

**SITEBSi srl**

# Rassegna del bitume

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

ESTRATTO DAL N° **34/00**

**Granulo a base di polverino da recupero pneumatici, prebitumato ed elastomerizzato, per la modifica del bitume stradale**

**Rubber powder from worn out tyres.  
Pretreated granules for asphalt modification.**

*Italo Garfagnini*  
SO.F.TER. S.p.A., Forlì

*Giovanni Santarelli*  
Consulente, Forlì

# **Granulo a base di polverino da recupero pneumatici, prebitumato ed elastomerizzato, per la modifica del bitume stradale**

## **Rubber powder from worn out tyres. Pretreated granules for asphalt modification**

ITALO GARFAGNINI, *SO.FTER SpA, Forlì,*  
GIOVANNI SANTARELLI, *Consulente, Forlì*

### **Riassunto**

*Un migliore utilizzo del polverino di gomma recuperata da pneumatici è ottenuto miscelandolo preventivamente con una base bituminosa e con un legante elastomerico. Il granulo finale prodotto può essere impiegato per modificare bitumi stradali ottenendo un ottimo rapporto qualità/prezzo. Questo processo contribuisce anche a riciclare in modo produttivo un rifiuto difficilmente smaltibile.*

### **Su mmary**

*A better use of the powderized rubber from worn out tyres is obtained by previously mixing it with a bituminous and an elastomeric binder. The final granule may be utilized, for road bitumen modification, obtaining a good quality/price ratio. This process also contributes to recycling in a productive system a refuse difficult to dispose.*

### **1. La modifica dei bitume**

L'impiego del bitume tale quale nella pavimentazione stradale incontra difficoltà per il progressivo abbreviarsi della durata della pavimentazione, anche a causa del crescente aumento del traffico pesante. Soltanto con bitume opportunamente modificato si possono conseguire qualità atte ad assicurare prestazioni della pavimentazione adeguate alle esigenze. Negli ultimi anni sono stati introdotti, come modificanti dei bitumi, polimeri che ne migliorano la qualità in maniera sostanziale (per es. SBS, SBR, EVA, lattici). L'impiego corretto di tali polimeri - scelta adeguata, aggiunta al bitume con apposite apparecchiature - consente ottimi risultati; tuttavia

non preclude il ricorso anche al polverino di gomma. L'utilizzo di questo è particolarmente vantaggioso perché, oltre a migliorare la qualità del bitume contribuisce ad attenuare il grave problema dello smaltimento degli pneumatici scartati dopo l'uso.

Secondo una tecnologia diffusa, il polverino derivante dalla comminazione degli pneumatici usurati viene trattato con olio aromatico o cherosene; l'impasto viene aggiunto al bitume ad alta temperatura e il tutto viene agitato a lungo per omogeneizzarlo. In questo processo le parti elastomeriche, soprattutto quelle meno vulcanizzate o meno reticolate, assorbono l'olio, rammolliscono e si disperdono nel bitume. Come risultato finale si ottiene un prodotto contenente particelle di gomma parzialmente rigonfiata. In altri processi, dopo lo stadio di rigonfiamento e di parziale devulcanizzazione, si aggiungono sostanze (zolfo o donatori di zolfo) per ripristinare in parte i legami reticolati (*cross-linking*).

I prodotti così ottenuti presentano alcuni inconvenienti:

- il polverino assorbe l'olio rigonfiandosi in modo disomogeneo, per cui il legante risulta di qualità incostante;
- la miscela bitume-polverino deve essere lavorata ad alta temperatura (200-250 °C) per molte ore, peggiorando le già scadenti qualità del bitume;
- soprattutto nel caso dell'impiego di cherosene, durante il processo si sviluppano fumi nocivi, a causa dell'alta temperatura;
- il trattamento del polverino, negli stadi di rigonfiamento e di cross-link, è lungo e costoso.

Per superare questi inconvenienti e per dare un contributo al recupero degli pneumatici usurati è stato sviluppato e brevettato un granulo costituito da polverino prebitumato ed elastomerizzato, ottenuto per via meccanica a secco con una apposita apparec-

chiatura, capace di esercitare un notevole sforzo di taglio]. Questo granulo viene proposto come modificante del bitume e può essere utilizzato in tutta la struttura stradale dove è previsto l'uso del solo bitume, con notevole miglioramento qualitativo e favorevole rapporto qualità/prezzo.

## 2. Prove sperimentali

L'effetto modificante è stato valutato confrontando i dati di un bitume usuale utilizzo stradale, la cui composizione è riportata in Tab. 1, con quelli ottenuti dallo stesso bitume additivato con granuli prebitumati. L'additivazione è stata eseguita con l'apparecchio Silverston L-4R per 45 minuti a 180 °C. La valutazione ha riguardato sia i leganti tal quali sia i relativi conglomerati (Tab. 2).

