

SITEBSi srl
**Rassegna
del bitume**

RIVISTA DEL SITEB-ASSOCIAZIONE ITALIANA BITUME ASFALTO STRADE

ESTRATTO DAL N° **43/03**

**Il riciclaggio in sito delle pavimentazioni con emulsioni di bitume modificato.
L'esperienza di Pavimental nella rete della Soc. Autostrade**

**In-situ recycling of road pavements with modified bitumen emulsions.
Pavimental experience with Autostrade motorway network**

*Romano Foschi
Pavimental S.p.A.*

*Mario Bonola, Domenico Sandulli
Pavimental S.p.A.*

Il riciclaggio in sito delle pavimentazioni con emulsioni di bitume modificato. L'esperienza di Pavimental nella rete della Soc. Autostrade

In-situ recycling of road pavements with modified bitumen emulsions. Pavimental experience with Autostrade motorway network

ROMANO FOSCHI, MARIO BONOLA, DOMENICO SANDULLI
Pavimenta) S.p.A., Roma

Riassunto

Pavimenta) si è occupata, fin dalla sua costituzione, di manutenzione di pavimentazioni autostradali, specializzandosi nei processi di riciclaggio a caldo in sito dei conglomerati bituminosi.

Il riciclo in sito di pavimentazioni con emulsione di bitume, definito a freddo, viene sperimentato già nel 1986, ma bisogna arrivare alle prove del 1995 e 1996 per ottenere delle lavorazioni interessanti dal punto di vista del traffico autostradale. Il presente articolo espone i risultati dei lavori effettuati nel corso del 2001 e del 2002, che testimoniano il successo della tecnologia in esame. Al lavoro presentato al Simposio di Lione (23/09/02) è stato conferito il premio internazionale SITEB-Valli Zabban per il miglior contributo alla promozione dell'impiego delle emulsioni nella costruzione e manutenzione delle pavimentazioni stradali.

Summary

Pavimenta) is involved, since its establishment, in the activity of road pavements maintenance, especially for what concerns in situ hot recycling of bituminous mixtures. The recycling with bitumen emulsions, "cold recycling", was first tested in 1986, but it was on 1995 and 1996 that interesting results were obtained, from the road traffic point of view. This paper presents

the results of the new tests carried out in 2001 and 2002 that show the excellent success of this technology. The paper has been awarded by the international prize SITEB-Valli Zabban for the best contribution to the promotion of the emulsion use in construction and maintenance of road pavements.

1. L'esperienza storica di Pavimenta) nelle manutenzioni delle pavimentazioni autostradali

Pavimenta) è l'impresa di costruzioni stradali, costituita nel 1982 per la manutenzione delle pavimentazioni della rete autostradale gestita dalla Società Autostrade S.p.A.

Compito specifico di questa nuova società era quello di eseguire lavori con maggiore rapidità e con una sensibile economia di gestione.

Nel 1983 Pavimenta) sviluppò, insieme alla ditta Marini, una macchina riciclatrice a caldo in sito (ART) dalla capacità produttiva di 120 t/h.

Tale tecnologia permetteva una maggiore autonomia rispetto alla presenza di traffico (anche determinato dal cantiere di lavoro) e di lavorare con alti ritmi produttivi.

Confermata l'efficacia di tale tecnologia la società si dotò di 5 impianti mobili.

