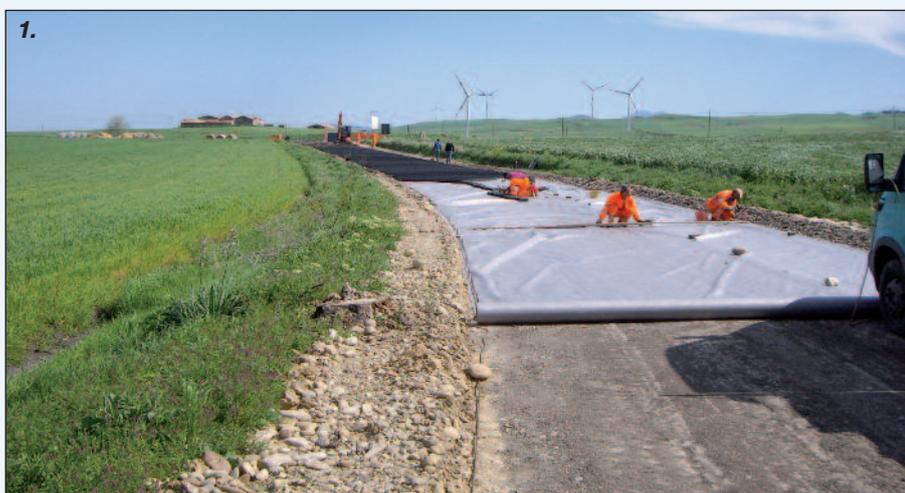




## 100% conglomerato

*L'UTILIZZO DEL 100% DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO FRESATO NEL RAFFORZAMENTO DELLE PAVIMENTAZIONI AMMALORATE*

Fulvio Bolobicchio\*  
Vincenzo Antonio Solimini\*\*  
Cosimo Damiano\*\*\*



1.

L'utilizzo del conglomerato bituminoso fresato non è una novità assoluta.

Dalla bibliografia tecnica è possibile reperire come esso sia stato impiegato per la prima volta nel 1951 negli USA nella costruzione di pavimentazioni, dove è noto con la sigla RAP, ossia Recycled Asphalt Pavement o RAC - Recycled Concrete Pavement -, per il riciclato di origine cementizia. Sempre negli USA, dal 1970 è divenuto diffuso come impiego costruttivo ma è dal 1974 che è stato utilizzato in vasta scala per la costruzione di strade negli Stati del Nevada e del Texas. La N.A.P.A. - National Asphalt Pavement Association - stima in 500 milioni il RAP prodotto nel 2011 e in 100 milioni il RAP utilizzato nel medesimo anno.

**L'**Azienda triestina Harpo SpA, specializzata nell'assistenza tecnica sui geosintetici, e l'Azienda di Andria Costrade, specializzata nella realizzazione di lavori edili e stradali, hanno impiegato la tecnica del confinamento laterale in Neoloy per il rafforzamento di una pavimentazione stradale ammalorata utilizzando il 100% del materiale fresato nel medesimo sito di intervento.

I principali benefici nell'utilizzo del RAP sono menzionati nella FHWA Pavement Recycling Guidelines, precisamente nella FHWA HRT 11 021, che li elenca nel modo seguente:

1. riduzione dei costi di costruzione;
2. risparmio di inerte e binder;
3. rispetto per l'ambiente;
4. ottimizzazione energetica.



2. La fresatura della pavimentazione



3. Il livellamento della superficie fresata con il grader



4. La regolarizzazione della superficie

Proprietà	RAP	Valori tipici
Fisiche	Peso unitario	1.940-2.300 kg/m <sup>3</sup>
	Umidità	Normale: > 5%
		Max: 7-8%
	Contenuto asfalto	Normale: 4,5-6%
		Max: 3-7%
Penetrazione	Normale: 10-80 a 25°C	
Viscosità	Normale: 4.000-25.000 poises a 60°C	
Meccaniche	Peso unitario compattato	1.600-2.000 kg/m <sup>3</sup>
	C.B.R.	100% RAP: 20-25%
		40% RAP e 60% inerte: 150% o maggiore

6. Ulteriori proprietà fisiche del RAP

L'attuale utilizzo, dichiarato dalla N.A.P.A., è limitato, poiché su una percentuale del 90% di strade degli States pavimentate in conglomerato bituminoso (H.M.A. Hot Mix Asphalt), il RAP usato nella realizzazione del nuovo H.M.A. è limitato ad una quantità del 12% in peso (restrizione DOTs).

