



Progetto cofinanziato dall'Unione
Europea nell'ambito del
programma LIFE+
LIFE10ENV/IT/000390

TYREC4LIFE

Innovative technologies and environmental solutions for road pavings



Save the date

Turin, 18 september 2015

AZIONE 4.1



Servizio Progettazione ed Esecuzione Interventi Viabilità II

Ing. Sabrina Bergese

Ing. Marco Benso

Ing. Battista Bellusci

Partner di progetto:



PATRIMONIO
Città di Settimo Torinese s.r.l.



Impresa
BBRILLADA VITTORIO&c



Con il contributo di:



ecopneus
Il futuro dei pneumatici fuori uso, oggi



DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

www.tyrec4life.eu



La Città Metropolitana di Torino svolge diverse funzioni di governo del territorio; tra queste una delle principali è la gestione della rete viaria costituita da circa 3000 km di strade, suddivise nel seguente modo:

600 km di I° livello

600 km di II° livello

1800 km di III° livello

+ 120 km di strade ex militari non pavimentate



Superficie: 6.830 kmq – 2.300.000 abitanti

Fabbisogno annuale per la manutenzione delle pavimentazioni € 9.000.000,00



DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

www.tyrec4life.eu

OBIETTIVI AZIONE 4.1

Nell'ambito del progetto Tyrec4Life i servizi tecnici dell'Area Viabilità della Città metropolitana di Torino hanno avuto il ruolo di implementare la rete infrastrutturale realizzando delle nuove pavimentazioni con conglomerato bituminoso realizzato con bitume modificato con polverino di gomma da pneumatici fuori uso, utilizzando come base tecnica quanto sviluppato dal Politecnico di Torino.

Le fasi attuative dell'azione 4.1. sono state le seguenti:

- 1. Scelta dei tratti di strada sulle quali effettuare le stese;*
- 2. Definizione del Capitolato Speciale d'Appalto (Politecnico di Torino);*
- 3. Redazione dei progetti ed affidamento secondo le modalità dei LL.PP.;*
- 4. Verifica preliminare delle miscele da utilizzare nelle stese;*
- 5. Direzione Lavori delle stese;*
- 6. Controlli di qualità e accettazione durante l'esecuzione dei lavori.*



DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

www.tyrec4life.eu



Per la Città Metropolitana l'utilizzo del polverino di gomma da PFU nelle pavimentazioni stradali non è una novità: nel 2008 è stato commissionato un primo studio al Politecnico di Torino che ha portato nel 2011 alla realizzazione di un tronco pilota su un tratto di circa 1,2 km della circonvallazione di Borgaro e Venaria Reale pavimentati con un conglomerato bituminoso additivato con polverino di gomma con miscela "gap-graded" (tecnologia "wet")





DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

www.tyrec4life.eu



SCelta DEI TRATTI-PILOTA

Tenendo in considerazione che Città Metropolitana di Torino gestisce più di 3000 km di strade, la scelta dei tratti stradali da pavimentare con conglomerato bituminoso contenente "asphalt rubber" è stata effettuata con l'obiettivo di testare la nuova miscela bituminosa sia su strade di nuova costruzione di cui era nota la stratigrafia di progetto sia su di un tratto di strada che necessitano di manutenzione straordinaria.





www.tyrec4life.eu

• DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

• LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

S.P.503 di Baio Dora

Nuovo asse stradale
sviluppo lineare 905 m
larghezza 9.50 m
superficie 8700 mq
TGM atteso 5300 v/g



Si tratta di un nuovo tronco di strada di lunghezza pari a circa 1100 metri con un cavalcavia autostradale. L'andamento è pressoché pianeggiante, fatta eccezione delle rampe del cavalcavia. Il tratto pavimentato con asphalt rubber ha una lunghezza di circa 905 m, una larghezza di 9,50 m, per una superficie complessiva pavimentata di 8700 mq

