

IL GREEN NEW DEAL DI ASPHALT RUBBER

IL BITUME MODIFICATO CON POLVERINO DI GOMMA CERTIFICA IL CONTENUTO DI MATERIALE RICICLATO AL PROPRIO INTERNO ED È PRONTO ALLA SFIDA DEI NUOVI CAM STRADALI

Negli ultimi anni nel mondo si è assistito a una crescente presa di coscienza dei cambiamenti climatici in corso e a politiche volte a improntare la crescita della nostra civiltà verso uno sviluppo sostenibile, che riduca sia le emissioni di CO₂ e il conseguente effetto serra, sia il consumo di materie prime naturali privilegiando lo sviluppo di un'economia circolare con il riciclo di materiali a fine vita altrimenti destinati a discarica. Il mondo delle costruzioni stradali non sfugge a questo trend e un'auspicabile e celere approvazione dei CAM relativi alle infrastrutture stradali indurrà le Stazioni Appaltanti e le Imprese

ASPHALT RUBBER GREEN NEW DEAL

**MODIFIED BITUMEN WITH CRUMB RUBBER
CERTIFIES THE CONTENT OF RECYCLED MATERIAL
INSIDE AND IT IS READY FOR THE CHALLENGE OF
THE NEW ROAD CAM**



In recent years the world has witnessed a growing awareness of ongoing climate change and policies aimed at shaping the growth of our civilization towards sustainable development, which reduces both CO₂ emissions and the consequent greenhouse effect, and consumption of natural raw materials favoring the development of a circular economy with the recycling of end-of-life materials otherwise destined for landfills.

The world of road construction does not escape this trend and a desirable and quick approval of the CAMs relating to road infrastructure will induce the Contracting Stations and the companies in the sector to adopt an approach aimed at minimizing the consumption of natural raw materials, at reducing the temperatures of production and laying of asphalt concretes to limit emissions into the atmosphere, to favor technical solutions that provide for the optimization of noise emissions linked to vehicular traffic and finally to provide for the optimization of the reuse at the end of life of the materials used, all ensuring high mechanical performance.

Asphalt Rubber technology, consisting of the modification of bitumen with recycled pneumatic rubber powder (PFU) wet method, was a precursor of these needs: it was born in the 1960s in the United States to meet a dual need:

del settore ad un approccio volto a minimizzare il consumo di materie prime naturali, a ridurre le temperature di produzione e stesa dei conglomerati bituminosi, a contenere le emissioni in atmosfera, a privilegiare soluzioni tecniche che prevedano l'ottimizzazione delle emissioni acustiche legate al traffico veicolare e, infine, a prevedere l'ottimizzazione del riutilizzo a fine vita dei materiali utilizzati, il tutto garantendo alte prestazioni meccaniche

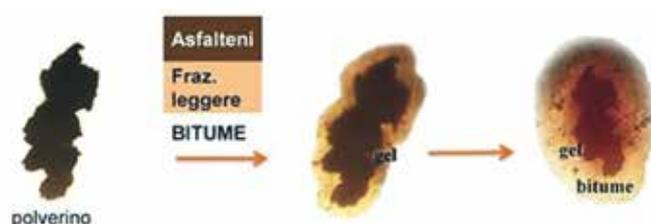
La tecnologia Asphalt Rubber, consistente nella modifica del bitume con polverino di gomma da pneumatico riciclato (PFU) Metodo Wet, è stata precursore di queste esigenze: essa nasce negli anni Sessanta negli Stati Uniti per rispondere a una duplice esigenza:

- esigenza tecnica: studiare una soluzione per un conglomerato bituminoso elastico ad alte prestazioni atto a resistere alle fessurazioni delle pavimentazioni stradali indotte dagli elevati gradienti termici presenti in un'ampia fascia degli Stati Uniti;
- esigenza ambientale: trovare una soluzione ai crescenti depositi di pneumatici fuori uso che sempre più frequentemente davano origine a incendi con elevato rischio di produzione di diossina oltre che di ingenti quantità di CO₂.

Il bitume Asphalt Rubber è un bitume modificato con una percentuale minima sul peso totale di 15% di polverino di gomma di pneumatico riciclata incorporata tramite processo wet, che ha reagito durante un periodo di tempo sufficientemente lungo da permettere la digestione della gomma ovvero l'assorbimento della frazione maltenica del bitume da parte dei granuli di gomma che rigonfiano formando un gel all'interno della matrice bituminosa.

