

# ANALISI DI CICLO VITA DI PAVIMENTAZIONI STRADALI CONTENENTI POLVERINO DA PFU

PROGETTO  
**TYREC4LIFE**



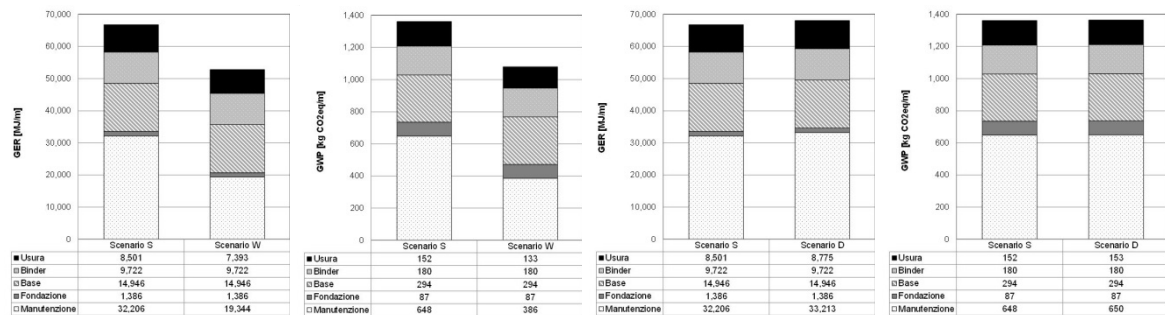
Attraverso un'analisi di ciclo vita (LCA) è possibile quantificare le performance ambientali di miscele bituminose contenenti polverino di gomma derivante da pneumatici fuori uso (PFU) in strati di usura di pavimentazioni stradali. Il polverino da PFU può essere incorporato nelle pavimentazioni mediante due tecnologie: wet (scenario W) e dry (scenario D). Per meglio evidenziare vantaggi e svantaggi di questo materiale, è stata confrontata con le precedenti una pavimentazione costruita con materiali tradizionali (scenario S). Il caso studio riguarda una strada extraurbana italiana, costituita da due corsie per senso di marcia, con una larghezza totale di 21.9 m.

Strati	Spessore [cm]		
	Scenario S	Scenario W	Scenario D
Usura	4	5	5
Tutti gli scenari			
Collegamento	6		
Base	10		
Fondazione	20		

Strati	Composizione [%]		Quantità [kg/m <sup>3</sup> ]		
	Bitume	Vuoti	Bitume	Aggregati	CR
Usura "S"	5.3	4.5	119.9	2,262	-
Usura "W"	8.0	6.5	134.0	2,093	33.5
Usura "D"	5.7	4.5	127.8	2,220	22.0
Collegamento	5.0	5.0	113.2	2,266	-
Base	4.5	5.5	120.7	2,282	-
Fondazione	-	5.2	-	2,201	-

Stratigrafia delle pavimentazioni  
(Catalogo Italiano delle Pavimentazioni Stradali)

Composizione e quantitativo di materiale impiegato  
(Specifiche Tecniche Italiane)



Gross Energy Requirement (GER) e Global Warming Potential (GWP) associati ad 1 m di lunghezza di pavimentazione costruita e ai cicli di manutenzione (scenario S, W e D)

I risultati ottenuti dall'analisi LCA mostrano che l'uso degli strati di usura contenenti polverino di gomma addizionato con la tecnologia wet può apportare significativi benefici in termini di risparmio energetico, impatto ambientale e riduzione dell'utilizzo delle risorse. In ogni caso, questi vantaggi sono garantiti solo se le miscele bituminose sono progettate e messe in opera a regola d'arte, con la corrispondente possibilità di ridurre lo spessore dello strato di usura e la frequenza di manutenzione. Nel caso della tecnologia dry, gli eco-profili della corrispondente pavimentazione sono approssimativamente equivalenti a quelli della pavimentazione stradale tradizionale.