Il conglomerato bituminoso fresato è fortemente influenzato, nelle prestazioni, da diversi fattori; uno studio FHWA ha definito i Fattori influenzanti del RAP, che sono elencabili nei seguenti punti:

- ◆ dipendono dalle caratteristiche e dal tipo di conglomerato bituminoso (c.b.) usato;
- ◆ uno strato di usura ha inerti resistenti all'abrasione, uno strato di binder no;
- ◆ numero di rifacimenti;
- ◆ la percentuale di ammaloramenti (buche, ormaie, fessurazioni);
- ◆ il processo di fresatura usato per rimuovere la pavimentazione;
- ◆ la fresatura rende l'inerte più fino della granulometria originale.

Il range granulometrico tipico del RAP (fonte US Department of Transportation FHWA RD 97 148) è illustrato nella Figura 5 mentre ulteriori proprietà fisiche del RAP sono rilevabili nella Figura 6.

Dimensione setacci/crivelli	Percentuale trattenuto
37,5 mm	100
25 mm	95-100
19 mm	84-100
12,5 mm	70-100
9,5 mm	58-95
7,5 mm	38-75
2,36 mm	25-60
1,18 mm	17-40
0,60 mm	10-35a
0,30 mm	5-25b
0,15 mm	3-20c
0,075 mm	2-15d
a) usualmente inferiore al 30%	
b) usualmente inferiore al 20%	
c) usualmente inferiore al 15%	
d) usualmente inferiore al 10%	

5. Il range granulometrico tipico del RAP (fonte US Department of Transportation FHWA RD 97 148)

## I test condotti sul sistema in Neoloy

Il sistema in neoloy è stato oggetto di valutazioni prestazionali a partire dal 2009 da parte dei Dipartimenti dei Trasporti D.O.T. del Kansas, dell'Iowa, del Missouri e di New York con il supporto scientifico della Kansas State University. Il test è definito Accelerated Pavement Testing (APT). In pratica, si tratta di un veicolo automatico che transita su una pavimentazione composta da diversi tipologie tra cui anche il RAP.



7. La posa del filtro separatore

Il test APT presenta le seguenti caratteristiche:

- ◆ peso assiale 80 kN;
- ◆ asse a ruote gemelle;
- ◆ pressione di gonfiaggio del singolo pneumatico 550 kPa;
- ◆ velocità di transito sulla pavimentazione, costante e pari a 11,3 km/ora.

La pavimentazione su cui transita il sistema APT si compone di 16 sezioni:

- ◆ sette sezioni in RAP;
- ◆ quattro sezioni con misto stabilizzato, classificato AB-3;
- ◆ quattro sezioni con sabbia (Kansas River);
- ◆ una sezione con inerti riciclati.

Tutte le sezioni, ad eccezione di alcune di controllo, sono confinate con il sistema in Neoloy. L'obiettivo del test è rilevare:

- ◆ il numero di ripetizioni di carico ammissibili;
- ◆ il numero di ripetizioni di carico che portano alla formazione di ormaie da 7,5 cm (limite AASHTO per viabilità di cantiere).



8. La stesa del sistema in Neoloy

I risultati pubblicati hanno evidenziato come il fattore di incremento dei cicli di carico sopportabili dal materiale confinato con il sistema in Neoloy sia pari a dieci.

Ulteriori test sono stati pubblicati sul MID America Transportation Center Report MATC-KU 462 nella pubblicazione "onsite use of Recycled asphalt pavement materials and geocells to reconstruct pavement damaged by heavy trucks", che definisce l'incremento del modulo fornito dal sistema in Neoloy sul materiale confinato di riempimento.

Sui valori di incremento del modulo, specialmente del fresato in conglomerato bituminoso, si segnala la comparsa dell'articolo tecnico sulla rivista PRS News, in cui il sistema Neoloy è stato impiegato nel rifacimento di pavimentazioni in centri urbani nella parte meridionale degli Stati Uniti.