L'aggiunta del polverino di gomma modifica la struttura chimica del bitume e le caratteristiche fisico-meccaniche del bitume base:

- penetrazione (25/55 dmm);
- punto di rammollimento (> 60 °C);
- ritorno elastico (> 60%);
- viscosità (da otto/dieci volte quella di un bitume tradizionale).



2. La modifica del bitume con polverino di gomma con metodo Wet

2. Modification of bitumen with ceumb rubber with Wet method

Il processo wet è l'unico disciplinato con propri standard e metodi di prova dalla Normativa internazionale (ASTM 6114:97) ed è conforme anche alla Normativa Uni EN 14023.

Asphalt Rubber Italia Srl nasce nel 2006 per introdurre in Italia la tecnologia Asphalt Rubber, intraprendendo un percorso di ricerca e sviluppo con le principali università italiane, quali Università di Pisa, Politecnico delle Marche e Politecnico di Torino, volto a sviluppare la tecnologia Asphalt Rubber sia per lo sviluppo di nuove formulazioni di bitume che per la definizione di specifici mix design di conglomerato bituminoso che ottimizzassero spe-

- *technical requirement: to study a solution for a high-performance elastic asphalt concrete capable of resisting cracks in road surfaces induced by the high thermal gradients present in a wide range of the United States territories;*
- *environmental need: to find a solution to the growing deposits of end-of-life tires that increasingly gave rise to fires with a high risk of dioxin production as well as large quantities of CO₂.*

Asphalt Rubber bitumen is a modified bitumen with a minimum percentage on the total weight of 15% of recycled tire rubber powder incorporated by the wet process, which reacted during a period of time long enough to allow the digestion of the rubber or the absorption of the maltenic fraction of the bitumen by the rubber granules that swell to form a gel inside the bituminous matrix.

The addition of the rubber powder changes the chemical structure of the bitumen and the physical-mechanical characteristics of the basic bitumen:

- penetration (25/55 dmm);
- softening point (> 60 °C);
- elastic recovery (> 60%);
- viscosity (eight-ten times higher than standard bitumen).

The wet process is the only one regulated with its own standards and test methods by the international standard (ASTM 6114: 97) and also complies with the UNI EN 14023 standard.

Asphalt Rubber Italia Srl was born in 2006 to introduce Asphalt Rubber technology in Italy, undertaking research and development with the main Italian universities, such as the University of Pisa, the Polytechnic of the Marche and the Polytechnic of Turin, aimed at developing Asphalt Rubber technology both for the development of new bitumen formulations and for the definition of specific mix designs of asphalt concrete that optimize specific performance of road pavements especially in light of the growing interest in eco-friendly solutions for road pavements.

The development was divided into four main lines.

BITUMEN MODIFIED EXCLUSIVELY WITH RECYCLED SECOND RAW MATERIAL AND WHOSE MINIMUM CONTENT IS CERTIFIED ACCORDING TO UNI ISO 14021

Asphalt Rubber Italia Srl is the only Italian bitumen producer that produces modified bitumen with a minimum post-consumer recycled content of 18.5%.

This result is the first fundamental element of Asphalt Rubber Italia Srl's policy to promote road pavements with low environmental impact that meet the requirements of future CAMs for road infrastructures.

The production cycle, from the procurement of raw materials to packaging and process controls, has been certified by Abicert Sas according to UNI ISO 14021: 2016 for the minimum recycled content contained in Rubbit 20 and Rubbit 20 WM bitumen.

This result was made possible through a careful selection of the supply chain by resorting to suppliers of recycled tire rubber powder from the Ecopneus consortium that guaranteed the highest quality and environmental standards of the product, as:

- production process in accordance to UNI ISO 9001:2015 standard;
- production process in accordance to UNI ISO 14001:2015 standard;

cifiche prestazioni delle pavimentazioni stradali soprattutto alla luce del crescente interesse verso soluzioni eco-friendly delle pavimentazioni stradali.

Lo sviluppo si è articolato su quattro direttrici principali (Figura 3).

IL BITUME MODIFICATO ESCLUSIVAMENTE CON MATERIA PRIMA SECONDA RICICLATA E IL CUI CONTENUTO MINIMO È CERTIFICATO AI SENSI DELLA UNI ISO 14021

Asphalt Rubber Italia Srl è l'unico produttore di bitume italiano che produce bitume modificato con un contenuto minimo di materiale riciclato post-consumer del 18,5%.

