

La salvaguardia dell'ambiente e il risparmio delle risorse naturali non rinnovabili rappresentano una tematica di sempre maggior interesse in tutti gli ambiti della società. Nel campo dell'ingegneria civile ed ambientale ci si rivolge in generale all'impiego di materiali da costruzione ecocompatibili, spesso derivanti da riciclo, che generino un basso impatto ambientale in fase realizzativa e in esercizio. In linea con la necessità di orientarsi verso scelte strategiche e sostenibili, è stata avviata una collaborazione fra il DICAM (Università di Bologna) e la Cooperativa trasporti Imola Scrl Società Cooperativa per la progettazione di conglomerati bituminosi contenenti materiale di riciclo.

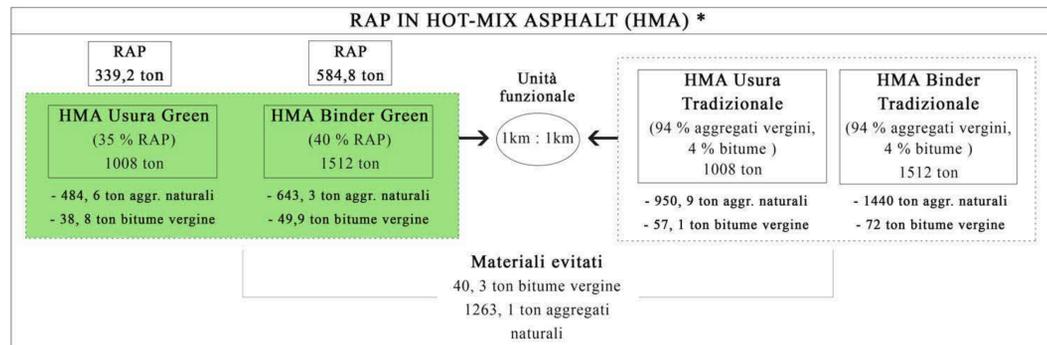


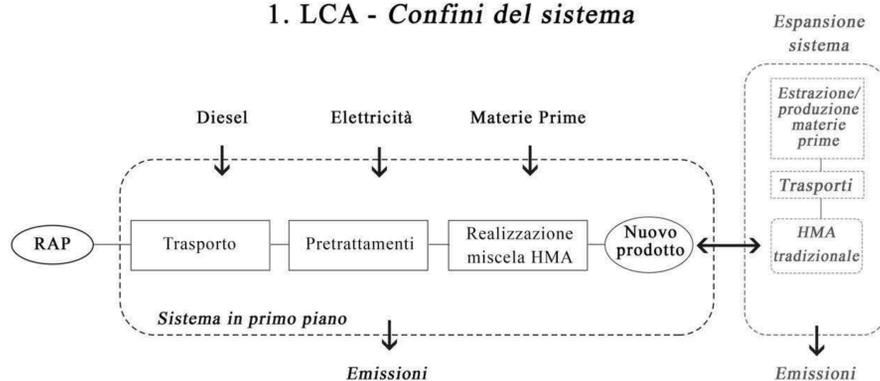
Fig. 1. Diagramma di flusso rappresentante il riciclo di RAP in un impianto Hot - Mix Asphalt con indicazioni circa i confini e i vantaggi del sistema.  
 \* HMA - Hot Mix Asphalt tecnologia a caldo nel riciclaggio di RAP - Reclaimed Asphalt Pavement, freato d'asfalto.

La progettazione di conglomerati bituminosi con materiale di riciclo e materia prima provenienti da realtà territoriali prossime all'azienda imolese risulta essere una realizzazione pratica in linea con un modello di economia circolare dei processi produttivi, in accordo con la gerarchia di gestione dei rifiuti, Direttiva 2008/98/CE, promuovendo altresì la cosiddetta *simbiosi industriale* fra aziende che operano in zone limitrofe.

Materiale	Distanza di trasporto (km)	Descrizione risorsa
RAP	40	Fresato 0/8 e Fresato 8/12 proveniente da scarifica manto stradale
Scoria ZEROCENTO	190	Aggregato industriale grosso 4/8 proveniente dalla lavorazione dell'acciaio
Materiali evitati		
HMA Usura Green		HMA Binder Green
484, 6 ton	Aggregati naturali	818, 8 ton

## LCA - Life Cycle Assessment ( UNI EN ISO 14040 - 14044) della miscela HMA Usura / Binder

### 1. LCA - Confini del sistema



### 2. LCA - Struttura del sistema

#### 2.1 Goal and scope

Confrontare le miscele HMA Green con HMA Tradizionale per individuarne la più efficiente in termini ambientali. La metodologia LCA è in grado di fornirci un chiaro scenario degli impatti ambientali che ne conseguono.

#### 2.2 Unità funzionale

1km di strada extraurbana secondaria.

#### 2.3 Metodologia di calcolo

CML 2001 Aprile 2013

### 3. LCI - Life Cycle Inventory

Materiale/ Processo	Qualità dati*		Fonte/Database
	DP	DS	
Estrazione e lavorazione aggregati 0-2 mm		X	ELCD Database - European reference Life Cycle Data
Estrazione e lavorazione aggregati 2-32 mm		X	ELCD Database - European reference Life Cycle Data
Lavorazione fresato		X	DK EU27 Input Output Database
Lavorazione scoria acciaieria		X	DK EU27 Input Output Database
Produzione bitume modificato		X	U.S Database LCI
Produzione conglomerato bituminoso HMA impianto fisso		X	
Trasporti	X	X	Ecoinvent v. 3.4

\* DP - Dati Primari; DS - Dati Secondari.