9. Il riempimento con il fresato di conglomerato bituminoso



10. L'accesso immediato ai mezzi



L'utilizzo ha apportato i seguenti valori aggiunti:

- ◆ valore "ordinario" del Modulo del RAP: 200-300 MPa;
- ◆ valore del Modulo RAP incrementato con Neoloy: 1.000 MPa;
- ◆ il confinamento con Neoloy porta all'eliminazione delle deformazioni viscosi del RAP;
- ◆ benefici economici: risparmio del 10% sui costi netti;
- ◆ benefici ambientali: riduzione degli scavi, del materiale movimentato, del materiale da portare a discarica, minori trasporti, minore emissione di CO<sub>2</sub>.

## I cantieri in Italia

La sinergia tra Harpo SpA Divisione SEIC e Costrade ha permesso di utilizzare la tecnica del confinamento in Neoloy su progetti specifici di rafforzamento, impiegando il conglomerato bituminoso fresato nello stesso cantiere come materiale da costruzione, senza la necessità di miscelarlo o additarlo con altre sostanze.

Prestazionalmente l'uso del sistema ha richiesto un'accurata analisi strutturale, in modo da valutare le tensioni e le deformazioni in gioco, ossia la risposta della pavimentazione rafforzata, confrontandola con altre soluzioni alternative, quali quelle del bitume schiumato.

Esecutivamente l'intervento ha interessato le seguenti condizioni:

- ◆ fresatura del conglomerato bituminoso ammalorato con messa a "nudo" della fondazione pre-esistente;
- ◆ livellamento della superficie con grader e passaggio con rullo compattatore;
- ◆ stesa di un idoneo geotessile avente funzione di filtro separazione;
- ◆ stesa del sistema tridimensionale in Neoloy e suo riempimento

mento con il conglomerato bituminoso precedentemente fresato. Spessore totale dell'intervento compattato 10 cm;

- ◆ stesa dello strato di binder e di usura per uno spessore complessivo di 10 cm.

La progettazione dell'intervento ha richiesto l'utilizzo del metodo meccanicistico empirico, valutando le sollecitazioni trasmesse dall'asse standard sulla pavimentazione rafforzata, tenendo conto:

- ◆ dei dati di traffico;
- ◆ delle prestazioni dei materiali impiegati;
- ◆ del valore aggiunto impiegando la tecnologia in Neoloy.

Determinate le sollecitazioni alle diverse quote si è impiegata la legge di Finn et Al. per la risposta a fatica della pavimentazione in conglomerato bituminoso.

L'analisi ha permesso di valutare che il numero di cicli di carico ottenibili con Neoloy e RAP era superiore di 20 volte ai cicli transitanti in 20 anni sulla pavimentazione.

Si è inoltre verificata la prestazione inerente alla regolarità superficiale del manto, utilizzando la legge AASHO Road Test che lega la deflessione massima del tappetino di usura in conglomerato bituminoso con il numero di cicli di carico. Anche in tal caso, l'incremento ottenuto in termini di cicli di carico è risultato superiore del 40% rispetto a quelli previsti nei dati di traffico in un periodo temporale di 20 anni.

Le prestazioni richieste al modello Neoloy impiegato nello specifico sono illustrate in Figura 11. ■

\* *Ingegnere Responsabile settore Strade di Harpo SpA, Divisione SEIC*

\*\* *Ingegnere Direttore Tecnico di cantiere della Costrade*

\*\*\* *Ingegnere Responsabile Tecnico della Costrade*

Descrizione	Valore	Unità	Test method
Stabilità dimensionale della cella	≤ 115	ppm/ogni 1°C	ISO 11359-2 (TMA) ASTM E831
CTE Coefficiente Termico di Espansione			
Resistenza del materiale allo snervamento	24	MPa	ASTM D-638 ISO 527
Deformazione plastica misurata con metodo accelerato			
1 passo a 44°C	≤ 0,6	% deformazione	ASTM D-6992 (SIM)
2 passo a 51°C	≤ 0,8		
3 passo a 58°C	≤ 1,2		
4 passo a 65°C	≤ 1,3		
Modulo a flessione per accumulo del campione ad elevate temperature			
+30°C	> 800	MPa	ISO 6721-1 ASTM E2254 (DMA)
+45°C	> 700		
+60°C	> 650		
Temperatura di fragilità	≤ -70°C	-	-

11. Le prestazioni richieste al modello Neoloy Neoloy® nano-composito in lega polimerica impiegato (lega composta di nano fibre in poliestere/poliamide disperse in matrice di polietilene)