 0,17 | 0,13 |
| 630 | 0,40 | 0,28 | 0,12 | 0,42 | 0,31 |
| 800 | 0,94 | 0,76 | 0,23 | 0,92 | 0,71 |
| 1000 | 0,68 | 0,73 | 0,57 | 0,62 | 0,65 |
| 1250 | 0,32 | 0,31 | 0,96 | 0,30 | 0,47 |

TAB. 4 Misure di alfa su usura tradizionale tipo ANAS

| Frequenza | alfa Sample B1 | alfa Sample B2 | alfa Sample B3 | alfa Sample B4 | alfa MEDIA |
|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| 400 | 0,08 | 0,11 | 0,09 | 0,07 | 0,09 |
| 500 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,07 | 0,09 |
| 630 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,09 | 0,11 |
| 800 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,11 | 0,13 |
| 1000 | 0,13 | 0,14 | 0,15 | 0,12 | 0,14 |
| 1250 | 0,15 | 0,15 | 0,18 | 0,14 | 0,16 |
| 1600 | 0,19 | 0,20 | 0,21 | 0,22 | 0,21 |

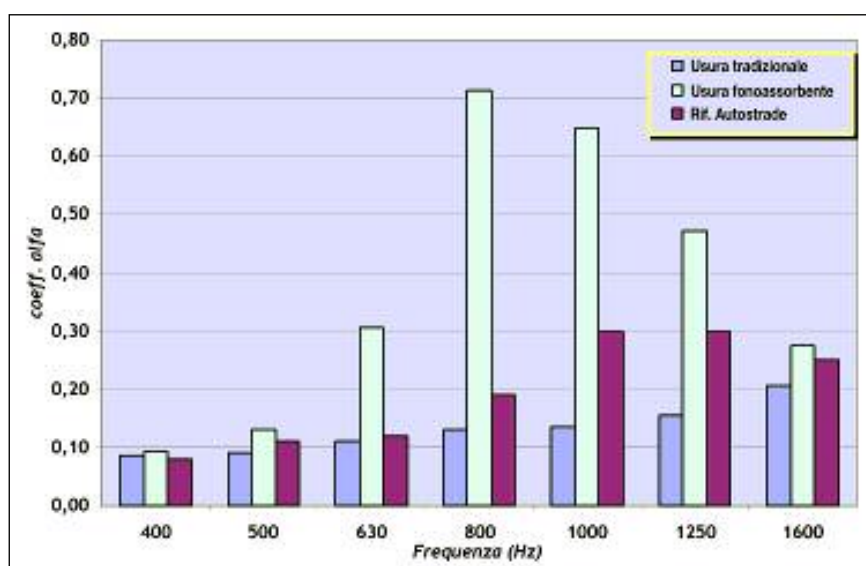


FIG. 7 Confronto tra tappeto di usura tradizionale, fonoassorbente progettato e riferimento minimo Autostrade relativo al parametro alfa

3.2 Caratterizzazione dell'insonorizzazione del giunto di dilatazione

Il trattamento insonorizzante del giunto di dilatazione prevede l'utilizzo di una malta sintetica, indurente a temperatura ambiente, a base di polimeri termoindurenti con elevate prestazioni in termini di adesività ed elasticità. La malta sintetica tricomponente, elasto-polymerica, è costituita da una base di legante epossidico, da un induritore e da filacci di gomma.

E' stato fondamentale prevedere, per una ottimale adesione al supporto, l'ideale preparazione della superficie di quest'ultimo. Tale preparazione è stata prescritta mediante un'energica sabbiatura con successiva pulizia e soffiatura della sabbia di risulta, previa asciugatura delle superfici trattate. È stato anche prescritto di preparare le superfici di natura cementizia e in conglomerato bituminoso mediante stesa di "promotore" di adesione, di natura epossipoliuretana additivato con elastomeri liquidi, in uno spessore pari a 1 mm, previa pulizia e sabbiatura delle superfici di posa.

4. Rilievo fonometrico dopo l'intervento

Successivamente agli interventi previsti, sono stati effettuati nuovi rilievi settimanali nelle stesse postazioni di misura utilizzate precedentemente. I risultati sono riportati nella tabella seguente:

TAB. 5 LeqA settimanale dopo gli interventi

| | LeqA diurno [dB(A)] | LeqA notturno [dB(A)] |
|---|---------------------|-----------------------|
| Postazione n. 1 Tratto non oggetto di intervento | 74,9 | 68,3 |
| Postazione n. 2 Con pavimentazione fonoassorbente e giunti insonorizzati | 73,1 | 65,3 |

L'analisi dei dati evidenzia come in prossimità della zona oggetto di intervento mediante pavimentazione fonoassorbente e insonorizzazione dei giunti di dilatazione, ovvero nella postazione n. 2, il livello sonoro equivalente settimanale LeqA sia diminuito di 4,5 dB(A)

nel periodo diurno e di 5,1 dB(A) nel periodo notturno rispetto alla situazione precedente, mentre nella postazione n. 1 i livelli sonori sono rimasti pressoché identici durante le due campagne di misura. In fase di collaudo sono state verificate le caratteristiche meccaniche del conglomerato bituminoso posato, perfettamente rispondente alle prescrizioni di Capitolato, oltre alla verifica del Coefficiente di attrito radente espresso in BPN, rilevato pari a 70, indice di ottima aderenza.

5. Conclusione

A seguito della realizzazione del progetto di bonifica acustica, i risultati ottenuti possono essere considerati ottimali.

Infatti mediando i rilievi diurni e notturni settimanali prima e dopo l'intervento, nelle due posizioni indagate, si evidenzia un abbattimento del livello sonoro equivalente pari a 4,8 dB(A) nella zona oggetto di intervento, in relazione a una variazione nulla nella postazione non oggetto di intervento (Fig. 8).

Si ricorda che i valori nominali rilevati del livello sonoro equivalente espresso in dB(A) non sono stati ottenuti in prossimità del percettore, ma a ridosso dell'asse stradale, perché maggiormente rappresentativi dell'efficacia dell'intervento.

La miscela di progetto ha dimostrato un'ottima capacità fonoassorbente (così come elevati coefficienti di attrito radente), ottenuta con materie prime non intrinsecamente fonoassorbenti o spiccatamente microrugose, scegliendo opportunamente la forma, la dimensione degli elementi lapidei naturali, congiuntamente ad un legante bituminoso e fibre addensanti di cellulosa. ■

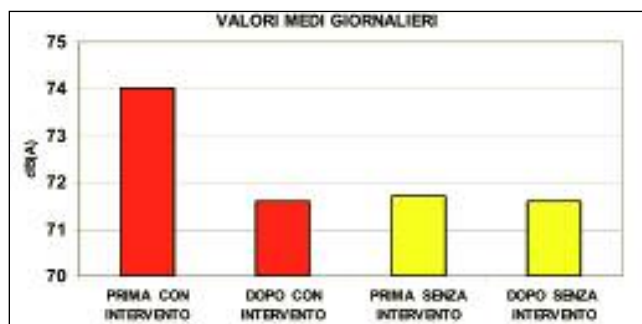


FIG. 8 Livelli sonori mediati