**Tab. 1 - Composizione % per classi dei componenti dei bitume**

Saturi	8,3
Aromatici	46,1
Resine	22,6
Asfalteni	23,0

**Tab. 2 - Caratteristiche dei bitume e del prodotto con il 6% di granulo prebitumato**

	Bitume	Bitume additivato
Penetrazione, dmm (CNR 24)	85	61
P. rammollimento, °C (CNR 35)	48	58
Indice di penetrazione (UNI 4163)	-0,4	1,2
P. di rottura Fraass, °C (CNR 43)	-15	-14,0
Duttilità, cm (CNR 44)	> 100	
Ritorno elastico a 25 °C (PrEN)	5,5%	66%
Visc. a 160 °C, Pa.s (CEN TC 19 SCI WG4 N142)	0,31	
Visc. a 170 °C, Pa.s (id. B142)		0,21

Le miscele sperimentali sono state preparate in accordo con il "fuso ANAS" prescritto per i tappeti di strade nazionali (Tab. 3). Il dosaggio ottimale di bitume e bitume modificato è stato stabilito con il metodo Marshall (Tab. 4 e 5). Le determinazioni delle resistenze a trazione e relative deformazioni a rottura a diverse temperature sono state determinate secondo B.U. CNR n. 134 (Tab. 6).

**Tab. 3 - Caratteristiche degli inerti nei conglomerati con solo bitume e con bitume additivato**

Composizione, % peso	
Filler commerciale Cementirossi	6
Sabbia fiume Po (Lab, 5221/RO)	10
Sabbia frantumata cava Lari 0/6 (Lab, 5223/RO)	28
Graniglia 3/6 cava Lari (Lab, 5224/RO)	16
Pietrischetto 6/15 cava Lari (Lab, 5227/RO)	40
Granulometria (crivelli e setacci UNI)	
	% trattenuto dal crivello
	25      0
% passato dal crivello 25 e	"      "
"      " 15 e	"      "
"      " 10 e	"      "
"      " 5 e	setaccio 2
setaccio 2 e	"      "
"      " 0,4 e	"      "
"      " 0,18 e	"      "
"      " 0,075	
Massa volumica dei granuli, kg/dm <sup>3</sup>	2,71

La sperimentazione è stata condotta utilizzando una miscela per tappeti di usura in modo da avere valori più significativi e riproducibili rispetto a pavimentazioni tipo "tout-venant" o "binder", nelle quali la granulometria dell'inerte è più dispersa e incostante. Per il granulo in esame è stata utilizzata una formulazione che premiasse maggiormente le prestazioni ad alta temperatura piuttosto che a bassa temperatura, ipotizzando un impiego molto più gravoso durante l'estate.

## 3. Valutazione dei risultati

L'azione meccanica del mescolatore da laboratorio Silverston L-4R micronizza i granuli disperdendoli uniformemente nella fase bituminosa; il riscaldamento a 190 °C non modifica fisicamente il polverino micronizzato.

L'effetto del granulo in esame si manifesta in positivo sul ritorno elastico, che con il valore 49,5% rappresenta il dato più interessante rilevato sulla miscela al 6%. Consistenza al penetrometro e duttilità risultano influenzati positivamente dalla modifica: è stato registrato un aumento del punto di rottura Fraass nella miscela al 6%.

Lo studio Marshall ha consentito di stabilire il medesimo dosaggio di legante con e senza il granulo: 5,50% sulla massa della miscela di inerti. I valori ottenuti sono costantemente a favore del granulo. La stessa formulazione è stata adottata per gli impasti

**Tabella 4 - Risultati della prova Marshall (CNR n. 30) sul conglomerato confezionato con solo bitume** (eseguita impastando a 150 °C la miscela di inerti di riferimento con diverse percentuali di bitume, costipando gli impasti ottenuti a 140 °C con 75 colpi di pestello per faccia) (\*)

% bitume riferito a		massa volumica kg/dm <sup>3</sup>	stabilità kN	scorrimento mm	% vuoti (**)	modulo di rigidezza kN/mm
impasto	inerte					
4,31	4,50	2,325	12,98	2,18	8,1	5,95
4,76	5,00	2,355	14,65	2,38	6,3	6,16
5,21	5,50	2,38	15,13	2,60	4,6	5,82
5,66	6,00	2,40	14,97	2,88	3,2	5,20
6,10	6,50	2,405	13,54	3,20	2,3	4,23

(\*) I valori riportati sono la media di 4 determinazioni.

(\*\*) Calcolato assumendo come massa volumica la media di 2 provette paraffinate e come densità del legante 1,02 g/cm<sup>3</sup>.