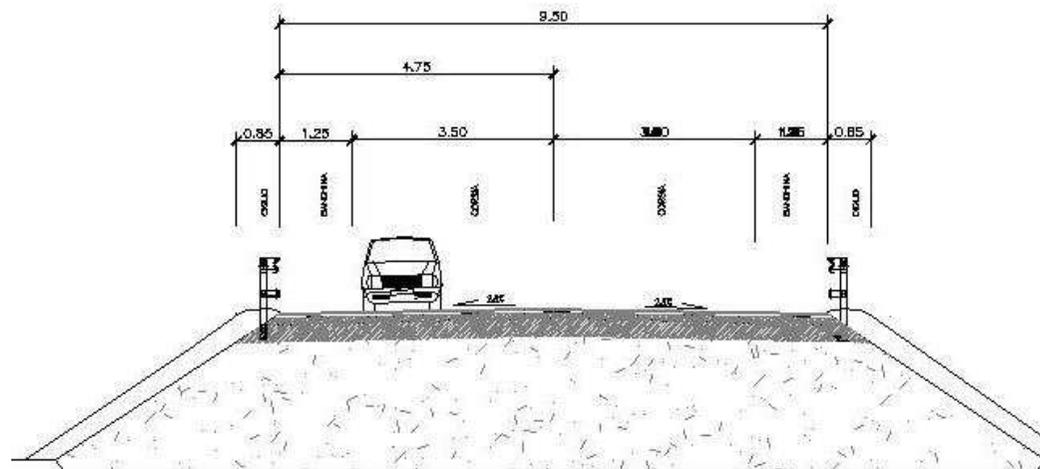


• **DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT**

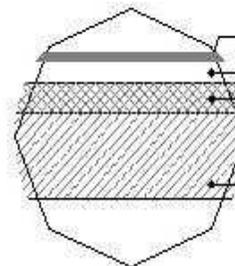
www.tyrec4life.eu

• **LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »**

La sezione tipologica della strada è la seguente:



con una sovrastruttura stradale così composta:



3 cm miscela "gap graded"

4 cm binder

10 cm tout-venant

30 cm fondazione stradale in misto stabilizzato



• DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

www.tyrec4life.eu

• LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

S.P.53 di San Giorgio

Strada esistente

Sviluppo lineare interessato dall'intervento 1050 m
larghezza 9.00 m



Si tratta di un tronco di strada esistente, ad andamento pianeggiante, con una pavimentazione in un discreto stato di manutenzione;
Il tratto pavimentato con asphalt rubber ha una lunghezza di circa 1050 m, una larghezza di 9,00 m, per una superficie complessiva pavimentata di 9400 mq

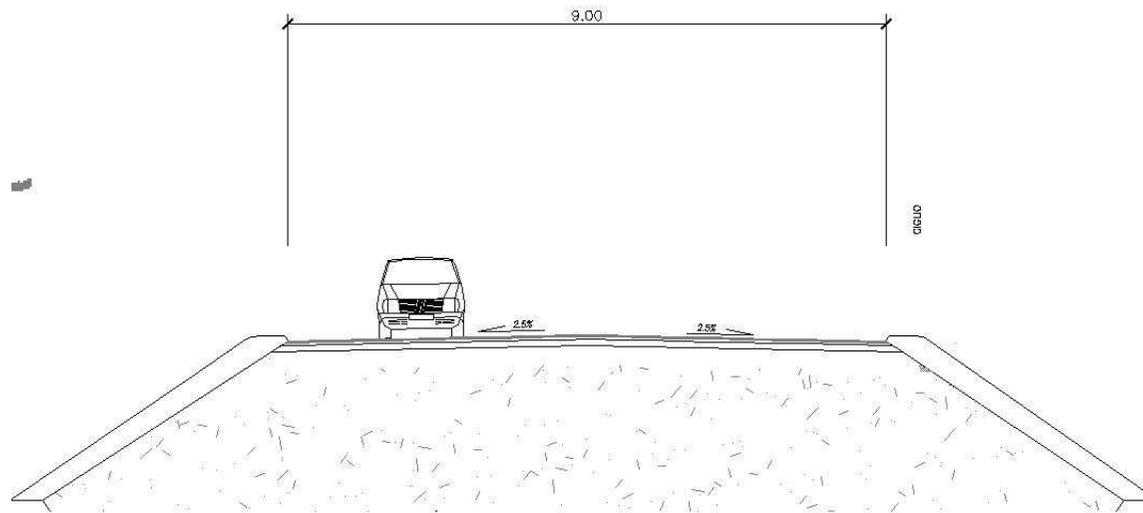


• DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

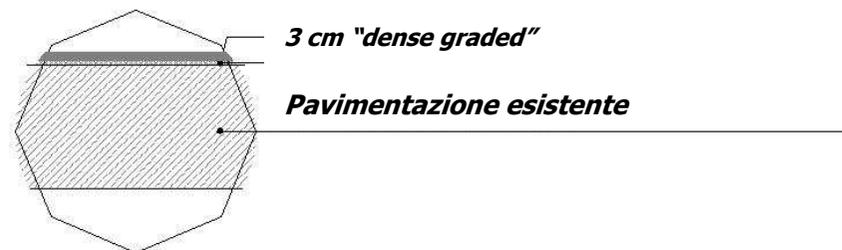
www.tyrec4life.eu

• LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

La sezione tipologica della strada è la seguente:



Strada esistente – Stratigrafia sconosciuta





• DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

• LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

www.tyrec4life.eu

DEFINIZIONE DEL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Le Norme Tecniche di Capitolato sono state definite dal Politecnico di Torino tenendo conto dei risultati di studio e indagini sperimentali sulle diverse tipologie di miscele bituminose contenenti legante "Asphalt rubber"

Miscela "Gap-Graded standard"

Miscela "Gap-Graded warm" additivata con cere per la riduzione della viscosità



Fuso granulometrico degli aggregati

Apertura setaccio [mm]	Passante [%]
20	100
16	92-100
14	86-100
12,5	80-97
10	67-83
8	53-70
6,3	40-56
4	24-36
2	12-24
1	10-19
0,5	8-14
0,063	2-5

Quantità di bitume: 8-9% sul peso complessivo degli aggregati

Polverino: 15-20% sul peso totale del legante (bitume+polverino)

Caratteristiche meccaniche della miscela

Grandezza	Prescrizione
Vuoti residui (su tutti i campioni) [%]	5 ÷ 8
Stabilità Marshall (su campioni Marshall) [kN]	≥ 7
Rigidità Marshall (su campioni Marshall) [kN/mm]	1,5 ÷ 3,0



Temperatura di stesa

Miscela "standard": 175° C

Miscela "warm" : 155°C





www.tyrec4life.eu

- DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT
- LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

VERIFICA PRELIMINARE DEI MATERIALI E DELLA MISCELA DI PROGETTO

Successivamente all'aggiudicazione sono state effettuate tutte le analisi preliminari sui materiali (aggregati, bitumi, emulsione) e sono state definite le miscele di progetto per le due tipologie di conglomerato "gap graded" standard e warm. (Politecnico di Torino)

Prove in stabilimento

Per verificare le miscele di conglomerato bituminoso con asphalt rubber progettate, al fine di valutare le migliori procedure tecniche da adottare per la messa in opera ed effettuare le analisi preventive per l'accettazione dei materiali utilizzati, sono state realizzate delle stese in stabilimento per le due tipologie di miscela.



Lunghezza 80 m
Larghezza 3.00 m



DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

www.tyrec4life.eu

Verifica delle caratteristiche meccaniche delle miscele (Politecnico di Torino)

ID	MV	Vuoti		S		R	
	kg/m ³	%		kN		kN/mm	
CBAR_1	2332	6,3	7,5	7,7	7,3	3,5	1,5
CBAR_2	2297	7,7		7,1		1,4	
CBAR_3	2281	8,6		7,6		1,2	
CBAR_4	2297	7,7		6,8		1,8	
CBARC@155_1	2294	7,7	7,5	6,1	5,7	1,2	1,5
CBARC@155_2	2297	7,6		5,5		2,0	
CBARC@155_3	2310	7,1		6,6		1,5	
CBARC@155_4	2302	7,4		4,8		1,1	
CBARC@130_1	2305	7,3	7,4	5,0	4,9	1,7	1,3
CBARC@130_2	2292	7,8		4,4		1,5	
CBARC@130_3	2297	7,6		5,0		1,0	
CBARC@130_4	2315	6,9		5,2		1,0	

CBAR miscela Asphalt rubber standard

CBARC@155 miscela Asphalt rubber con cera prodotta a 155°C

CBARC@130 miscela Asphalt rubber con cera prodotta a 130°C

Limiti previsti da capitolato

Grandezza	Prescrizione
Vuoti residui (su tutti i campioni) [%]	5 ÷ 8
Stabilità Marshall (su campioni Marshall) [kN]	≥ 7
Rigidezza Marshall (su campioni Marshall) [kN/mm]	1,5 ÷ 3,0

L'impiego di cere nella miscela "warm" per ridurre la viscosità e la temperatura di stesa determina valori non accettabili di stabilità



DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

www.tyrec4life.eu

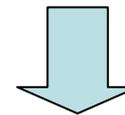
Verifica delle procedure tecniche per la messa in opera (Politecnico di Torino)

ID	MV		Vuoti	
	kg/m ³		%	
I0	2273	2332	8,6	6,3
I1	2382		4,3	
I2	2348		5,6	
I3	2312		7,1	
I4	2315		7,0	
I5	2305		7,4	
II1	2251	2232	9,5	10,3
II2	2251		9,5	
II3	2208		11,3	
II4	2218		10,8	
C1	2232	2218	10,2	10,8
C2	2233		10,2	
C3	2226		10,5	
C4	2199		11,6	
C5	2200		11,5	
F1	2207	2230	11,2	10,3
F2	2190		11,9	
F3	2253		9,4	
F4	2235		10,1	
F5	2264		8,9	

I	CBAR	rullato e vibrato
II	CBAR	rullato
F	CBARC@155	rullato
C	CBARC@130	rullato

La miscela "warm" con cera presenta notevoli difficoltà di messa in opera.