Tale risultato è il primo tassello fondamentale della politica di Asphalt Rubber Italia Srl per promuovere pavimentazioni stradali a basso impatto ambientale che soddisfino i requisiti dei futuri CAM per le infrastrutture stradali.

Il ciclo produttivo, dall'approvvigionamento della materia prima al confezionamento ed ai controlli di processo, è stato certificato da Abicert Sas ai sensi della Norma UNI ISO 14021:2016 per il contenuto minimo di riciclato contenuto nei bitumi Rubbit 20 e Rubbit 20 WM.

Tale risultato è stato reso possibile attraverso un'accurata selezione della filiera degli approvvigionamenti ricorrendo a fornitori di polverino di gomma da pneumatico riciclato del consorzio Ecopneus che garantissero i più elevati standard qualitativi e ambientali del prodotto ovvero:

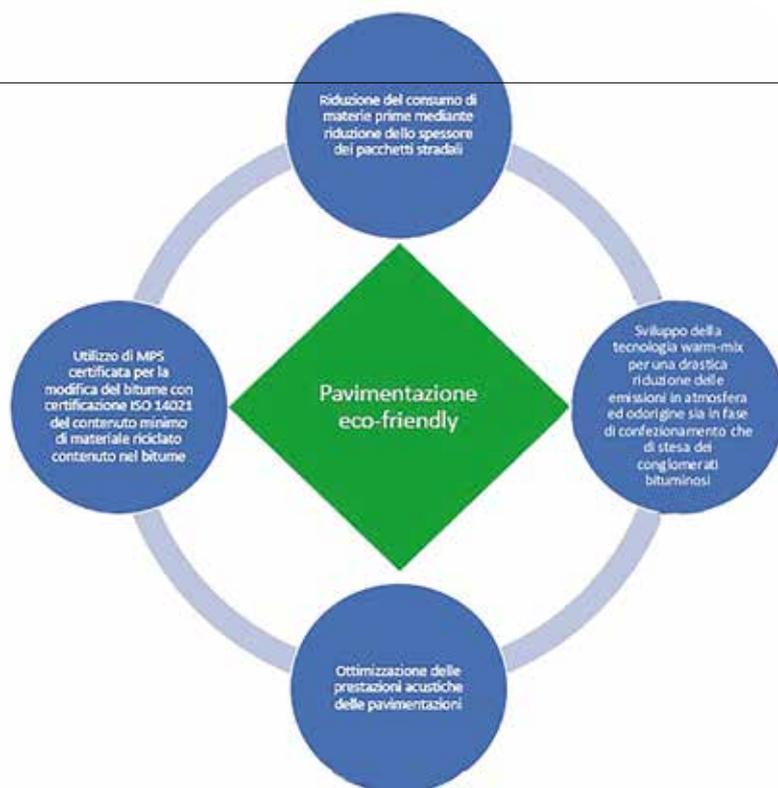
- ciclo produttivo certificato UNI ISO 9001:2015;
- ciclo produttivo certificato UNI ISO 14001:2015;
- certificazione EMAS;
- certificazione di prodotto REMADE in Italy VERS 4.2016;
- certificazione di conformità al Disciplinare Tecnico Ecopneus.

LA RIDUZIONE DEL CONSUMO DI MATERIE PRIME MEDIANTE RIDUZIONE DELLO SPESSORE DEI PACCHETTI STRADALI

I conglomerati bituminosi asphalt rubber si caratterizzano storicamente per le seguenti caratteristiche:

- pavimentazione stradale confezionata con conglomerati bituminosi ad alto modulo complesso che consentono di avere minori deformazioni indotte all'interno della pavimentazione stradale;
- maggiore resistenza a fatica della pavimentazione in virtù delle proprietà elastiche del legante utilizzato;
- maggiore resistenza all'invecchiamento della pavimentazione: la modifica del bitume con il polverino di gomma interessa la frazione maltenica del legante che costituisce la frazione più volatile del bitume stesso creando un gel all'interno della matrice del bitume che ne impedisce l'ossidazione, mantenendone più a lungo le caratteristiche elastiche.

