

# Comportamento delle miscele bituminose in caso di incendio

## Asphalt mixture fire performance at full scale



### RIASSUNTO

Un esaustivo progetto di ricerca di quattro anni, promosso dal Ministero Spagnolo della Economia e Competitività ha studiato sperimentalmente il comportamento delle miscele bituminose in caso di incendio. Le prove sono state effettuate sia in laboratorio su provini di mastice e su lastre di conglomerato bituminoso, sia in un tunnel bruciando vari materiali e anche automobili. È stato vagliato anche l'effetto di ritardanti di fiamma. I risultati non lasciano dubbi: le miscele e i conglomerati bituminosi non propagano la fiamma, sia senza che con l'aggiunta di ritardanti. Si ha solo un limitato danneggiamento superficiale, che non interessa gli strati sottostanti. Al contrario, il calcestruzzo non protetto si deteriora anche sotto la superficie. Inoltre, i fumi emessi dalla combustione non raggiungono in nessun caso i limiti dell'Indice di Tossicità Convenzionale. Queste conclusioni hanno grande importanza per l'industria dell'asfalto e sfatano alcune credenze indotte artificialmente nell'opinione pubblica. La presente nota, redatta dal Prof. C. Giavarini, riporta una sintesi estesa della memoria presentata all'E&E Congress di Praga.

### SUMMARY

*Most roads and tunnels in Europe use asphalt mixtures as upper layer due to their excellent properties, but the fire performance of these materials has been always a subject of discussion. In this paper the study of the fire performance of different asphalt mixes (conventional and modified with different additives) is reported. The study was carried out at laboratory and full scale level. Asphalt mixtures were evaluated at laboratory level using two different tests: the cone calorimeter test and a new test developed to study fire propagation in asphalt slabs. Then, the mixtures and the conventional ones were tested at full scale using different fire loads in the San Pedro de Anes test tunnel (Asturias, Spain). The main conclusion obtained from the different tests carried out during this four years project is that there is no fire propagation over asphalt mixtures, but a surface degradation in those zones were, due to an external heat source, asphalt burns. Results showed in this paper have been obtained in the development of the PAVIREX project, granted by the Spanish "Ministerio de Economía y Competitividad". An extended summary of the research work is reported by Prof. C. Giavarini in this article.*

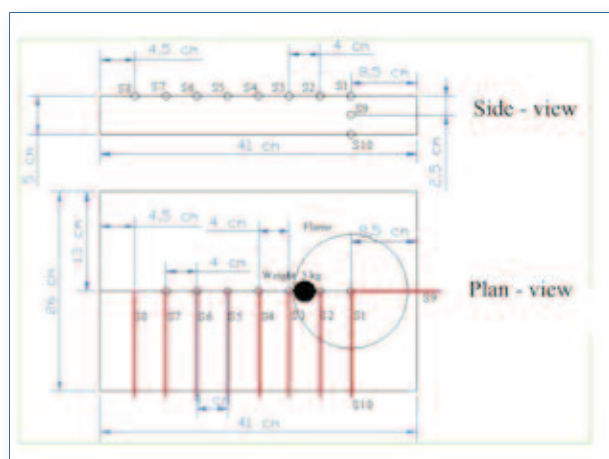
## 1. Premessa

Il Ministero spagnolo della Economia e della Competitività ha promosso a partire dal 2011 il Progetto denominato *Pavirex* volto allo studio del comportamento del conglomerato bituminoso, in caso di incendio. Le pavimentazioni di molti tunnel e gallerie europee sono fatte di conglomerato bituminoso; negli ultimi anni ci sono stati dubbi e discussioni circa il loro comportamento in caso di incendio.

Sono state studiate diverse miscele, convenzionali e modificate con additivi, presentando i risultati di 4 anni di ricerche in una memoria (Paper C. 62) inviata al Congresso *Eurasphalt & Eurobitume 2016* di Praga, memoria importante che inesplicabilmente non è stata presentata oralmente (*nota del R.*). Le prove sono state fatte sia in laboratorio, su mastici e su piastre di conglomerato, sia in campo su scala reale.

## 2. Prove in laboratorio

In laboratorio sono stati impiegati due diversi tipi di test: il calorimetro a cono per provini 100x100x10 mm di mastice (ISO 5660) e un nuovo tipo di prova sviluppato per studiare la propagazione del fuoco



**Fig. 1** Distribuzione dei sensori sulla superficie e all'interno delle piastre di conglomerato bituminoso

su piastre di conglomerato (410x260x50mm). Appositi sensori di temperatura erano distribuiti sia in superficie che all'interno dei provini (**Fig. 1**). Ad alcune miscele venivano aggiunti ritardanti di fiamma (fosfinati) in quantità variabile da 0,7 a 1,4 %, in sostituzione del filler.