E' stata pertanto definito un nuovo tipo di miscela al fine di valutare l'influenza della percentuale di bitume e della distribuzione granulometrica degli aggregati.



"Dense-Graded"

5,5% di bitume – Temperatura di stesa 175°C



DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

www.tyrec4life.eu

LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »



**Le nuove pavimentazioni sono state realizzate in due giorni:
29 settembre 2014
2 ottobre 2014
in condizioni di bel tempo e con una temperatura ambiente variabile
tra i 10 e i 17 °C**





• DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

www.tyrec4life.eu

• LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

Mix design utilizzato

SP 503 Baio Dora - Miscela bituminosa tipo "Gap-graded"

32% frantumato 8/15

41% frantumato 3/6

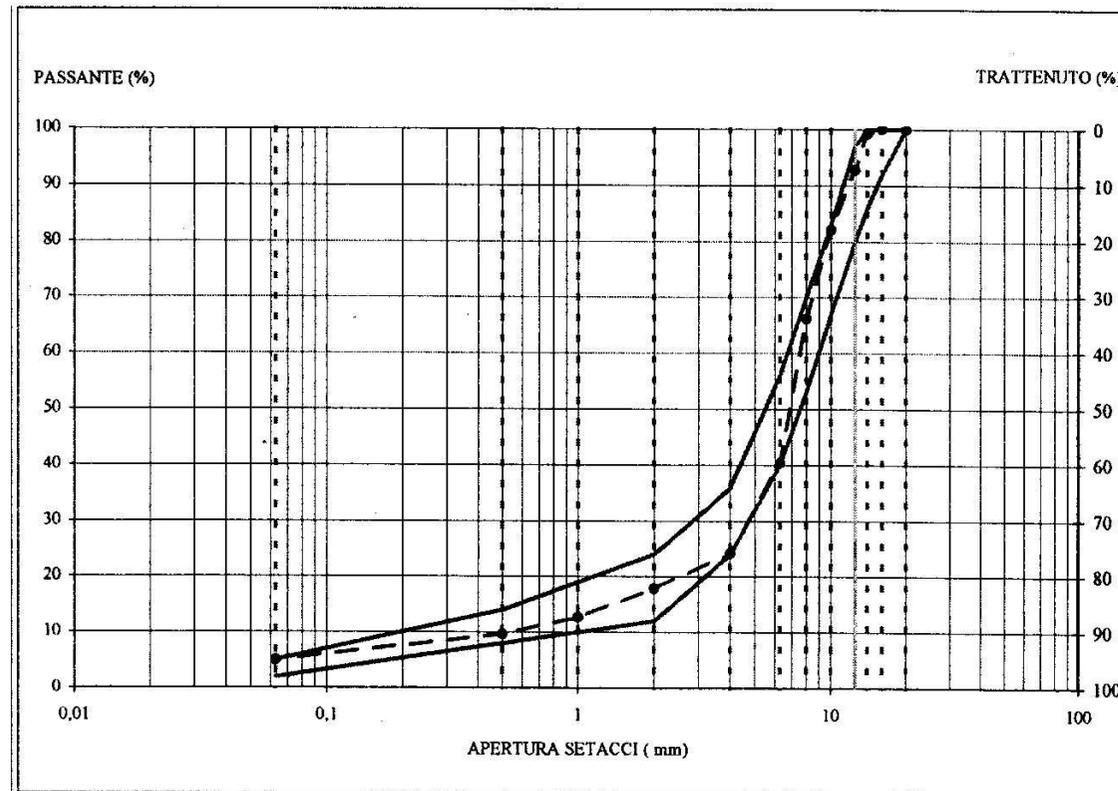
25% sabbia 0/5

2% filler

Asphalt rubber 8% sul peso degli aggregati

Spessore 3 cm

Curva granulometrica aggregati





• DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

www.tyrec4life.eu

• LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

Mix design utilizzato

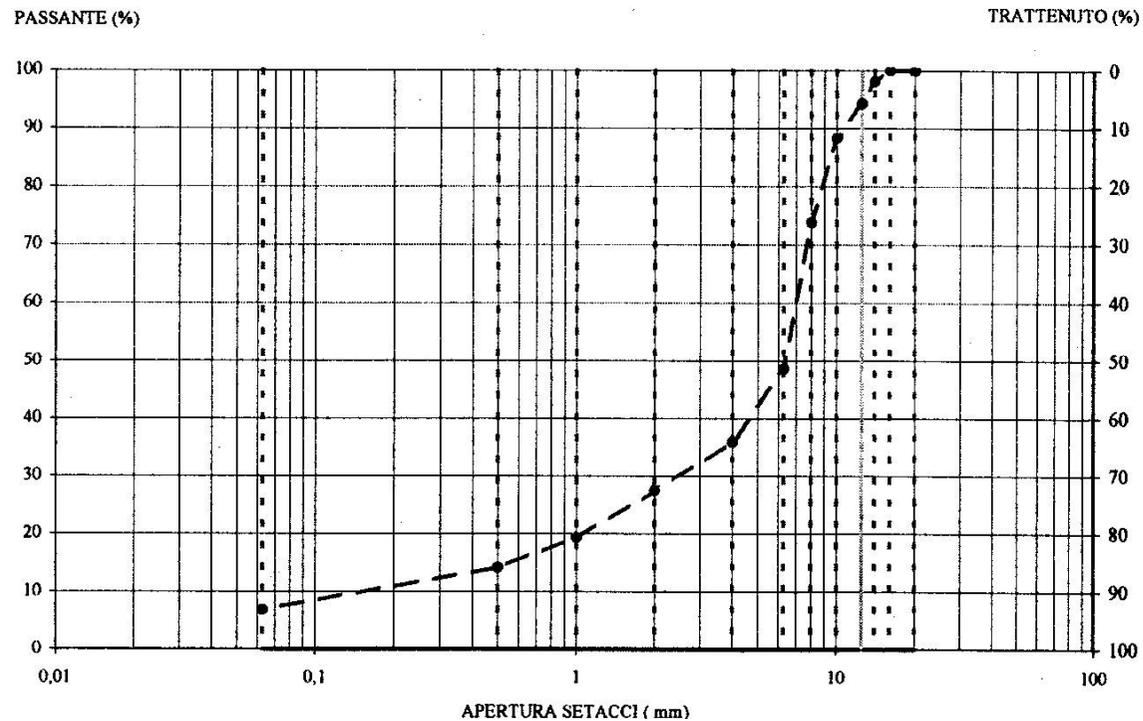
SP 53 di S. Giorgio - Miscela bituminosa tipo "Dense-graded"

Curva granulometrica aggregati

21% (15%) frantumato 8/15
37% (39%) frantumato 3/6
37% (40%) sabbia 0/5
5% (6%) filler

Asphalt rubber 5.5% sul peso degli aggregati

spessore 3 cm





DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

www.tyrec4life.eu

Controlli eseguiti da Laboratorio Città Metropolitana

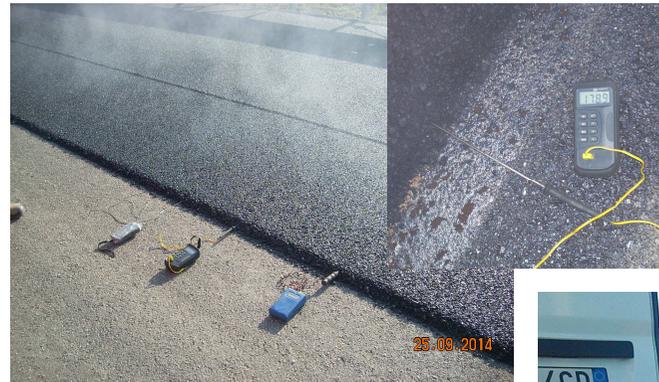
Controlli in fase di esecuzione *(Controllo della miscela)*

- ✓ Controllo della temperatura
- ✓ Verifica della stabilità e rigidità (Marshall)
- ✓ Verifica della stabilità
- ✓ Controllo della granulometria
- ✓ Controllo della percentuale di bitume

Il controllo della temperatura è stato effettuato in modo continuo , con una temperatura costante intorno ai 175° C, misurati subito dopo la stesa

Controlli post operam

- ✓ Carotaggi e controllo degli spessori
- ✓ Macrotessitura (MTD)
- ✓ Scivolosità (skid test) (PVT)
- ✓ Regolarità superficiale





DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

www.tyrec4life.eu

LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

Prove in corso d'opera su miscele - Laboratorio della Città Metropolitana

	Verbale	Id	data	Massa volumica kg/m ³	% bitume	Stabilità S kN	Modulo R kN/mm
Gap	VA14-052	RC14-048-CP01	25/09/2014	2820	8,79	8,48	1,98
	VA14-052	RC14-048-CP08	25/09/2014	2830	7,72	9,69	2,2
	VA14-052	RC14-048-CP09	25/09/2014	-	7,9	9,72	3,03
Dense	VA14-057	RC14-053-CP01	02/10/2014	2800	5,16	12,77	4,4
	VA14-057	RC14-053-CP03	02/10/2014	2810	5,16	12,02	4,62
	VA14-057	RC14-053-CP06	02/10/2014	-	5,37	13,08	5,17



DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

www.tyrec4life.eu

LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

Prove post-operam - Laboratorio della Città Metropolitana

	PROVA	PVT		MTD HS (mm)	
		puntuale	medio	puntuale	medio
		Gap	1	57	59
2	60		0,98		
3	62		0,82		
4	55		0,93		
5	58		1,1		
6	65		1,17		
7	56		1,04		
8	57		1,04		
9	61		1,24		
10	58		1,1		

	PROVA	PVT		MTD HS (mm)	
		puntuale	medio	puntuale	medio
		Dense	1	59	63
2	71		0,53		
3	66		0,59		
4	61		0,44		
5	61		0,74		
6	71		0,88		
7	62		0,78		
8	66		0,78		
9	59		0,59		
10	65		0,66		
11	64		0,56		
12	66				
13	61				
14	53				
15	66				
16	62				
17	63				



DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

www.tyrec4life.eu

Le miscele hanno in genere rispettato i parametri previsti in progetto

I risultati sono riassunti nella tabella sottostante

	% bitume	% vuoti	Stabilità Marshall kN	Rigidezza Marshall kN/mm	MTD mm	PVT _{max} (skid test)
Gap-graded	8.14	7.1	9.3	2.4	1.06	65
Dense-graded	5.23	9.4	12.6	4.73	0.64	71



DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

www.tyrec4life.eu

IPOTESI DI PREZZIARIO

G.G.-CMT - (R.P. 2015)							
TAPPETO DI USURA TIPO "GRAP-GRADED" CONTENENTE P.F.U. SPESSORE MEDIO mm30							
Conglomerato bituminoso del tipo "gap-graded" standard per strati di usura contenente polverino di gomma proveniente da pneumatici fuori uso, costituito da una miscela di pietrischetti frantumati: - frantumato 8/15 pari al 32% - frantumato 3/6 pari al 41% - sabbia granita 0/5 pari al 25% - filler pari al 2% - bitume del tipo "asphalt rubber" in quantità pari all' 8,0% del peso degli aggregati, contenente polverino di gomma in quantità tra il 16-20% sul peso complessivo del legante Le modalità di stesa e le temperature di stesa dovranno rispettare quanto previsto nel capitolato speciale d'appalto - Parte Tecnica. Nel prezzo è inclusa l'eventuale modifica da effettuare all'impianto per permettere la produzione del conglomerato bituminoso con bitume modificato con polverino da PFU . Nel prezzo è compresa la compattazione da eseguirsi mediante rullo da 130 q per ottenere uno spessore finito di 3 cm							
Codice R.P.	Descrizione	U.M.	Quantità	Prezzo unitario netto	Prezzo netto	% man.	
25.P02.A40.005	Inerti per strato di usura. Pietrisco e graniglie di I categoria per strato di usura (basaltici)	m ³	0,04	€ 38,24	€ 1,53	0,00%	€ 0,00
a.p.	Bitume modificato tipo "Asphalt Rubber", comprensivo di trasporto presso impianto di betonaggio	kg	4,50	€ 0,96	€ 4,32	0,00%	€ 0,00
25.P05.D70.005	Installazione e rimozione impianto di betonaggio	cad	0,004	€ 55,58	€ 0,22	100,00%	€ 0,22
01.P24.C70.005	Nolo di autoarticolato compreso autista, carburante, lubrificante, trasporto in loco ed ogni onere connesso per il tempo di effettivo impiego Della portata superiore a 180 q	h	0,006	€ 68,95	€ 0,41	37,67%	€ 0,15
01.P24.B10.015	Nolo di rullo vibrante semovente compreso autista, carburante, lubrificante, trasporto in loco ed ogni onere connesso per il tempo di effettivo impiego; con effetto vibrante Oltre 80 tonnellate	h	0,002	€ 55,33	€ 0,08	47,62%	€ 0,04
01.P24.B80.005	Nolo di vibrofinitrice per la stesa di conglomerati bituminosi, avente motore della potenza di 150 HP, compreso ogni onere ed ogni accessorio occorrente per il funzionamento, ivi compreso il consumo del carburante e l'operaio addetto	h	0,002	€ 99,28	€ 0,15	27,01%	€ 0,04
01.P01.A10.005	Operaio specializzato ore normali	h	0,002	€ 26,80	€ 0,05	100,00%	€ 0,05
01.P01.A30.005	Operaio comune ore normali	h	0,002	€ 22,55	€ 0,05	100,00%	€ 0,05
Prezzo netto					€ 6,81	€ 0,55	
Spese generali			13,00%		€ 0,89		
Utile di impresa			10,00%		€ 0,77		
Totale		m²			€ 8,46	8,12%	



DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

www.tyrec4life.eu

LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

IPOTESI DI PREZZIARIO

D.G.-CMT - (R.P. 2015)							
TAPPETO DI USURA TIPO "DENSE-GRADED" CONTENENTE P.F.U. SPESSORE MEDI mm30							
<p>Conglomerato bituminoso del tipo "dense-graded" standard per strati di usura contenente polverino di gomma proveniente da pneumatici fuori uso, costituito da una miscela di pietrischetti frantumati:</p> <ul style="list-style-type: none"> - frantumato 8/15 pari al 15% - frantumato 3/6 pari al 39% - sabbia granita 0/5 pari al 40% - filler pari al 6% <p>-bitume del tipo "asphalt rubber" in quantità pari al 5,5% , contenente polverino di gomma in quantità tra il 16-20% sul peso complessivo del legante. Le modalità di stesa e le temperature di stesa dovranno rispettare quanto previsto nel capitolato speciale d'appalto - Parte Tecnica. Nel prezzo è inclusa l'eventuale modifica da effettuare all'impianto per permettere la produzione del conglomerato bituminoso con bitume modificato con polverino da PFU Nel prezzo è compresa la compattazione da eseguirsi mediante rullo da 130 q per ottenere uno spessore finito di 3 cm.</p>							
Codice R.P.	Descrizione	U.M	Quantità	Prezzo unitario netto	Prezzo netto	% man.	
25.P02.A40.005	Inerti per strato di usura. Pietrisco e graniglie di I categoria per strato di usura (basaltici)	m ³	0,04	€ 38,24	€ 1,53	0,00%	€ 0,00
a.p.	Bitume modificato tipo "Asphalt Rubber", comprensivo di trasporto presso impianto di betonaggio	kg	3,00	€ 0,96	€ 2,88	0,00%	€ 0,00
25.P05.D70.005	Installazione e rimozione impianto di betonaggio	cad	0,004	€ 55,58	€ 0,22	100,00%	€ 0,22
01.P24.C70.005	Nolo di autoarticolato compreso autista, carburante, lubrificante, trasporto in loco ed ogni onere connesso per il tempo di effettivo impiego Della portata superiore a 180 q	h	0,006	€ 68,95	€ 0,41	37,67%	€ 0,15
01.P24.B10.015	Nolo di rullo vibrante semovente compreso autista, carburante, lubrificante, trasporto in loco ed ogni onere connesso per il tempo di effettivo impiego; con effetto vibrante Oltre 80 tonnellate	h	0,002	€ 55,33	€ 0,08	47,62%	€ 0,04
01.P24.B80.005	Nolo di vibrofinitrice per la stesa di conglomerati bituminosi, avente motore della potenza di 150 HP, compreso ogni onere ed ogni accessorio occorrente per il funzionamento, ivi compreso il consumo del carburante e l'operaio addetto	h	0,002	€ 99,28	€ 0,15	27,01%	€ 0,04
01.P01.A10.005	Operaio specializzato ore normali	h	0,002	€ 26,80	€ 0,05	100,00%	€ 0,05
01.P01.A30.005	Operaio comune ore normali	h	0,002	€ 22,55	€ 0,05	100,00%	€ 0,05
Spese generali				13,00%	€ 0,70		
Utile di impresa				10,00%	€ 0,61		
Totale		m²			€ 6,67	10,30%	