Tali caratteristiche sono state verificate negli Stati Uniti attraverso un monitoraggio decennale di oltre 100 campi prova per comparare le prestazioni dei conglomerati bituminosi tradizionali con i conglomerati bituminosi Asphalt Rubber. Tale attività ha portato alla tabella di conversione CALTRANS (Dipartimento



3. Le linee di sviluppo della tecnologia Asphalt Rubber per una pavimentazione eco-friendly

3. The development lines of Asphalt Rubber technology for an eco-friendly road

- EMAS Certification;
- product Certification in accordance to REMADE in Italy VERS 4.2016 standard;
- production process in accordance to Ecopneus Technical Specifications.

THE REDUCTION OF RAW MATERIAL CONSUMPTION BY REDUCING THE THICKNESS OF ROAD PACKAGES

Asphalt rubber concrete are historically characterized by the following characteristics:

- road pavement packed with high elastic module asphalt concretes that allow for minor deformations induced inside the road pavement;
- greater fatigue resistance of the pavement due to the elastic properties of the binder used;
- greater resistance to aging of the pavement: the modification of the bitumen with crumb rubber affects the maltenic fraction of the binder which constitutes the most volatile fraction of the bitumen itself, creating a gel inside the bitumen matrix which prevents oxidation, keeping its elastic characteristics longer.

These characteristics have been verified in the United States through a ten-year monitoring of over 100 test fields to compare the performance of traditional bituminous conglomerates with Asphalt Rubber bituminous conglomerates. This activity led to the CALTRANS (Department of Transportation of the State of California) conversion table for the reduction of the thickness of road pavements through the use of Asphalt Rubber bituminous conglomerates which is recognized by the United States Department of Transportation.

Asphalt Rubber Italia Srl supported the technical definition of several projects with significant reductions in the thickness of road pavements in Italy.

DGAC	ARHM-GG1	ARHM-GG/ SAMI
45	30 (2)	-
60	30	-
75	45	30
90	45	30
105	60	45
120	60	45
135	45 (3)	60
150	45 (4)	60
165	60 (3)	45 (3)
180	60 (4)	45 (4)

Notes: ()

1. The maximum allowable non-experimental equivalency for ARHM-GG is 2:1.
2. The minimum allowable ARHM-GG lift thickness is 30 mm.
3. Place 45 mm of new DGAC first.
4. Place 60 mm of new DGAC first.

4. L'equivalenza strutturale Caltrans

4. Caltrans structural equivalencies (mm)

dei Trasporti dello Stato della California) per la riduzione degli spessori delle pavimentazioni stradali mediante l'utilizzo di conglomerati bituminosi Asphalt Rubber che è riconosciuta dal Dipartimento dei Trasporti degli Stati Uniti.

Asphalt Rubber Italia ha supportato la definizione tecnica di diversi progetti con riduzioni significative dello spessore delle pavimentazioni stradali in Italia.

Il lavoro più conosciuto per gli studi e le pubblicazioni (monografia specifica Ecopneus, anno 2017) che lo hanno interessato per il monitoraggio nel tempo delle prestazioni della pavimentazione stradale è quello della realizzazione della variante di Canali nel comune di Reggio Emilia.

Il pacchetto realizzato in luogo di quello del progetto originario è ben sintetizzato in Figura 5.

In termini ambientali, i vantaggi ottenuti con questa riduzione dello spessore sono evidenti:

- minor consumo di materie prime (inerti di cava e bitume);
- minori emissioni legate al trasporto delle materie prime all'impianto;
- minori emissioni e consumi energetici per il confezionamento di una minor quantità di conglomerato bituminoso;
- minori emissioni legate al trasporto di una minor quantità di conglomerato bituminoso al cantiere di stesa;
- minori emissioni e consumi energetici per la stesa di una minor quantità di conglomerato bituminoso.

Non subito evidente, ma analiticamente calcolabile, è anche la riduzione di emissione di CO₂ dovuta ad un utilizzo del PFU virtuoso rispetto alla semplice riutilizzo dello stesso come combustibile per la produzione di energia.

Di difficile quantificazione ma altresì molto evidenti sono i vantaggi relativi al minor impatto del traffico veicolare legato alle operazioni di asfaltatura sulla normale viabilità.

Asphalt Rubber Italia Srl ha messo a punto uno specifico software per quantificare in modo analitico le emissioni e i consumi energetici legati al confezionamento e alla stesa delle differenti metodologie di conglomerato sì da asseverare i vantaggi ambientali della soluzione adottata.

Recenti studi condotti dal Prof. Maurizio Bocci del Politecnico delle Marche hanno altresì evidenziato che anche il fine vita di queste pavimentazioni consente un riciclo delle stesse più virtuoso rispetto ad altre pavimentazioni stradali.