# LIFE CYCLE ASSESSMENT OF ROAD PAVEMENTS CONTAINING CRUMB RUBBER

PROGETTO



TYREC4LIFE



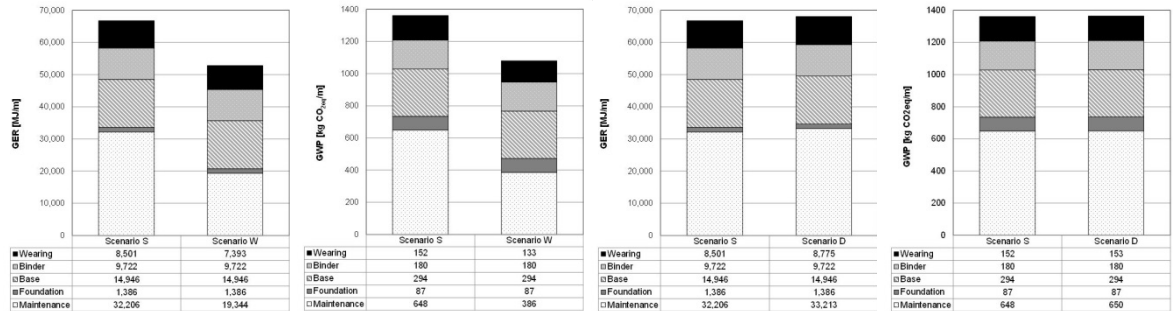
The use of crumb rubber (CR) from end-of-life tires (ELTs) in bituminous mixtures is analyzed to quantify the environmental performance, by Life Cycle Assessment (LCA), of pavement wearing courses in which such a material can be incorporated. CR may be added to pavements by means of two technologies: wet (scenario W) and dry (scenario D). In order to better highlight advantages and disadvantages of the use of this material, a pavement with standard materials is taken into account (scenario S). The case study regards an Italian extra-urban road, constituted by two lanes for each direction, with a total carriageway width of 21.9 m.

Layer	Thickness [cm]		
	Scenario S	Scenario W	Scenario D
Wearing	4	5	5
<b>All scenarios</b>			
Binder	6		
Base	10		
Foundation	20		

Pavement cross section  
(Italian Catalogue for Pavement Design)

Layer	Composition [%]		Quantity [kg/m <sup>3</sup> ]		CR
	Bitumen	Voids	Bitumen	Aggregate	
Wearing "S"	5.3	4.5	119.9	2,262	-
Wearing "W"	8.0	6.5	134.0	2,093	33.5
Wearing "D"	5.7	4.5	127.8	2,220	22.0
Binder	5.0	5.0	113.2	2,266	-
Base	4.5	5.5	120.7	2,282	-
Foundation	-	5.2	-	2,201	-

Pavement composition and quantities of employed materials  
(Italian Technical Specifications)



Gross Energy Requirement (GER) and Global Warming Potential (GWP) associated to 1 m length of pavement construction and maintenance (scenarios S, W and D)

Results obtained from the LCA analysis show that use of wearing courses containing asphalt rubber produced by means of the wet technology can lead to significant benefits in terms of energy saving, environmental impact and minimization of resources depletion. However, these advantages are guaranteed only if mixtures are properly designed and laid, with the corresponding possibility of reducing surface course thickness and maintenance frequency. In the case of the dry technology, the eco-profile of the corresponding pavement is found to be approximately equivalent to that of a standard cross section.



# LIFE CYCLE ASSESSMENT OF ROAD PAVEMENTS

PROGETTO



TYREC4LIFE



The project includes the construction of 5 km of road pavements in Piedmont (Italy), two of them have been successfully completed with the construction of two extra-urban roads, respectively located at Baio Dora and San Giorgio Canavese in the Province of Torino. Life Cycle Assessment (LCA) applied to these two full-scale trial sections has the objective of highlighting environmental advantages and disadvantages related to the use of crumb rubber (CR) from ELT (End of Life Tyres) in bituminous mixtures, by means of a comparison with the LCA results obtained for standard bituminous mixture.

## Scenario BAIO DORA

- Width: 9.5 m; Length: 1000 m; Thickness: 3 cm.
- Type of bituminous mixture: gap-graded (with 8% binder) - wet technology

## Scenario STANDARD

- Given width and length; Thickness: 5 cm.
- Type of bituminous mixture: hot mix asphalt (with 5.3% binder)

## Scenario SAN GIORGIO CANAVESE

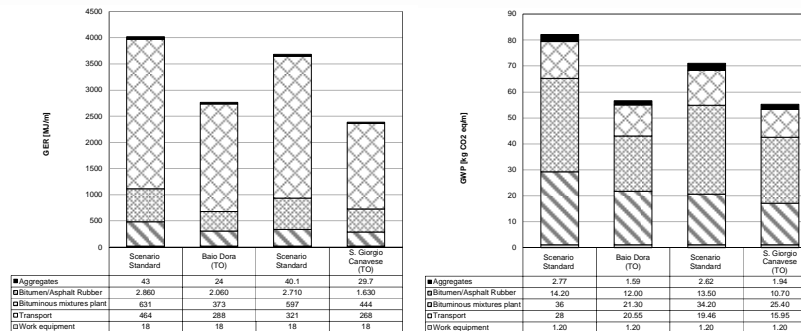
- Width: 9.0 m; Length: 1000 m; Thickness: 4 cm.
- Type of bituminous mixture: dense-graded (with 5.2% binder) - wet technology

Material	Scenario Standard	Baio Dora (TO)	Scenario Standard	San Giorgio Canavese (TO)
Crumb rubber	-	8.8	-	7
Bitumen	57	40.2	54	32
Aggregates	1,074	614	1,018	751

Quantities of employed materials [kg/m]