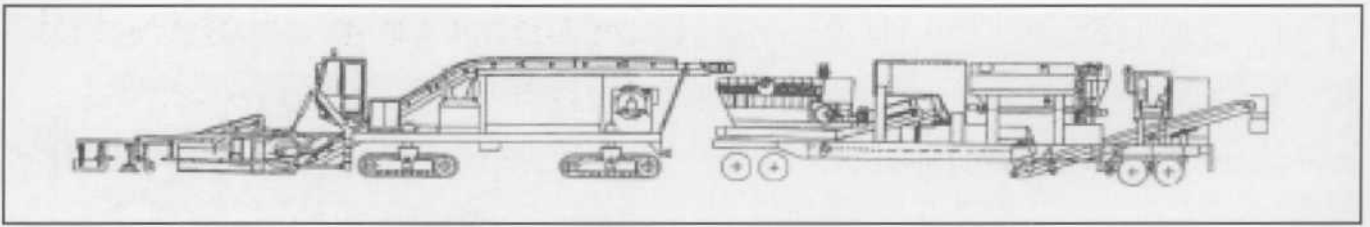


Fig. 1- L'impianto Marini - CMT 250 per il riciclaggio a freddo

2. Riciclaggio in sito di pavimentazioni bituminose con emulsione di bitume modificato

Sulla base dei numerosi esperimenti di laboratorio, eseguiti con metodologia Duriez, nel 1986 iniziarono gli esperimenti di riciclaggio con emulsioni bituminose e fu realizzato, sempre dalla Marini, un impianto mobile da 250 t/h (CMT) per il riciclaggio a freddo in sito (Fig. 1). Furono eseguiti alcuni esperimenti, ma le emulsioni dell'epoca risultarono non completamente adeguate al notevole traffico pesante della Società Autostrade. Buoni risultati si ottennero sulla Salerno - Reggio Calabria, autostrada all'epoca non molto trafficata. Nel 1995, con la messa a punto delle emulsioni con bitume modificato, si ripresero gli esperimenti ed in particolare ne fu eseguito uno di circa 300 m di lunghezza sull'autostrada A1, in prossimità di Orvieto, con 2 tipi di emulsione, entrambi con bitume modificato, con utilizzo totale del fresato per uno spessore di 12 cm e ricoprimento con soli 2 cm di microtappe-

to. La stesa risultò planarmente non valida, in quanto venne utilizzata una finitrice che si rivelò inadatta; tuttavia, dopo 7 anni, il tratto è ancora in perfette condizioni strutturali. Nel 1996 fu eseguita lungo l'A14 Adriatica (presso Porto Civitanova) una serie di esperimenti più complessi per 2,5 km, che fino ad oggi sono anch'essi in perfette condizioni strutturali, essendo stati ricoperti solo da un trattamento macroseal, per problemi di aderenza superficiale (Fig. 2).

Dai dati di traffico registrati sulla rete autostradale, nei due tratti sopra richiamati sono transitati circa 7.000.000 di assi da 12 t.

3. I lavori dell'anno 2001

Alla luce dei risultati ottenuti dalle pavimentazioni del 1995 e del 1996 e anche per effetto dell'entrata in vigore in Italia della nuova legge sui rifiuti (1997 per i rifiuti in genere e 1998 per quelli non pericolosi), nel



Fig. 2 - L'impianto CMT 250 all'opera

corso del 2001 furono ripresi gli esperimenti. In questo ambito si tralascia la descrizione delle prove effettuate per la piena validazione della tecnologia in esame ed i relativi risultati ottenuti.

Il treno di riciclaggio è stato completamente ristrutturato, revisionando tutto il sistema di mescolazione e l'elettronica per i dosaggi automatici a peso dei materiali (fresato, emulsione, rigenerante, cemento o calce idrata) e aggiungendo anche un frantoio mobile (Fig. 3).



Fig. 3 - Il frantoio mobile

Nel 2001 sono stati eseguiti circa 20 km di ristrutturazione di tratti autostradali e si sono realizzate diverse soluzioni di pavimentazione (circa 50) al fine di costituire un "campionario" da cui attingere le informazioni per le progettazioni future (Figg. da 4 a 10).

Le variabili hanno riguardato tutti gli elementi coinvolti nel processo, tra cui i diversi spessori degli interventi, che sono stati realizzati da 10, 15 e 20 cm. Il confezionamento ha impiegato ben 5 tipi diversi di



Fig. 4 - Il caricamento del fresato



Fig. 5 - Il trasporto del fresato al gruppo mescolatore

emulsione, di cui 3 con bitume modificato con elastomeri e 2 con bitume modificato con lattice (con l'impiego di cemento o di calce idrata), ed ha previsto



Fig. 6 - Scarico del fresato nel gruppo mescolatore

l'aggiunta di rigenerante per il bitume della pavimentazione demolita. Anche il rigenerante era il prodotto di una ricerca specifica, mirata ad individuare un prodotto che venisse a contatto con la pavimentazione fresata, in anticipo rispetto alla fase di mescolazione con emulsione e cemento, attivando così subito i fenomeni di recupero del bitume del fresato; esso, infatti, viene aggiunto all'acqua delle frese formando un'emulsione che viene quindi spruzzata sul tamburo fressante.

Per la costipazione si sono utilizzati quattro tipi diversi di rullo vibrante ed un rullo gommato da 35 t. I lavori sono stati eseguiti in 6 tratte autostradali, ciascuna con un proprio traffico caratteristico, in un arco temporale che è partito a luglio e si è concluso a novembre.