www.tyrec4life.eu

•DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

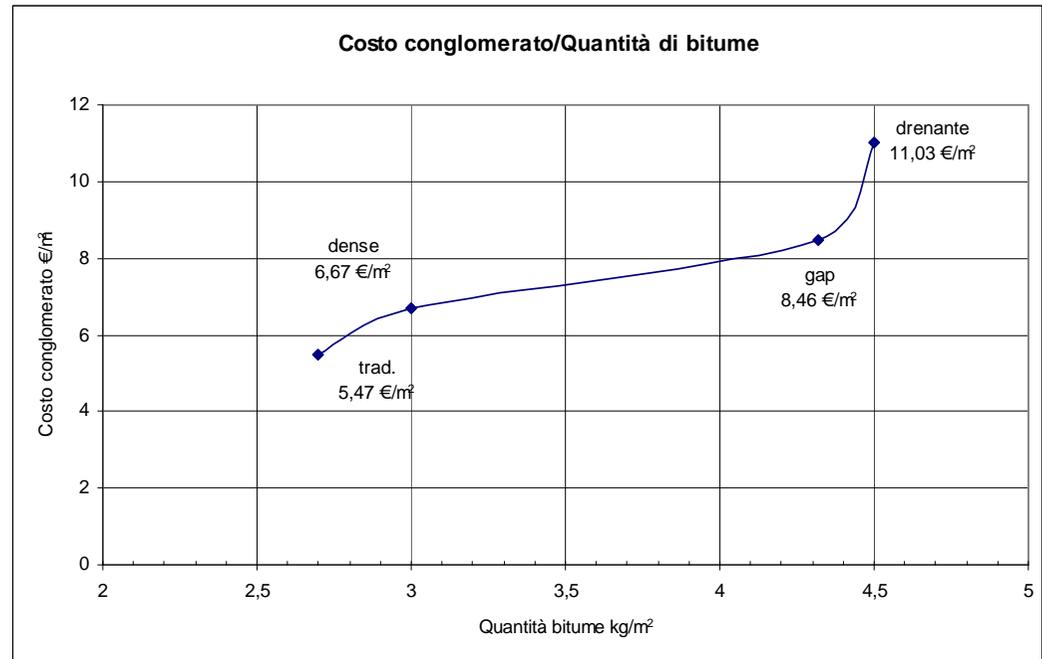
•LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

Valutazioni economiche prestazionali

L'impiego di conglomerati bituminosi modificati con polverino da P.F.U. permette di:

- migliorare le caratteristiche meccaniche delle pavimentazioni (prolungamento della vita utile e degli intervalli di manutenzione);
- migliorare l'aderenza tra il pneumatico e la pavimentazione, anche in condizioni di bagnato;
- ridurre il rumore prodotto dal rotolamento del pneumatico sulla pavimentazione.

Pertanto non è possibile il confronto, in termini puramente economici, con altre tipologie di pavimentazioni.



Codice R.P.	Descrizione	U.M.	Prezzo
01. A22.B10.010	Provvista e stesa a tappeto di calcestruzzo bituminoso, per uno spessore finito compresso pari a cm 3	€/m²	5,47
D.G.-CMT	Tappeto di usura tipo "dense-graded" contenente p.f.u. spessore medi mm30	€/m²	6,67
G.G.-CMT	Tappeto di usura tipo "grap-graded" contenente p.f.u. spessore medio mm30	€/m²	8,46
01.A22.G25.005	Tappeto di usura in conglomerato drenante spess. medio mm 45.	€/m²	11,03



• DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

• LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

www.tyrec4life.eu



"dense-graded" € / m² 6,67

"grap-graded" € / m² 8,46

$$- 0 \leq ? \leq \infty$$





DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF SCRAP TYRE RUBBER IN ROAD PAVEMENT

LIFE10 ENV IT 000390 « TyRec4Life »

www.tyrec4life.eu

NUMERI CARATTERISTICI DELL'AZIONE 4.1

- **Superficie pavimentata complessiva** **18100 m²**
- ✓ **Gap graded** **8700** **m²**
- ✓ **Dense graded** **9400** **m²**

- **Quantità di conglomerato bituminoso utilizzato** **1450 t**

- **Quantità di bitume modificato con polverino da P.F.U.** **100 t**

- **Quantità di polverino da P.F.U.** **16 t**

Considerando che in un pneumatico di una vettura di medie dimensioni il peso della gomma è di circa 7 kg il progetto Tyrec4life ha permesso di utilizzare circa **3200 Pneumatici Fuori Uso.**





www.tyrec4life.eu

www.youtube.com/watch?v=Xizo7fFZXGQ

tyrec4life@provincia.torino.it

sabrina.bergese@cittametropolitana.torino.it

marco.benso@cittametropolitana.torino.it

battista.bellusci@cittametropolitana.torino.it