Sui provini di mastice sono state misurate le seguenti caratteristiche: velocità di rilascio del calore, picco di calore, tempo di ignizione, calore totale rilasciato, perdita di massa, picco medio di emissione del calore, estinzione e produzione di fumi. La presenza del ritardante (1%) nei provini di mastice ritarda, sebbene in misura ridotta, il tempo di ignizione; occorre tener presente che tali provini sono più ricchi di bitume rispetto al conglomerato tradizionale. La tossicità e l'opacità dei fumi sono state valutate in una camera climatica (ISO 5659-2). L'Indice Convenzionale di Tossicità (CITg adimensionale) è sempre risultato inferiore a uno, valore che indica pericolo.

Nelle prove con le piastre di conglomerato, il fuoco era applicata su un lato mediante fiamma diretta con butano. Oltre ai sensori di temperatura, veniva anche posto un carico di 50 kPa vicino alla fonte di fiamma, per simulare un carico sulla piastra. Le temperature raggiunte sulla superficie erano di circa 700 °C e 635 °C, rispettivamente con e senza ritardante. I sensori interni alla piastra raggiungevano al massimo temperature intorno ai 100 °C. Si è ipotizzato che la minor temperatura raggiunta dai provini non additivati fosse dovuta alla preliminare combustione di alcuni composti organici. Allontanandosi di 16 cm dalla fonte di fiamma. I comportamenti erano simili. La **Fig. 2** mostra l'aspetto dei provini dopo le prove.

## 3. Prove in tunnel

Su scala reale, le sperimentazioni sono state fatte all'interno di un tunnel in calcestruzzo (**Fig. 3**)



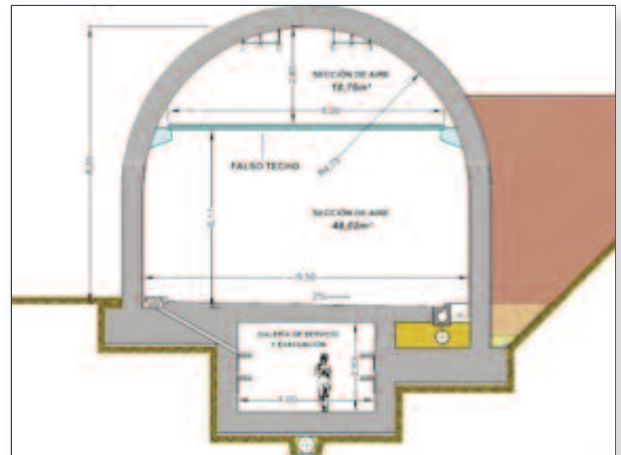


**Fig. 2** Aspetto dei campioni dopo le prove. In alto: nessun additivo; al centro: 1,0%; in basso: 1,4% di additivo

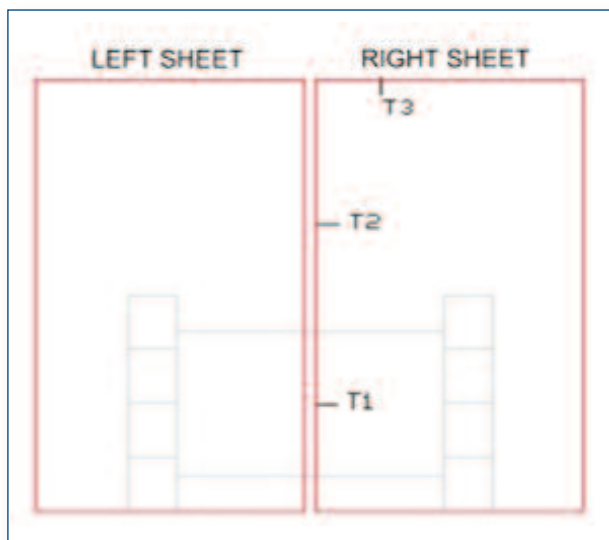
appositamente progettato per questo tipo di prove (Tunnel di San Pedro de Anes, nelle Asturie).