Tali interventi si caratterizzano per la loro esecuzione su strade le cui pavimentazioni sono state assoggettate ad oltre 35 anni di traffico e relativa manutenzione.



Fig. 7 - Il gruppo mescolatore a) e lo scarico della miscela rigenerata b)



Fig. 8 - Il caricamento della miscela rigenerata nella vibrofinitrice



Fig. 9 - Stesa della miscela con la vibrofinitrice



Fig. 10 - La rullatura

4. I controlli ed i risultati

L'esecuzione dei lavori è basata su una norma tecnica sperimentale della Società Autostrade, fondata sul rispetto dei valori della prova di compressione diametrale RT (Resistenza a Trazione indiretta) e CTI (Coefficiente di Trazione indiretta) a 72 ore e dei valori di compattazione pari o superiore al 98% della densità massima di laboratorio.

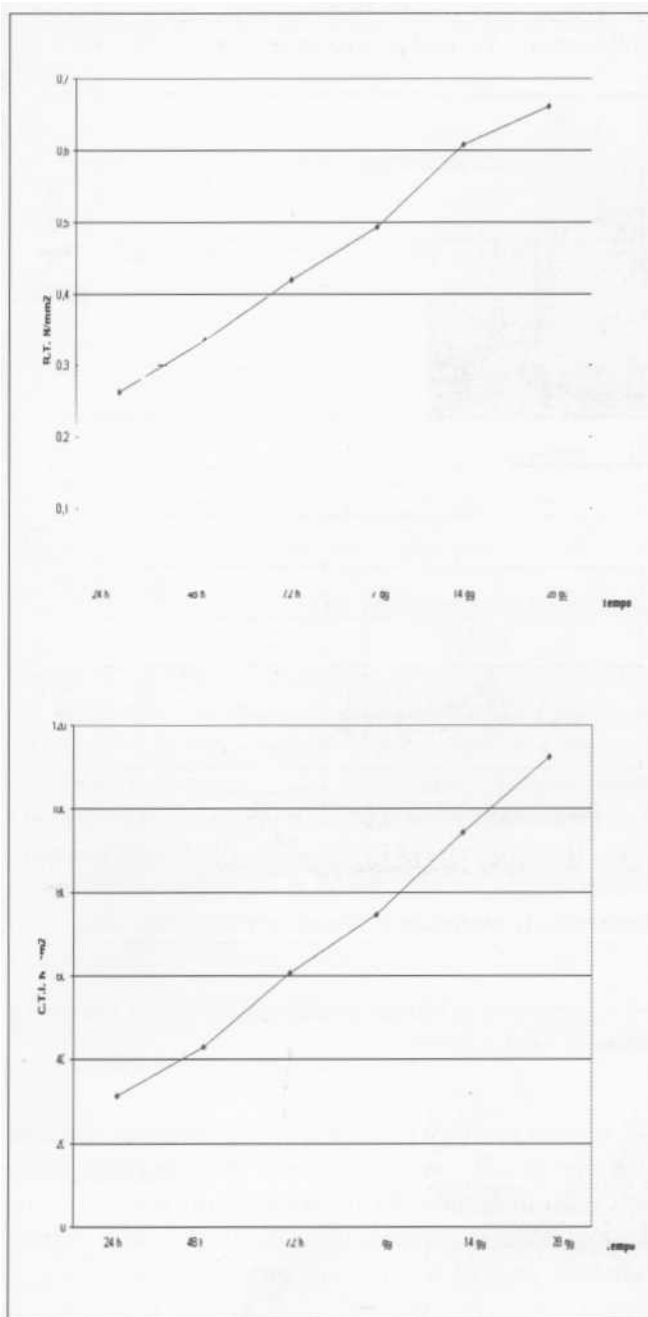


Fig. 11 - Valori medi dei parametri RT e CTI relativi ai lavori dell'anno 2001

I risultati presentati nelle Fig. 11 e 13 derivano dai campionamenti eseguiti nel corso delle lavorazioni del 2001, nell'ambito del controllo di qualità della produzione, tramite il confezionamento in sito degli stessi con la pressa giratoria. La Fig. 11 riporta le medie dei valori riscontrati per tutte le emulsioni, mentre la Fig. 12 illustra il confronto fra le medie per le emulsioni con bitumi modificati con elastomeri e quelle con lattice di gomma. Vi sono inoltre, nella Fig.

