

**SITEBSi srl**

# Rassegna del bitume

**RIVISTA DEL SITEB-ASSOCIAZIONE ITALIANA BITUME ASFALTO STRADE**

ESTRATTO DAL N° **45/03**

**L'efficacia della mano d'attacco con emulsione di bitume**

**The efficiency of bond coats with bitumen emulsion**

*Francois Chaignon*

*IBEF, International Bitumen Emulsion Federation*

*Jean-Claude Roffe'*

*IBEF, International Bitumen Emulsion Federation*

# L'efficacia della mano d'attacco con emulsione di bitume

## The efficiency of bond coats with bitumen emulsion

FRANCOIS CHAIGNON, JEAN-CLAUDE ROFFÉ,  
IBEF, International Bitumen Emulsion Federation, Parigi

### Riassunto

*A partire dal 1998, l'IBEF ha promosso una ricerca per valutare lo stato dell'arte, a livello mondiale, relativo all'applicazione delle mani d'attacco con emulsione di bitume. L'IBEF è un'organizzazione internazionale che include associazioni nazionali di operatori con emulsioni bituminose.*

*La prima presentazione dei risultati avvenne nel novembre 1999 a Washington, durante il congresso ISAET (International Symposium on Asphalt Emulsion Technology).*

*Varie esperienze hanno mostrato che le mani d'attacco tra gli strati di asfalto giocano un ruolo predominante nel comportamento strutturale a lungo termine della pavimentazione. Non sono mai state sviluppate prove che valutino nel dettaglio i criteri di base delle mani d'attacco in situ. È stato pertanto deciso di continuare lo studio per realizzare dei metodi di prova che rendano possibile mostrare l'efficacia delle mani d'attacco in relazione alla quantità e alle modalità usate. L'articolo illustra i risultati e le prove che sono stati sviluppati in alcuni paesi.*

### Summary

*Since 1998, IBEF promoted a survey to assess the worldwide state of the art concerning the application of bond coats with bitumen emulsions. The IBEF is an*

*international organisation that includes national associations of bitumen emulsion manufacturers around the world.*

*The first presentation of the results obtained through this study took place during the November 1999 ISAET (International Symposium on Asphalt Emulsion Technology) congress in Washington. Design models have in fact shown that the bond between layers plays a predominant role in the long-term structural behaviour of pavement. However, no tests have been developed to properly evaluate the key criteria of bond coats in situ.*

*It was decided to continue the study to help finalise tests and methods that make it possible to show the impact of bond coats and the effect of the proportions used. Our paper will present the results and the tests that are being developed in certain countries to assess the efficiency of bond coats.*

### 1. Introduzione

Le mani d'attacco (*bond coat*) sono utilizzate in molti paesi nel mondo, sebbene la tecnica in passato non fosse considerata come fondamentale per la struttura della pavimentazione; tuttavia, molte progettazioni di pavimentazioni, correttamente, la includono.

Attualmente non esiste una normativa specifica che imponga prove e procedure per le mani d'attacco, ma solo tentativi per dimostrarne l'efficacia.

L'obiettivo di questo articolo è quello di evidenziare quanto sia importante l'uso delle mani d'attacco, presentando le tendenze attuali e le modalità di applicazione in uso in vari Stati. Ulteriore scopo è quello di contribuire allo sviluppo di metodologie e procedure volte a qualificare le mani d'attacco in situ, per verificarne l'efficacia dal punto di vista tecnico.

## 2. La situazione attuale

Durante il Congresso mondiale sulle emulsioni di Bordeaux (1997), l'IBEF decise di valutare l'importanza data alle mani d'attacco nel mondo, promuovendo una ricerca. Fu consegnato ad ogni paese un questionario che includeva i seguenti criteri di valutazione:

- tipo di legante utilizzato nella tecnica locale;
- quantità impiegata per m<sup>2</sup>;
- intervallo di tempo tra l'applicazione della mano d'attacco e l'applicazione del conglomerato;
- normativa e specifiche esistenti;
- prove ed ispezioni applicabili;
- metodologia di applicazione.

Attraverso le loro associazioni professionali, hanno risposto i seguenti paesi:

- Spagna;
- Francia;
- Italia;
- Giappone;
- Olanda;
- Regno Unito;
- Stati Uniti.

Molti altri paesi hanno risposto attraverso imprese private, non avendo rappresentanti in seno ad IBEF. Se si eccettuano alcune differenze di secondaria importanza, la ricerca ha mostrato che non esistono grandi differenze.