Il tunnel è lungo 600 m con due corsie stradali; è dotato di due stazioni di ventilazione, di una galleria inferiore per emergenze e servizi, oltre a tre uscite di emergenza. Possiede anche un falso soffitto, rimpiazzabile per simulare diverse condizioni di ventilazione. Sulla pavimentazione in calcestruzzo alveolare venivano poste 16 lastre di conglomerato aventi dimensioni 120x300x5 cm.

Le prove sono state fatte in gennaio con diversi »



**Fig. 3** Sezione e immagine del tunnel di prova



**Fig. 4** Layout dei sensori di temperatura nelle lastre di conglomerato

carichi di fuoco: a) due torrette di pallet di legno (80x120 cm) con due copertoni, così da avere un carico termico di 0,6MW/m<sup>2</sup>; b) tre torrette con 16 copertoni di auto e camion, con carico di fuoco di 5-6 MW/m<sup>2</sup>; c) un'auto incendiata, con carico stimato di circa 0,5-0,8 MW/m<sup>2</sup>. Nel caso b) venivano impiegate sia piastre cementizie tal quali che piastre ricoperte di conglomerato bituminoso. La velocità dell'aria nel tunnel era di 3-4 m/sec. La durata delle prove variava da 35 a 55 minuti, in dipendenza del carico di fuoco applicato.

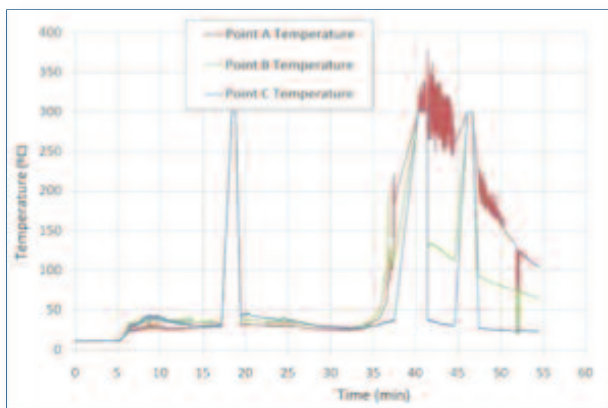
Le prove si consideravano terminate quando il fuoco si estingueva o quando il sensore posto sul *fire load* o vicino segnava un calo di T sotto i 200 °C. Tre sensori di T erano installati sulla superficie e altrettanti a 2,5 cm di profondità (**Fig. 4**). Le massime temperature registrate sulla superficie dell'asfalto erano di 550 °C e 800 °C, rispettivamente per le prove con pallet a) e con le cataste di copertoni b), aventi queste ultime un maggior carico termico. In tutti i casi non si osservava alcuna propagazione di fiamma e la temperatura dei sensori interni non superava i 250 °C.

La **Fig. 5** mostra l'aspetto delle lastre cementizie con e senza ricopertura di asfalto; si nota che il danno sull'asfalto è limitato e solo superficiale, mentre le lastre senza copertura tendono a sgretolarsi, espellendo piccole schegge di conglomerato cementizio. La **Fig. 6** evidenzia l'evoluzione della temperatura di superficie durante la combustione di un'automobile, mentre la **Fig. 7** mostra l'aspetto



**Fig. 5** Aspetto superficiale delle lastre di calcestruzzo ricoperte e non dal conglomerato bituminoso





**Fig. 6** Evoluzione della temperatura di superficie del conglomerato bituminoso durante le prove con l'auto bruciata

della superficie dopo la prova con l'auto bruciata. La maggior temperatura (vicina a 800 °C) era registrata dal sensore posto sotto la parte anteriore dell'auto, dove gli pneumatici iniziano subito a bruciare e ad esplodere.

Tale T però scendeva rapidamente a 150 °C. Anche in questo caso non c'è stata propagazione di fiamma sulla pavimentazione.

#### 4. Conclusioni

In tutte le prove effettuate, con o senza ritardanti di fiamma, non si è notata alcuna propagazione della

fiamma, né in laboratorio, né su scala reale. Nei conglomerati, la temperatura sotto la superficie veniva mantenuta in media a 280 °C per circa 15 minuti, con una diminuzione più graduale nei campioni non additivati.

I conglomerati tradizionali (senza ritardanti) erano quelli che avevano il miglior comportamento durante i primi minuti; l'aggiunta degli additivi diminuiva la velocità di rilascio del calore.

Nessuno dei fumi prodotti durante la combustione raggiungeva il valore uno (indice di pericolo) dell'Indice di Tossicità Convenzionale.



**Fig. 7** Aspetto della superficie dell'asfalto dopo la prova di combustione con l'auto