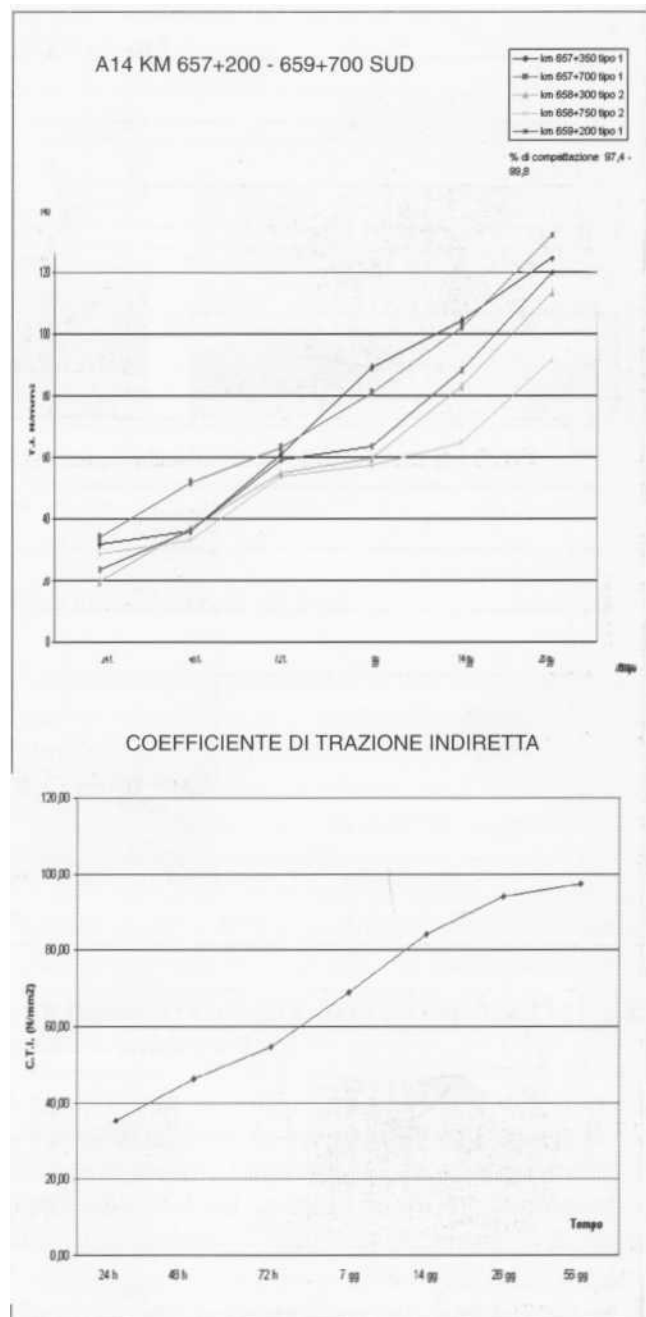


Fig. 13 - Valori RT e CTI per i lavori eseguiti con le emulsioni tipo 1 e tipo 2

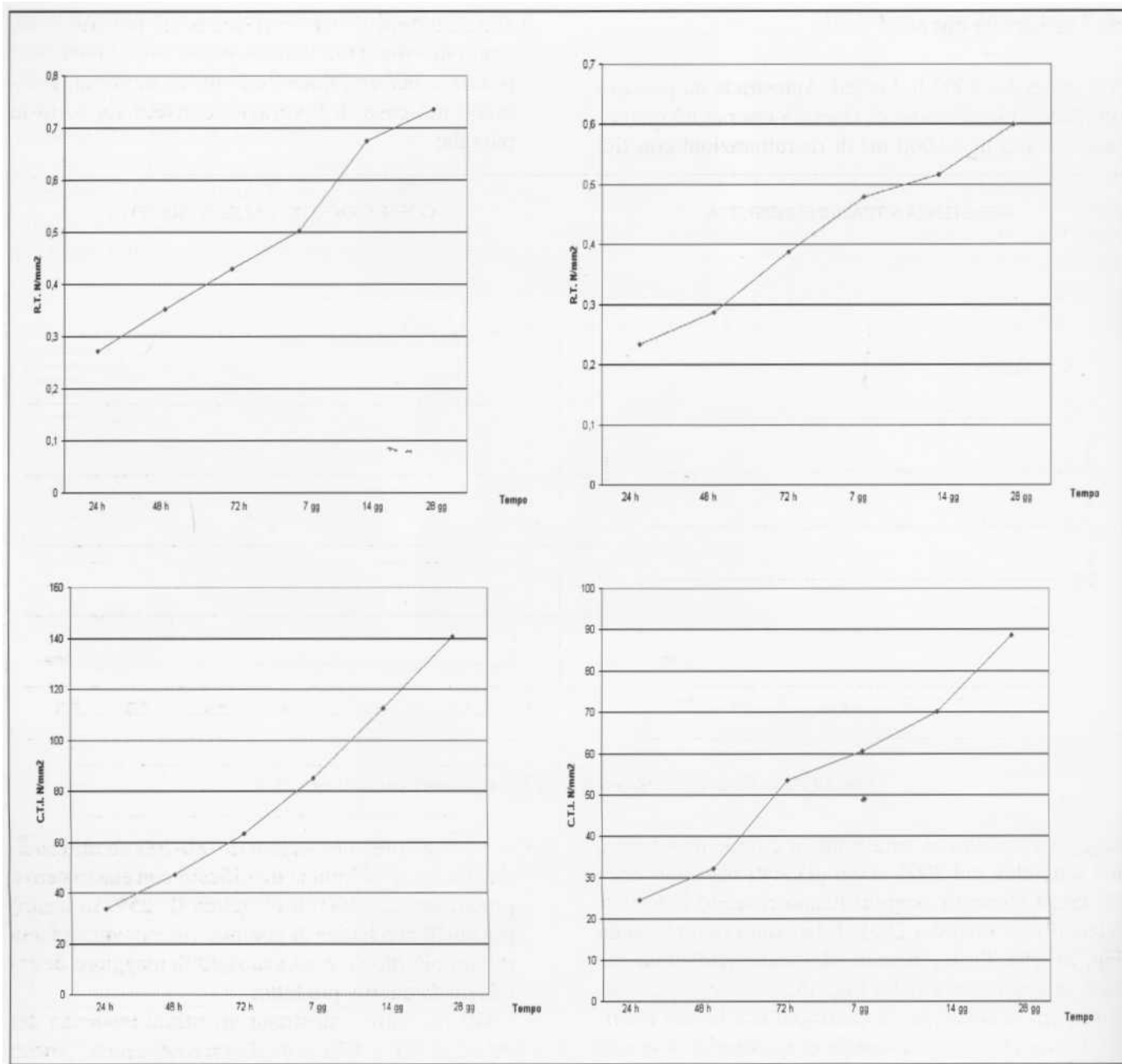


Fig. 12 - Confronto fra i valori medi dei parametri RT e CTI per le emulsioni di bitume modificato (grafici a sinistra) e le emulsioni di bitume con lattice (grafici a destra)

13, i risultati di un lavoro con l'indicazione delle emulsioni impiegate. Le emulsioni provate sono indicate secondo il tipo con i numeri 1 e 2: tipo 1 - emulsione di bitume modificato; tipo 2 - emulsione di bitume modificato con lattice.

Nei diagrammi sono riportati i valori di RT (Resistenza a Trazione indiretta) e CTI (Coefficiente di Trazione indiretta) a 24, 48, 72 ore e 7, 14, 28 gior-

ni e sono inoltre riportate le compattazioni ottenute dal tipo di rullo pesante vibrante che, congiuntamente a quello gommato, ha dato i migliori risultati; a tal proposito è da evidenziare che tutti i rulli pesanti vibranti provati hanno dato buoni risultati. Oltre al raggiungimento dei valori di norma prescritti, si segnala l'andamento in crescita nel tempo dei valori di resistenza meccanica.

5. I lavori in corso

Nel corso del 2002 la Società Autostrade ha previsto un piano di lavorazioni di circa 85 km per un quantitativo di più di 50.000 m³ di ristrutturazioni con rici

- alla riapertura al traffico (il momento più critico dal punto di vista strutturale) non si è verificata alcuna rottura o deformazione delle pavimentazioni, nemmeno nel caso di lavorazione effettuata sotto la pioggia;