- Il legante usato più frequentemente è l'emulsione cationica (acida), fatta eccezione per gli Stati Uniti dove è usato il bitume puro caldo (con le stesse caratteristiche di quello impiegato come legante per le miscele a caldo); più rara è l'applicazione di emulsione anionica (basica).
- Il contenuto minimo di bitume residuo varia tra 0,12 e 0,40 kg/m<sup>2</sup>, per le mani d'attacco applicate su miscele bituminose convenzionali.
- Il lasso di tempo richiesto tra l'applicazione della mano d'attacco, realizzata con le emulsioni bitu-

minose e la stesa dello strato di conglomerato bituminoso a caldo varia da 20 minuti, fino ad alcune ore, per ottenere una pellicola di bitume completamente secco ed anidro (in questo caso, più la pellicola è secca, più la forza di adesione sarà elevata).

In alcuni paesi, per strati di usura di spessore pari a 40 mm o per strati ultra-sottili fino a 25 mm, le mani d'attacco sono spesso applicate contemporaneamente al conglomerato bituminoso, utilizzando apposite vibrofinitrici dotate di barra spruzzatrice.

Per quanto concerne le specifiche d'uso, queste sembrano esistere ovunque, meno che in Italia e Spagna; tali specifiche, tuttavia, sono spesso semplici raccomandazioni incluse nei Capitolati speciali.

Raccomandazioni particolari sono fornite in alcune nazioni (es. Gran Bretagna e Stati Uniti) per le pavimentazioni non convenzionali, come i manti drenanti. Sebbene esistano, come detto, prove e controlli utilizzabili per le mani d'attacco, non ci sono ancora norme e procedure standardizzate per valutare l'efficacia delle mani d'attacco, se si eccettuano quelle austriache, svizzere e un progetto ancora in bozza in Gran Bretagna.

L'Austria ha messo a punto una prova basata sulla resistenza al taglio degli strati; in Svizzera, la stessa prova è basata sulla forza di tensione. In Gran Bretagna, il metodo allo studio è basato sulla torsione. Fin dall'inizio della ricerca, il Ministero dei Trasporti del Quebec (Canada) ha chiesto al CRCAC (*Centre de Recherche et de Contrôle Appliqué à la Construction Inc.*) di progettare una apparecchiatura e di mettere a punto la procedura per caratterizzare l'attacco degli strati, utilizzando differenti leganti in differenti proporzioni.

## 3. Impatto delle mani d'attacco sulla struttura della pavimentazione

### 3.1. Progetto basato sul programma *Alize LCPC Setra*

Per chiarire al meglio l'effetto delle mani d'attacco sulla progettazione della pavimentazione, viene riportato di seguito un esempio tratto dal programma di progettazione *Alize*, sviluppato dalla Direzione francese delle strade. È stata selezionata una struttura flessibile con le seguenti caratteristiche:

strato di sottofondo con un modulo di 120 Mpa stabilizzato non legato, con un modulo di 360 MPa (3 volte quello del sottofondo); conglomerato per strato di base Categoria 3 dello standard francese, con un modulo di 9,300 Mpa; conglomerato semi grossolano per gli strati superficiali, con un modulo di 5,400 Mpa.

Il traffico cumulativo, valutato in un periodo di oltre 20 anni, è stato calcolato tra i 1,6 e 2,6 milioni di assi 13-t (l'asse standard in Francia).

L'errore ammesso dal calcolo, con il programma *Alize*, ammonta al 5%. Ovvero dopo 20 anni di esercizio, meno del 5% della pavimentazione si troverà nella condizione di aver esaurito il 95% della sua resistenza a fatica e/o avrà esaurito la sua funzione al 95%.

Per la sperimentazione, sono stati realizzati due tratti di strada: la mano d'attacco è stata applicata tra gli strati legati a bitume in un solo tratto e non sull'altro.

I risultati ad oggi ottenuti mostrano in via tendenziale, che la vita utile della struttura realizzata impiegando anche la mano d'attacco è incrementata di un fattore di 3,8 in più rispetto a quella senza. La struttura che includeva la mano d'attacco avrà una durata di servizio di 20 anni, mentre il tratto di pavimentazione realizzata senza mano di attacco, avrà una durata pari a solo 7 o 8 anni. Ciò spiega i fenomeni osservati ripetutamente in Francia negli anni ottanta, quando le pavimentazioni mostravano rapidamente evidenti difetti in superficie dovuti a danni di fatica. La causa è stata attribuita al fatto che nei precedenti anni '70, (crisi petrolifera) le mani d'attacco non venivano applicate sistematicamente.