The best known work for studies and publications (Ecopneus specific monograph year 2017) regarding the thickness reduction design and its performances during time of the road pavement is the construction of the Variante di Canali in the Municipality of Reggio Emilia.

The package created in place of that of the original project is well summarized in Figure 5.

In environmental terms, the advantages obtained with this reduction in thickness are evident:

- lower consumption of raw materials (aggregates and bitumen);
- lower emissions related to the transport of raw materials to the asphalt plant;
- lower emissions and energy consumption for the production of a smaller quantity of asphalt concrete;
- lower emissions related to the transport of a smaller quantity of asphalt concrete to the paving site;
- lower emissions and energy consumption due to the laying of a smaller quantity of asphalt concrete.

Not immediately evident, but analytically calculable, is also the reduction of CO₂ emissions due to a virtuous use of crumb rubber compared to the simple reuse of it as fuel for the production of energy.

Advantages related to the lower impact of vehicular traffic linked to asphaltting operations on normal roads are difficult to quantify but they also are very evident.

Asphalt Rubber Italia Srl has developed a specific software to analytically quantify the emissions and energy consumption associated with the packaging and laying of the different asphalt mix solutions so as to certify the environmental advantages of the solution adopted.

Recent studies conducted by Prof. Maurizio Bocci of the Polytechnic of the Marche have also shown that even the end of life of these floors allows a more virtuous recycling of them compared to other road pavements.

The milled material resulting from Asphalt Rubber pavements at the end of its life, is recyclable in road surfaces in a more effective and efficient way: due to the lower degree of oxidation of aged bitumen, the mixes of asphalt concrete obtained with



5. La riduzione dello spessore della sovrastruttura stradale nella Variante di Canali (RE)

5. Thickness reduction of road pavement for the variante of Canali (RE)

Il fresato derivante dalle pavimentazioni Asphalt Rubber a fine vita risulta riciclabile nelle pavimentazioni stradali in modo più efficace ed efficiente: in virtù del minor grado di ossidazione del bitume invecchiato, le miscele di conglomerato bituminoso ottenute con una percentuale di fresato (nelle prove effettuate al 30%) proveniente da vecchie pavimentazioni Asphalt Rubber consentono di ottenere pavimentazioni meno rigide e più elastiche indipendentemente da eventuali rigeneranti utilizzati.

LO SVILUPPO DELLA TECNOLOGIA WARM-MIX

Asphalt Rubber Italia Srl ha sviluppato e validato con l'Università di Pisa una formulazione del bitume Asphalt Rubber per il confezionamento di conglomerati bituminosi a tiepido.

Tale soluzione, oltre a ridurre i consumi e le emissioni in atmosfera durante le fasi di confezionamento riducendo di circa 40 °C le temperature di uscita del conglomerato bituminoso, consente temperature di stesa comprese tra 110 e 135 °C.

In tale range di temperature di stesa vengono di fatto ridotte drasticamente le emissioni di IPA e le emissioni odorigene del conglomerato bituminoso sono annullate.

A titolo esemplificativo, si riportano di seguito i risultati del monitoraggio ambientale effettuato durante il progetto NEREiDE:

- il laboratorio Waste and Chemicals ha monitorato le emissioni in fase di stesa del Progetto LIFE NEREiDE (Dicembre 2017-Gennaio 2018) sul sito sperimentale individuato sulla S.R.T. 439 "Sarzanese-Valdera" nel comune di Massarosa;
 - a Dicembre 2017, in località Bozzano/Quiesa dal km 17+240 al km 17+615 in corrispondenza della messa in opera di una miscela SMA 0/12 steso alla temperatura di 180 °C;
 - a Gennaio 2018, in località Pian del Quercione dal km 12+514 al km 12+897 in corrispondenza della messa in opera di una miscela gap graded wet steso alla temperatura di 140 °C.
- I risultati analitici possono essere sintetizzati nelle Figure 6, 7 e 8.

L'OTTIMIZZAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE DELLE PAVIMENTAZIONI STRADALI

Negli ultimi dieci anni, Asphalt Rubber Italia Srl ha effettuato in collaborazione con l'Università di Pisa diversi studi e sperimentazioni (Progetto Leopoldo, Progetto Nereide 1, Progetto Nereide 2, Campo prove sperimentale ANAS) volti all'ottimizzazione sia di pavimentazione a bassa emissione sonora sia di pavimentazioni fonoassorbenti.