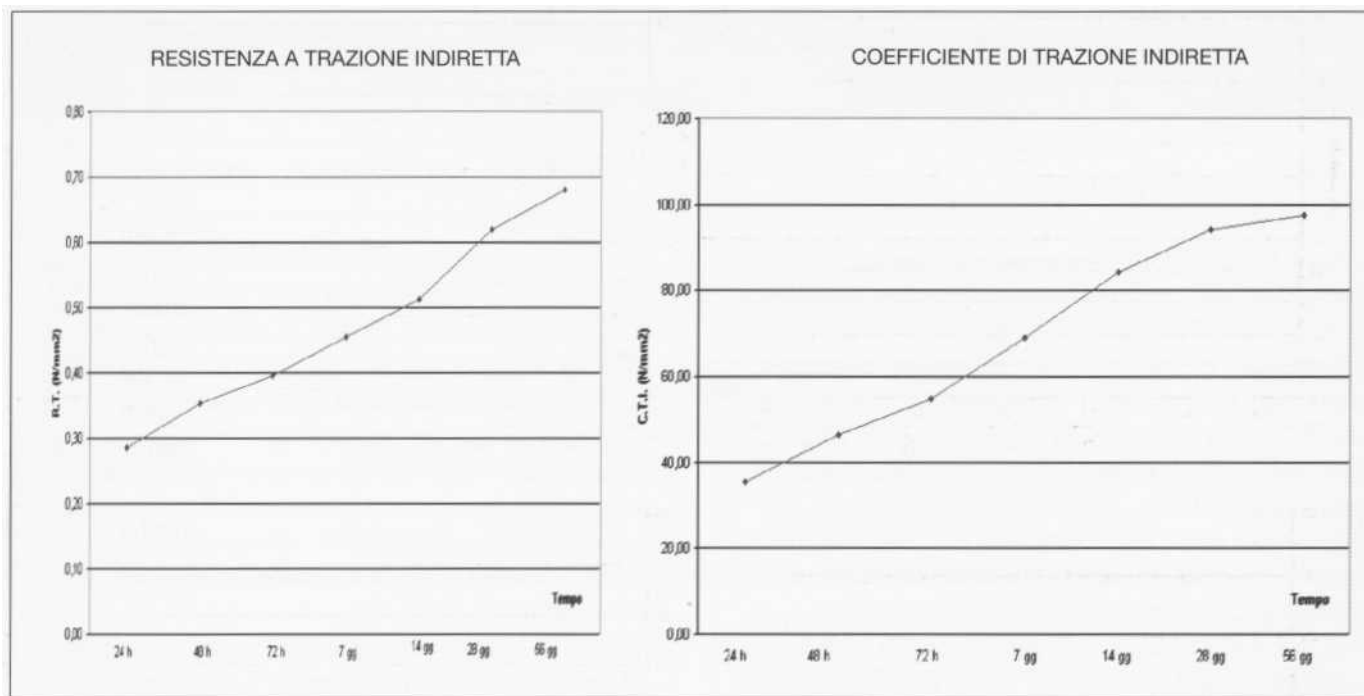


Fig. 14 - Media dei valori di RT e CTI per i lavori eseguiti nel 2002

claggio a freddo con emulsione di bitume modificato; nel settembre del 2002 erano già stati realizzati circa 50 km. I controlli eseguiti hanno ribadito i risultati ottenuti nel corso del 2001. I dati sono riportati nella Fig. 14, che illustra le medie dei valori riscontrati per tutte le emulsioni e nella Fig. 15, che mostra il confronto fra le medie per le emulsioni con bitumi modificati con elastomeri e quelle con lattice di gomma. L'andamento nel tempo delle miscele è stato monitorato in questo caso fino al 56° giorno dal confezionamento; si osserva come la crescita delle caratteristiche meccaniche continua ancora a questa data.

6. Conclusioni

A seguito delle sperimentazioni e dei lavori sul campo, possiamo evidenziare quanto segue:

- dopo un anno di transito, tutte le lavorazioni di riciclaggio in sito con emulsione bituminosa modificata sono in perfette condizioni strutturali;

- si sono ottenute produzioni di 180-200 t/h utilizzando emulsioni di bitume modificato con elastomero e produzioni di 140/160 t/h (circa il 25% in meno) per quelli con lattice di gomma; ciò è dovuto ad una rottura più rapida e ad una rigidità maggiore determinata da questo prodotto;
- i dati riscontrati mostrano un'ottima tendenza dei valori di RT e CTI a migliorare nel tempo, anche fino a due volte in 28 giorni, con andamento ancora in crescita nel tempo. Tale tendenza è un fattore molto importante rispetto ai conglomerati a caldo, che invece raggiungono immediatamente, al raffreddamento, il valore massimo e sviluppano un ulteriore miglioramento solo tramite la compattazione indotta dal traffico, cosa che peraltro è stata riscontrata anche nei lavori di riciclaggio a freddo eseguiti nel 1995 e 1996. Il citato fenomeno della crescita nel tempo dei valori di resistenza è il risultato che oggi permette a questa nuova tecnologia di competere, per resistenza a fatica, con conglomerati confezionati a caldo anche con bitumi modificati (base e binder). Tale fenomeno induce ad ipotizzare