Come rimedio a questi problemi veniva utilizzata la tecnica del riciclaggio a freddo *in situ* (con emulsione bituminosa) che aveva il difetto di essere molto più

onerosa rispetto a quella di una semplice mano d'attacco.

### 3.2. Impatti sul dimensionamento

La tecnica delle mani d'attacco è stata fino ad ora empirica, spesso basata su pratiche comunemente accettate. Ad esempio, nei climi particolarmente caldi, i dosaggi delle mani d'attacco sono ridotti, per evitare risalite superficiali, che potrebbero portare a problemi, come lo scollamento dello strato di usura, nonché a fenomeni di "scivolamento e/o strappo".

I paesi del nord Europa tendono, all'opposto, ad assicurare un'adeguata mano d'attacco, applicando quello che potrebbe sembrare un quantitativo eccessivo, per un migliore comportamento al disgelo (ad esempio, sugli strati sottili con una mano d'attacco di 1,5 kg/m<sup>2</sup>). Da notare che i quantitativi impiegati sono circa il triplo di quelli utilizzati normalmente in Italia. Viste le limitate conoscenze in questo settore, è bene effettuare saggi specifici per determinare i quantitativi ottimali, in funzione delle tecniche usate per l'asfaltatura (spessore, funzione dello strato, tempo atmosferico, tipo di sottostrato, ecc.).

### 3.3 Prove disponibili o attualmente sviluppate

#### 3.3.1. Metodo svizzero SN 671 961

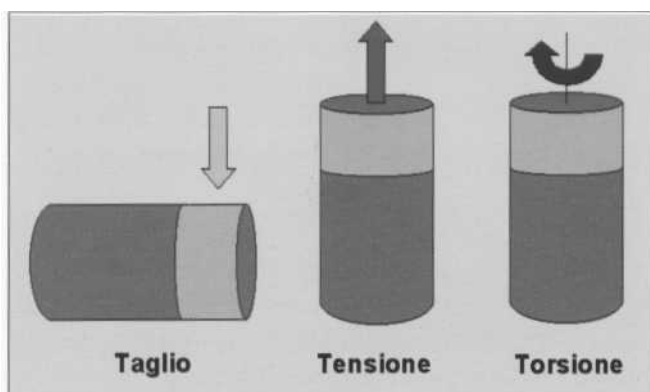
Questo metodo utilizza un campione con diametro di 150 mm con due strati, dei quali quello superiore si sottopone ad una pressione di taglio di 15 kN per lo strato di usura e 12 kN per lo strato di base. Questa prova aiuta a determinare le proporzioni minime dei livelli di mano d'attacco che devono essere applicate.

#### 3.3.2 Metodo austriaco

Anche questo metodo utilizza un campione con almeno due strati. Si fissano piatti di metallo da entrambi i lati del campione e si applica una tensione; a seconda del tipo di legante, la tensione deve essere maggiore di 1,5 N/mm<sup>2</sup> per i leganti modificati, e maggiore di 1 N/mm<sup>2</sup> per quelli non modificati.

#### 3.3.3. Il progetto britannico

Questo metodo usa campioni di 100 mm di diametro. Si piazzano piatti di metallo in entrambe le estremità e si effettuano prove di torsione. Specifiche riguardanti i valori obiettivo non sono state ancora emesse, ma si stanno registrando i valori.



**Fig. 1- Principi su cui si basano i vari metodi proposti per misurare l'efficacia del bond coat**

### 3.3.4 Progetto canadese MTQ

Questo progetto sembra essere il più promettente. La prova può essere effettuata in situ e può evitare la distruzione della pavimentazione. Essa si basa su una apparecchiatura mobile usata per le prove di tensione (resistenza allo strappo). Sono stati già raccolti e registrati vari dati; è previsto di definire delle specifiche per valutare la rilevanza di impatto sulle mani d'attacco.

## 4. Sviluppi recenti

In considerazione della natura empirica dei metodi e della diversità degli approcci usati, chi voleva assicurare l'adeguato legame tra gli strati, ha sperimentato vari metodi a volte molto costosi, come: "trattamenti di indentazione" e "micro tappeti colati a freddo".

L'innovazione tecnologica, sviluppata e promossa da alcuni Stati europei, di utilizzare vibrofinatrici con barre spruzzatrici integrate, ha reso possibile l'eliminazione della spruzzatura dei leganti con il sistema tradizionale mediante autobotte, che richiede una complicata organizzazione del cantiere stradale, consentendo una gestione più semplice del cantiere di stesa e l'eliminazione di ulteriori disagi alla circolazione, oltre a quelli imposti da un cantiere stradale per la realizzazione di una pavimentazione in conglomerato bituminoso.