Le pavimentazioni a bassa emissione acustica sono pavimentazioni stradali a tessitura ottimizzata volte a ridurre la rumorosità generata dal contatto fra pneumatico e la macro-tessitura del tappeto di usura.

In particolare sono state sviluppate due tipi di miscele:

- conglomerato bituminoso Asphalt Rubber Dense Graded a tessitura ottimizzata ideale per strade urbane caratterizzate da velocità di percorrenza fino a 50 km/ora. I rilievi effettuati nelle varie sperimentazioni hanno evidenziato un miglioramento compreso tra i 4 e i 5 dBA rispetto ad un tappeto tradizionale coevo;
- conglomerato bituminoso Asphalt Rubber Gap Graded a tessitura ottimizzata ideale per strade urbane di scorrimento

a percentage of milled (in the tests carried out up to 30%) from old Asphalt Rubber pavements allow to obtain less rigid and more elastic pavements regardless of any additives used to regenerate oxidated bitumen.

DEVELOPMENT OF WARM-MIX TECHNOLOGY

Asphalt Rubber Italia Srl has developed and validated with the University of Pisa a formulation of Asphalt Rubber bitumen for the packaging of warm asphalt concretes.

This solution, in addition to reducing consumption and emissions into the atmosphere during the production phases, reducing the exit temperatures of the asphalt mix by about 40 °C, allows paving temperatures between 110 and 135 °C.

In this range of paving temperatures, the PAH emissions are effectively drastically reduced and the odor emissions of the asphalt concrete are canceled.

By way of example, the results of the environmental monitoring carried out during the Nereide project are shown below:

- the waste and chemicals laboratory monitored the emissions during the laying phase of the NEREiDE Project (December 2017-January 2018) on the experimental site identified on the S.R.T. 439 "Sarzanese-Valdera" in the municipality of Massarosa;
- In December 2017, in the locality of Bozzano/Quiesa from km 17+240 to km 17+615 in correspondence with the implementation of a SMA 0/12 mix laid at a temperature of 180 °C;
- in January 2018, in the locality of Pian del Quercione from km 12+514 to km 12+897 in correspondence with the implementation of a gap graded wet mix applied at a temperature of 140 °C.

The analytical results can be summarized in Figures 6, 7 and 8.

CAMPIONAMENTO AMBIENTALE IPA ENVIRONMENTAL MONITORING IPA		
	Valori limite Limit values	SMA 0/12
		Addetto a terra Worker beyond laying
IPA	Conc (ng/m ³)	Conc (ng/m ³)
Benzo[a]pirene	1	0,71
CAMPIONAMENTO AMBIENTALE IPA ENVIRONMENTAL MONITORING IPA		
	Valori limite Limit values	Wet
		Addetto a terra Worker beyond laying
IPA	Conc (ng/m ³)	Conc (ng/m ³)
Benzo[a]pirene	1	0,36

6. La tabella di sintesi del monitoraggio ambientale IPA su sito Progetto NEREiDE 1

6. Summary table IPA environmental monitoring on the NEREiDE Project 1

CAMPIONAMENTO PERSONALE IPA ENVIRONMENTAL MONITORING IPA				
	Valori limite (esp. professionale) Limit values for working environments	SMA 0/12		
		Rullista Roller Operator	Addetto a terra Worker beyond laying	Autista vibrofinitrice Road paver operator
IPA	Conc (ng/m ³)	Conc (ng/m ³)	Conc (ng/m ³)	Conc (ng/m ³)
Benzo[a] pirene	2.000	< 0,05	8,6	32,79
CAMPIONAMENTO PERSONALE IPA ENVIRONMENTAL MONITORING IPA				
	Valori limite (esp. professionale) Limit values for working environments	WET		
		Rullista Roller Operator	Addetto a terra Worker beyond laying	Autista vibrofinitrice Road paver operator
IPA	Conc (ng/m ³)	Conc (ng/m ³)	Conc (ng/m ³)	Conc (ng/m ³)
Benzo[a] pirene	2.000	< 0,05	0,25	< 0,05

7. La tabella di sintesi del monitoraggio esposizione professionale IPA su sito NEREiDE 1

7. Summary table IPA workers exposure monitoring on NEREiDE 1

ed extraurbane con velocità di percorrenza fino a 80 km/ora. I rilievi effettuati nelle varie sperimentazioni hanno evidenziato un miglioramento di 5 dBA rispetto a un tappeto tradizionale coevo.