Phase	Scenario Standard		Baio Dora (TO)		Scenario Standard		San Giorgio Canavese (TO)	
	GER [MJ/m]	GWP [kg CO <sub>2</sub> eq/m]	GER [MJ/m]	GWP [kg CO <sub>2</sub> eq/m]	GER [MJ/m]	GWP [kg CO <sub>2</sub> eq/m]	GER [MJ/m]	GWP [kg CO <sub>2</sub> eq/m]
Raw materials and Construction	4.016	82.2	2.763	56.64	3.686	71.0	2.390	55.19
Maintenance	16.800	377	7.980	175	15.200	310	6.890	168
Total	20.816	459	10.743	232	18.886	381	9.280	223.2
			(-48.4%)	(-49.6%)			(-50.9%)	(-41.4%)

Results: GER and GWP



Results: GER and GWP associated to raw materials and construction stages

Results showed that use of rubberized binders leads to significant benefits in terms of energy saving, CO<sub>2</sub> emissions and minimization of use of natural resources, with respect to standard paving solutions. However, these advantages are guaranteed only if mixtures are properly designed and laid, with the corresponding possibility of reducing surface course thickness and maintenance frequency.



# ANALISI DI CICLO VITA DI PAVIMENTAZIONI STRADALI



Il progetto prevede la costruzione di 5 km di pavimentazione stradale in Piemonte (Italia), due dei quali recentemente completati con successo su due strade extra-urbane, rispettivamente collocate nei pressi di Baio Dora e di San Giorgio Canavese in Provincia di Torino. La Life Cycle Assessment (LCA) applicata a queste due pavimentazioni stradali si pone l'obiettivo di sottolineare vantaggi e svantaggi relativi all'impiego del polverino da PFU (Pneumatici fuori uso) nei conglomerati bituminosi mediante una comparazione con i risultati della LCA applicata ai materiali standard.

### Scenario BAIO DORA

- Larghezza: 9.5 m; Lunghezza: 1000 m; Spessore: 3 cm.
- Tipo di conglomerato: gap-graded (con l' 8% di legante) – tecnologia wet

### Scenario STANDARD

- Larghezza e lunghezza dello scenario a cui si riferisce; Spessore: 5 cm.
- Tipo di conglomerato: standard (con il 5.3% di legante)

### Scenario SAN GIORGIO CANAVESE

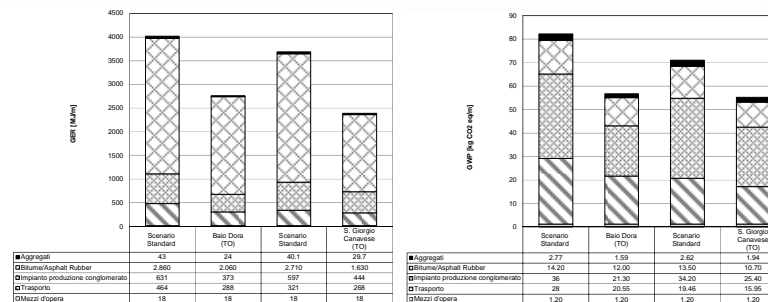
- Larghezza: 9.0 m; Lunghezza: 1000 m; Spessore: 4 cm.
- Tipo di conglomerato: dense-graded (con il 5.2% di legante) – tecnologia wet

Materiali	Scenario Standard	Baio Dora (TO)	Scenario Standard	San Giorgio Canavese (TO)
Polverino	-	8.8	-	7
Bitume	57	40.2	54	32
Aggregati	1,074	614	1,018	751

Quantità dei materiali impiegati [kg/m]

Fasi	Scenario Standard		Baio Dora (TO)		Scenario Standard		San Giorgio Canavese (TO)	
	GER [MJ/m]	GWP [kg CO <sub>2</sub> eq/m]	GER [MJ/m]	GWP [kg CO <sub>2</sub> eq/m]	GER [MJ/m]	GWP [kg CO <sub>2</sub> eq/m]	GER [MJ/m]	GWP [kg CO <sub>2</sub> eq/m]
Materie prime e Costruzione	4.016	82.2	2.763	56.64	3.686	71.0	2.390	55.19
Manutenzione	16.800	377	7.980	175	15.200	310	6.890	168
Totale	20.816	459	10.743 (-48.4%)	232 (-49.6%)	18.886	381 (-50.9%)	9.280 (-41.4%)	223.2

Risultati: GER e GWP



Risultati: GER e GWP associati alle sole fasi di reperimento e produzione dei materiali e alla messa in opera dello strato di usura

I risultati dimostrano che l'uso del polverino da PFU nei leganti apporta benefici in termini di consumi energetici, emissioni di CO<sub>2</sub> e utilizzo delle materie prime vergini, rispetto ad un materiale standard. I suddetti vantaggi sono garantiti quando il conglomerato viene progettato e messo in opera a regola d'arte e derivano dalla possibile riduzione dello spessore dello strato d'usura e della frequenza delle manutenzioni effettuate durante la vita utile della pavimentazione.