## 5. Tentativo di redigere raccomandazioni rispetto alle proporzioni, basato sull'esperienza francese

L'esperienza francese ha dimostrato che le mani d'attacco applicate in Francia dagli anni Ottanta in poi non hanno mai portato ad un prematuro ammaloramento dello strato d'usura sul conglomerato dello strato sottostante. Invece, durante gli anni '70, quando il petrolio era diventato particolarmente oneroso, l'assenza delle mani d'attacco portò al verificarsi di effetti di prematura ed eccessiva fatica sulla pavimentazione, che richiedevano costose riparazioni. È importante notare che tali osservazioni sono state fatte in aree con clima sia temperato (sud della Francia), sia freddo (est del Paese). I danni a fatica sono comparsi solo dopo un certo volume di traffico, quindi non sono un fenomeno

immediato. Prima di creare una prova di "pseudo fatica" per l'interfaccia degli strati, occorre avere una precisa idea dei quantitativi di emulsione comunemente usati.

Inoltre è importante sottolineare il fatto che in Francia la mano d'attacco è applicata con spruzzatori, e non con altri metodi rudimentali. Ciò rende possibile prevedere l'applicazione di quantitativi di emulsione ben definiti. È altresì importante definire le mani d'attacco in termini di contenuto di legante residuo (legante rimasto nell'interfaccia dopo l'evaporazione completa dell'acqua) piuttosto che in termini di emulsione, il cui contenuto di bitume può variare da paese a paese.

### 5.1 Interfaccia/Misto granulare non legato e conglomerato bituminoso di base

La superficie di misto granulare stabilizzato compatto, viene spruzzata con uno strato sigillante contenente  $1,2 \text{ kg/m}^2$  di emulsione di bitume e coperta con aggregati di 4-6 mm. Prima della successiva applicazione di un conglomerato bituminoso, viene ulteriormente applicata una mano d'attacco contenente  $0,2 \text{ kg/m}^2$  di legante residuo, per completare la sigillatura dello strato.

### 5.2 Interfaccia/Conglomerato bituminoso con conglomerato bituminoso

Le mani d'attacco (generalmente  $0,2 \text{ kg/m}^2$  di bitume residuo) sono d'obbligo, anche quando lo strato sottostante è stato realizzato di recente.

### 5.3 Interfaccia/Conglomerato di base e/o binder e Conglomerato bituminoso di usura di spessore superiore ai 50 mm

Per questa situazione, l'applicazione prevede un contenuto di legante residuo di circa  $0,25 \text{ kg/m}^2$ .

### 5.4 Interfaccia/Conglomerato bituminoso di base e/o binder e Conglomerato bituminoso di usura sottile

#### 5.4.1 A sfalto drenante

In caso di conglomerati drenanti, le mani d'attacco devono anche giocare il ruolo di strato impermeabilizzate per proteggere dallo scorrimento dell'acqua la struttura della pavimentazione esistente.

Le mani d'attacco impermeabilizzanti sono applicate quasi nello stesso modo delle mani di attacco tradizionali, ma il quantitativo di legante spruzzato è mag-

giore di quello che si usa con il tappeto convenzionale per migliorare l'effetto impermeabilizzante. Segue poi la stesa di aggregati 5/10 mm. In qualche autostrada, il giorno prima della stesa del conglomerato di usura drenante, è applicato un microtappeto sigillante per ridurre i disagi per gli utenti della strada e per migliorare l'applicazione nel complesso. Questo "microtappeto colato a freddo" può essere aperto subito al traffico, creando pochi disagi agli utenti, e assicura impermeabilità appropriata allo scopo.

#### 5.4.2 Pavimentazioni in asfalto ultrasottile

In questo tipo di pavimentazione, la mano d'attacco gioca un ruolo più importante per assicurare il legame con la pavimentazione sottostante, con dosi superiori a  $0,40 \text{ kg/m}^2$ .

Le emulsioni con bitume polimero modificato sono usate sistematicamente per le strade a traffico pesante (più di 350 passaggi di veicoli commerciali al giorno per corsia).

## 6. Conclusioni

L'indagine condotta mostra che la mano di attacco (*bond coat*) con emulsione è e resta una componente essenziale della costruzione stradale, aumentandone notevolmente la durabilità. È importante tuttavia "progettarne" l'impiego, così da adeguarlo alle varie esigenze. Così come è importante la disponibilità di prove capaci di rispecchiare l'effettiva prestazione della forza di adesione.