La Figura 9 rappresenta uno spettro di tessitura di un tappeto di usura: le frecce indicano le modifiche da apportare allo spettro per ottenere una pavimentazione a bassa emissione acustica.

OPTIMIZATION OF THE ACOUSTIC PERFORMANCE OF ROAD PAVEMENTS

In the last ten years, Asphalt Rubber Italia Srl has carried out in collaboration with the University of Pisa various studies and experiments (Leopoldo Project, Nereide 1 Project, Nereide 2 Project, ANAS experimental test field) aimed at optimizing both low noise emission pavements and noise-absorbing pavements.

Low-noise emissions pavements are road surfaces with optimized texture aimed at reducing the noise generated by the contact between the tire and the macro-texture of the pavement.

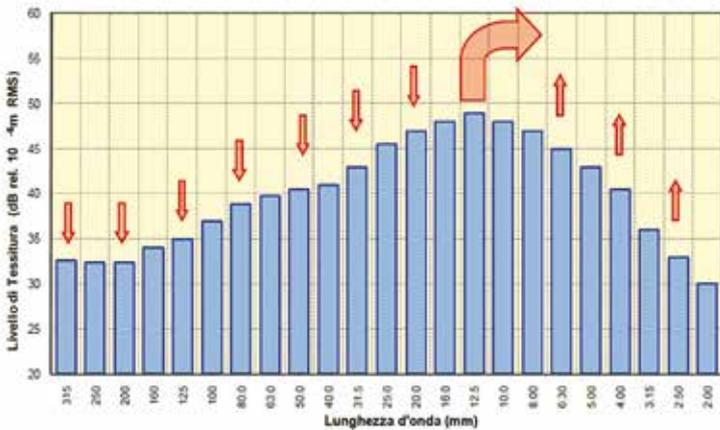
In particular, two types of mix designs have been developed:

- Asphalt Rubber Dense Graded with optimized texture ideal for urban roads characterized by optimization speeds of up to 50 km/h. The findings identified in the various experiments showed an improvement of between 4 and 5 dB(A) compared to a traditional pavement laid at the same time;
- Asphalt Rubber Gap Graded with optimized texture ideal for urban and extra-urban roads with travel speeds of up to 80 km/h. The measurements made in the various experiments showed an improvement of 5 dB(A) compared to a traditional pavement laid at the same time.

CAMPIONAMENTO PERSONALE POLVERI ENVIRONMENTAL MONITORING PM10		
	Valori Limite (esp. Professionale) Limit values for working environments	SMA 0/12
		Addetto a terra Worker beyond laying
POLVERI POWDER	Conc (ng/m ³)	Conc (ng/m ³)
Polveri respirabili PM10	3	0,77
CAMPIONAMENTO PERSONALE POLVERI ENVIRONMENTAL MONITORING PM10		
	Valori Limite (esp. Professionale) Limit values for working environments	SMA 0/12
		Addetto a terra Worker beyond laying
POLVERI POWDER	Conc (ng/m ³)	Conc (ng/m ³)
Polveri respirabili PM10	3	0,029

8. La tabella di sintesi del monitoraggio esposizione professionale PM10 su sito NEREiDE 1

8. Summary table PM10 workers exposure monitoring on NEREiDE 1



9. Lo spettro di tessitura pavimentazione a bassa emissione sonora
9. Spectrum of low noise emission pavement texture

LO SPETTRO DI TESSATURA DI UNA PAVIMENTAZIONE A BASSA EMISSIONE ACUSTICA

Le pavimentazioni fonoassorbenti sono pavimentazioni aperte che sfruttano i vuoti presenti nel conglomerato bituminoso per dissipare il picco pressione del filetto d'aria compresso fra lo pneumatico e la pavimentazione: il minor Δp riduce l'emissione sonora legata all'espansione del filetto d'aria a tergo dello pneumatico.

Le pavimentazioni fonoassorbenti sono ideali per velocità di percorrenza superiori a 70 km/ora e quindi per strade extraurbane a scorrimento veloce e autostrade.

In particolare sono stati sviluppati due tipi di miscele:

- conglomerato bituminoso Asphalt Rubber Open Graded: i rilievi effettuati nelle varie sperimentazioni hanno evidenziato un miglioramento compreso tra i 4 e i 5 dBA rispetto ad un tappeto tradizionale coevo. Tale pavimentazione per la stabilità delle caratteristiche meccaniche e delle prestazioni acustiche nel tempo è stata adottata dalla Slovenia come soluzione per le pavimentazioni drenanti e fonoassorbenti per la rete autostradale;
- conglomerato bituminoso Asphalt Rubber drenante a tessitura ottimizzata con prestazioni acustiche migliori a un tradizionale doppio strato drenante.