### 4. LCA - Classificazione e caratterizzazione

Categoria d'impatto	Unità	Quantità totale	
		Usura	Binder
Global warming	kg CO2 eq.	4,75E+04	5,47E+04
Human toxicity	kg 1,4 - DB eq.	1,33E+05	1,37E+02
Acidification	kg SO2 eq.	4,05E+02	4,02E+02
Eutrophication	kg PO4 eq.	8,01E+02	8,82E+01
Ecotoxicity	kg 1,4 - DB eq.	1,82E+04	1,87E+04
Photochemical oxidation	kg C2H4 eq.	3,13E+01	3,17E+01
Ozone Layer depletion	kg CFC - 11 eq.	4,49E-03	6,57E-03
Abiotic Depletion	kg Sb eq.	6,20E-02	6,80E-02
Abiotic Depletion fossil fuels	MJ	2,45E+05	2,58E+05

■ Miscela HMA Green ■ Miscela HMA Tradizionale

### 5. LCA - Conclusioni

Lo studio condotto ha messo a confronto l'analisi del ciclo di vita di due miscele bituminose ipotizzando di doverle mettere in opera per la costruzione di uno strato di usura ed uno di binder. Le quantità di materiale riciclato sono state opportunamente individuate per essere riprodotte negli impianti dell'azienda imolese. Dal confronto tra la soluzione sperimentale e la soluzione tradizionale è possibile trarre le seguenti osservazioni:

5.1 L'andamento generale delle categorie di impatto concorda in un miglioramento: tutti gli 8 impatti valutati sono a favore della soluzione sostenibile.

5.2 I trasporti incidono in maniera significativa sul risultato finale, anche una minima variazione può definirne la variazione del risultato, in positivo o in negativo.

5.3 Lo studio LCA è risultato un utile supporto per l'individuazione di una soluzione progettuale a favore dell'ambiente in un'epoca in cui tale aspetto diventa sempre più di fondamentale importanza.

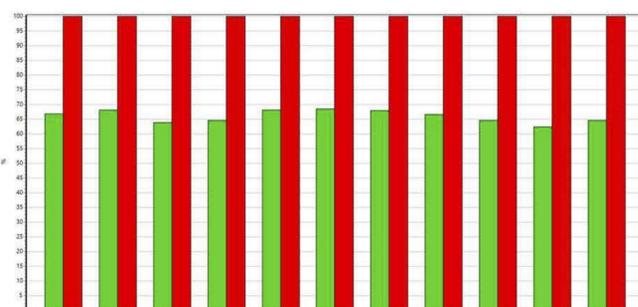


Fig. 2. Grafico a barre di confronto tra gli impatti ambientali della miscela HMA Green e la miscela tradizionale per strato di usura.

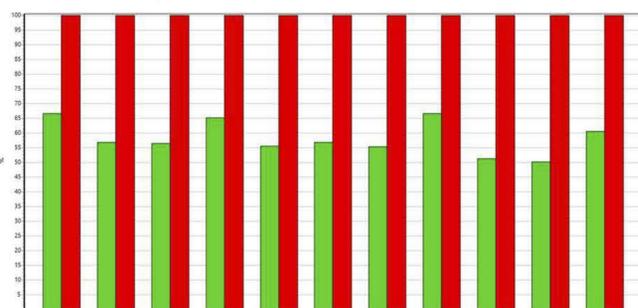


Fig. 3. Grafico a barre di confronto tra gli impatti ambientali della miscela HMA Green e la miscela tradizionale per strato di binder.

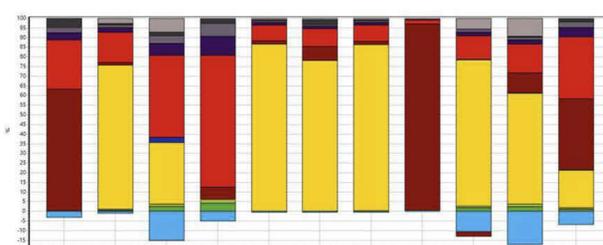


Fig. 4. Grafico a barre di confronto dei contributi di ciascun processo per ogni categoria di impatto della miscela HMA Green e la miscela tradizionale per strato di usura.

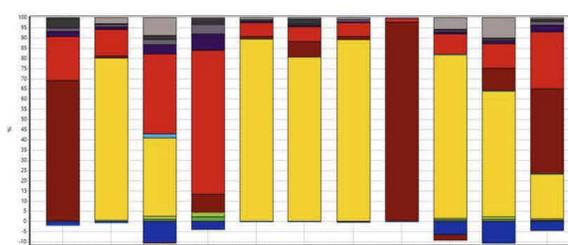


Fig. 5. Grafico a barre di confronto dei contributi di ciascun processo per ogni categoria di impatto della miscela HMA Green e la miscela tradizionale per strato di usura.