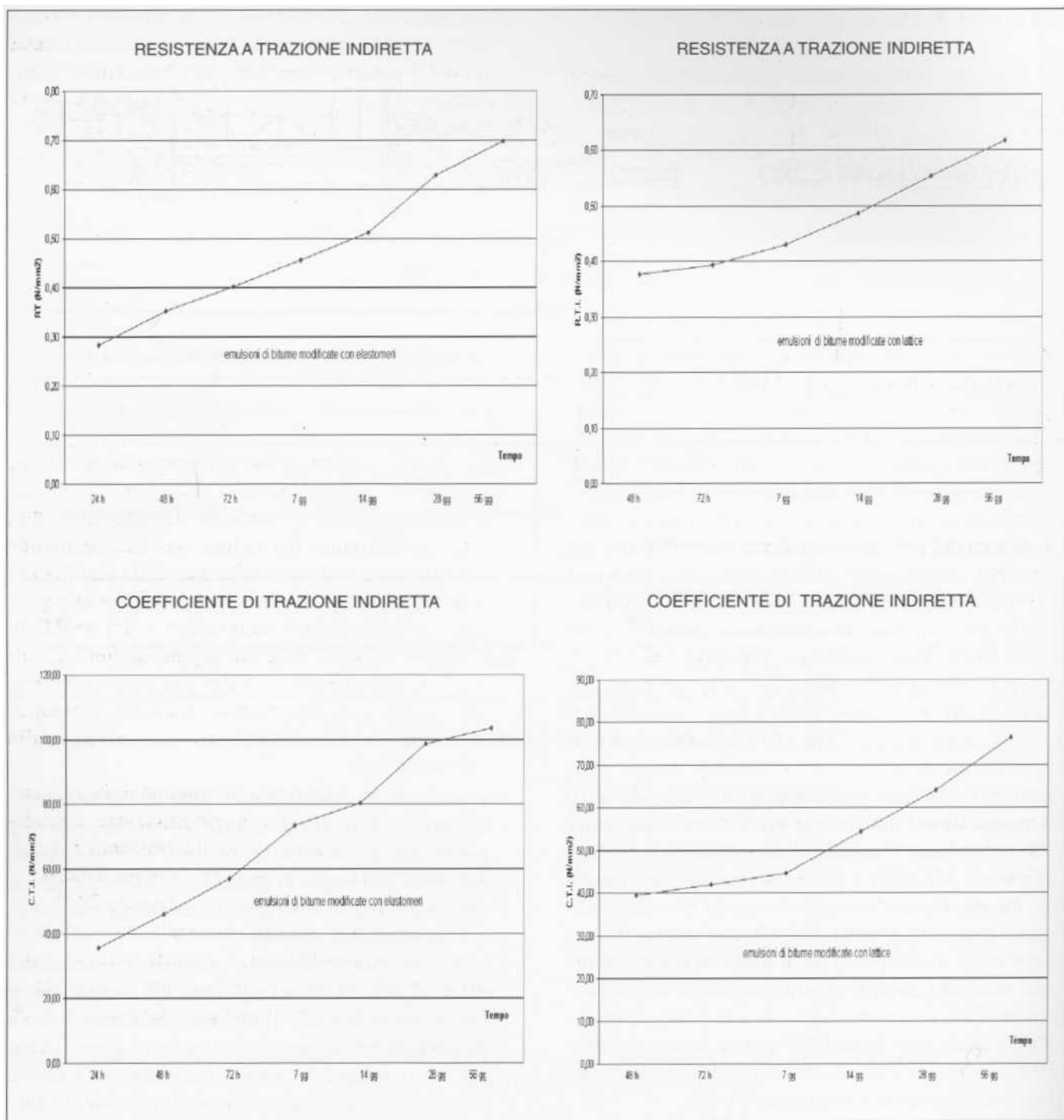


Figura 15 - Lavori del 2002: Confronto fra i valori medi RT e CTI relativi alle emulsioni di bitume modificato (grafici a sinistra) e le emulsioni di bitume con lattice (grafici a destra)

un diverso meccanismo di vita della pavimentazione riciclata con emulsione, rispetto a quella realizzata a caldo, che certamente necessita ancora di studi e ricerche per essere meglio compresa e valutata nelle sue effettive potenzialità;