Il coefficiente di fonoassorbenza per una pavimentazione di 4 cm risulta pari a quanto riportato in Figura 10.

L'abbattimento acustico atteso rispetto a un tappeto tradizionale coevo è di 6 dBA.

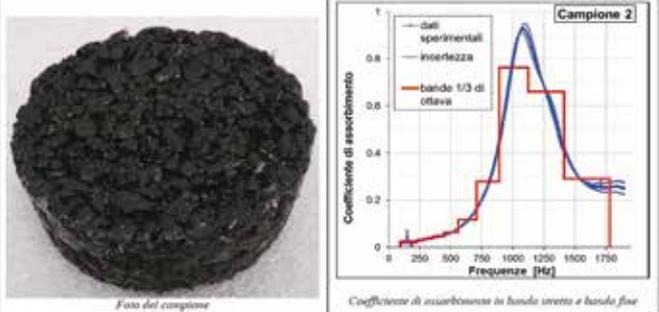
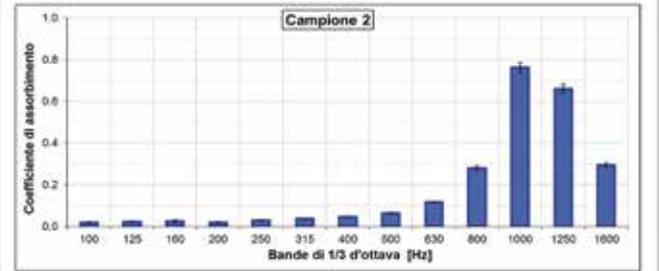
CONCLUSIONI

I conglomerati confezionati con bitume Asphalt Rubber rappresentano una valida soluzione per la realizzazione di pavimentazioni stradali ad alte prestazioni che contemplino la piena sostenibilità ambientale delle infrastrutture realizzate perseguendo e cogliendo gli obiettivi che la green economy e i futuri CAM Strade stanno delineando come capisaldi di una crescita sostenibile.

(1) Ingegnere, Direttore Tecnico di Asphalt Rubber Italia Srl

Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600
α	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.12	0.28	0.76	0.66	0.29
$\Delta\alpha^*$	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01

(*) L'incertezza del coefficiente di fonoassorbenza di tipo A U_A, ottenuta dalla variazione statistica dei dati.



10. Il coefficiente di fonoassorbenza del conglomerato bituminoso Asphalt Rubber Dren 10 dello spessore di 4 cm

10. Noise absorption coefficient of asphalt concrete Asphalt Rubber Dren 10 thickness 4 cm

Figure 9 represents a texture spectrum of a friction course pavement: the arrows indicate the modifications to be made to the spectrum to obtain a low acoustic emission pavement.

LOW NOISE EMISSION PAVEMENT TEXTURE SPECTRUM

Noise-absorbing pavements are open pavements that exploit the voids in the asphalt mix to dissipate the peak pressure of the compressed air thread between the tire and the pavement: the lower Δp reduces the sound emission linked to the expansion of the air thread to rear of tire. The noise-absorbing pavements are ideal for travel speeds in excess of 70 km/h and therefore for extra-urban roads and highways.

In particular, two types of mix design have been developed:

- Asphalt Rubber Open Graded. The monitorings carried out in the various experiments showed an improvement of between 4 and 5 dB(A) compared to a traditional pavement laid at same time. Due to the stability of its mechanical characteristics and acoustic performance over time, this mix design has been adopted by Slovenia as a solution for draining and noise-absorbing pavement for the motorway network;
- Asphalt Rubber Dren with optimized texture with better acoustic performance than a traditional double draining layer.

The noise absorption coefficient for a 4 cm pavement is in Figure 10. The expected noise reduction compared to a traditional pavement laid at the same time is 6 dB(A).

CONCLUSION

Asphalt Rubber mixes represent a valid solution for the realization of high performance road pavements that contemplate the full environmental sustainability of the infrastructures, pursuing and meeting the objectives that the green economy and future CAM Strade are outlining as cornerstones of growth sustainable.

(1) Asphalt Rubber Italia Srl Technical Manager