**Tabella 5 - Risultati della prova Marshall (CNR n. 30) sul conglomerato confezionato con bitume additivato** (eseguita impastando a 170 °C la miscela di riferimento con diverse percentuali del bitume A modificato con il granulo caratterizzato in Tab. 3 e costipando gli impasti ottenuti a 160 °C con 75 colpi di pestello per faccia) (\*)

% bitume riferito a		massa volumica kg/dm <sup>3</sup>	stabilità kN	scorrimento mm	% vuoti (**)	modulo di rigidezza kN/mm
impasto	inerte					
4,31	4,50	2,32	13,60	2,53	8,3	5,38
4,76	5,00	2,35	15,35	2,60	6,5	5,90
5,21	5,50	2,375	15,93	2,73	4,8	5,84
5,66	6,00	2,395	15,70	3,00	3,4	5,23
6,10	6,50	2,40	14,20	3,35	2,5	4,24

(\*) I valori riportati sono la media di 4 determinazioni.

(\*\*) Calcolato assumendo come massa volumica la media di 2 provette paraffinate e come densità del legante 1,02 g/cm<sup>3</sup>.

**Tabella 6 - Tabella sinottica desunta dai risultati della prova a trazione indiretta (CNR B.U. n. 134)**

	-10°C	-10 °C	25 °C	25 °C	45 °C	45 °C	60 °C	60 °C
	NORM	MOD.	NORM.	MOD.	NORM.	MOD.	NORM.	MOD.
RESISTENZA A TRAZIONE INDIRETTA da N/cm <sup>2</sup>	43,25	42,83	12,57	15,46	4,21	5,44	1,47	1,96
DEFORMAZIONE UNITARIA DI COMPRESSIONE A ROTTURA	0,0111	0,0162	0,0208	0,0216	0,0160	0,0189	0,0127	0,0113
DEFORMAZIONE UNITARIA DI TRAZIONE INDIRETTA A ROTTURA	0,0004	0,0011	0,0016	0,0015	0,0021	0,0022	0,0028	0,0021
PARAMETRO DI DEFORMABILITÀ COMPRESSIONE A ROTTURA	2,7	3,8	16,5	14,1	39,2	34,9	87,6	57,6
PARAMETRO DI DEFORMABILITÀ TRAZIONE A ROTTURA	0,1	0,3	1,3	1,0	5,0	4,0	19,4	10,9
COEFFICIENTE DI TRAZIONE INDIRETTA, N/mm <sup>2</sup>	639,1	450,1	95,8	113,5	43,9	45,6	18,2	27,6

destinati alla confezione dei provini per la determinazione della resistenza a trazione e delle relative variazioni volumetriche in fase di collasso.

I valori medi della resistenza a trazione indiretta e i relativi coefficienti a trazione indiretta mostrano chiaramente l'incremento apportato dal granulo prebitumato agli impasti di mescola, rispetto al bitume tal quale (Tab. 6). Tale effetto decresce a partire dalla temperatura più elevata, palesando altresì un'inversione di tendenza con la più bassa temperatura di prova, -10 °C. Questo comportamento lascia presagire un comportamento migliore da parte dell'impasto contenente il granulo, impiegato come manto di usura soggetto a traffico pesante nel periodo estivo, quando le temperature dello strato superficiale oscillano tra 30 e 60 °C, attestando quindi una minore propensione alle deformazioni plastiche (ormai).

#### **4. Conclusioni**

I risultati della sperimentazione consentono di affermare che con il granulo prebitumato si possono:

- ottenere conglomerati migliori di quelli con il solo bitume (notare in particolare la buona risposta elasti-

ca impartita dal modificante);

- recuperare e smaltire in maniera "pulita" gli pneumatici usurati.

In base ai risultati stessi si può concludere che l'impiego del granulo prebitumato può riguardare non solo i tappeti di usura (applicazione per la quale sono disponibili elastomeri specifici) ma anche le altre parti della struttura stradale dove è impiegato il bitume.

È doveroso ricordare che il polverino di gomma, a causa del suo basso peso specifico (c.a. 1,15 g/cm<sup>3</sup>) tende a depositarsi, per cui la miscela bitumata deve essere mantenuta in moderata agitazione durante uno stoccaggio prolungato.

Il piccolo incremento di costo del bitume modificato con il granulo di gomma è ampiamente compensato dalla qualità migliore del manufatto finale e dal contributo apportato allo smaltimento ecocompatibile di rifiuti altrimenti inquinanti e non biodegradabili.

#### **Ringraziamento**

Gli autori ringraziano il dr. Alberti, dello Studio sperimentale stradale, per la preziosa collaborazione.