- i dati strutturali nei lavori del 1995 e 1996 sono validi e molto incoraggianti (7.000.000 di passaggi di assi da 12 t per tratto, con i tratti ancora in perfetta efficienza strutturale);
- i dati di produzione sono pure interessanti e permet-

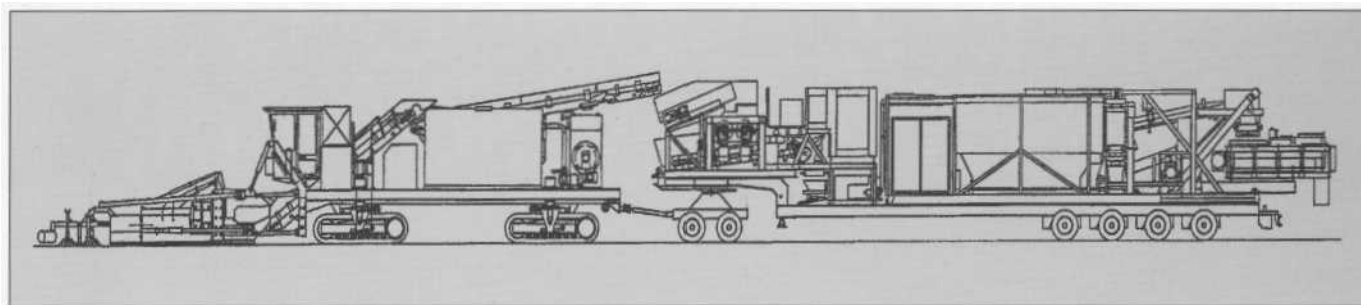


Fig. 16 - Il nuovo sistema CMR

tono una riduzione della durata dei cantieri (e quindi della permanenza delle code) fino a 4 volte; conseguentemente anche il rischio di incidenti si riduce. Si fa notare che, nel corso di una stagione di interventi di manutenzione, le segnaletiche di cantiere vengono spostate o prolungate per ben 3200 volte;

- i rendimenti economici per la committenza danno riduzioni del 30% dei costi diretti e del 10% di costi indiretti, anche grazie all'economia conseguita non dovendo trasportare a discarica i materiali demoliti;
- anche per l'impresa di costruzioni i risultati attesi sono buoni, in particolare per produzioni di 200 t/h, in quanto vengono minimizzati i costi dei materiali, dei trasporti e del personale rispetto a quando ci si rifornisce dai cantieri fissi (penalizzati in termini di produzione anche a causa delle code formate dai cantieri di lavoro). Conteggi Pavimental su 16 impianti fissi denunciano produzioni medie di 50 t/h ed anche fino a 30 t/h, per le zone più congestionate (Genova, Milano), a fronte di capacità produttive anche triple;
- vantaggi derivano anche dalla mancanza di emissioni aeriformi: si opera cioè a temperatura ambiente, evitando così gli aggravi legati al riscaldamento dei materiali;
- i vantaggi per l'ambiente e per la comunità sono

considerevoli: il materiale utilizzato è quello presente sulla rete autostradale e, pertanto, considerata la evidente riduzione della necessità di materiale cavato, le risorse naturali risultano salvaguardate; si annullano i trasporti di materiale, con un elevato risparmio energetico e minor inquinamento; la produzione del conglomerato, non necessitando del calore per l'essiccazione del materiale e il mantenimento della fluidità del bitume, consente un rilevante risparmio energetico, con conseguente azzeramento dei problemi connessi all'eventuale emissione di fumi e polveri. Il pieno recupero del materiale fresato, annullando il trasferimento a discarica, si traduce in un importante contributo alla salvaguardia dell'ambiente;

- per il futuro è auspicabile lo sviluppo di nuovi macchinari per la stesa e per la compattazione, considerando che al momento sono utilizzati tutti macchinari concepiti e sviluppati per tecnologie a caldo.

A questo proposito, dalla fine di settembre 2002, è in uso una nuova macchina più compatta, con vagliatore e granulatore incorporati, costruita sempre dalla Marini in collaborazione con Pavimental, in grado di eseguire lavorazioni di riciclaggio a freddo con emulsioni (Fig. 16).