

ANALISI DEL LIFE CYCLE ASSESSMENT PER LA GREEN ROAD



PRESSO IL CENTRO STUDI DI PAVENCO UNO STUDIO INNOVATIVO PER L'APPLICAZIONE DEL METODO LCA LIFE CYCLE ASSESSMENT ALLA COSTRUZIONE DI UNA STRADA GREEN PARTENDO DA MATERIALI AD ALTO CONTENUTO DI RICICLATI VALIDATI IN LABORATORIO

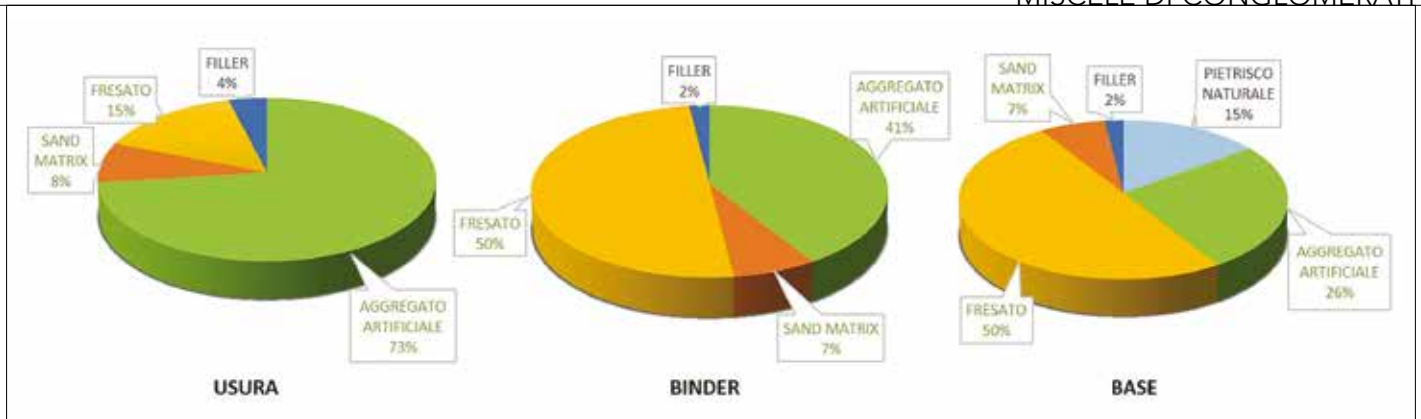
Nel mondo delle costruzioni stradali va sempre più affermandosi la pratica del riciclaggio dei materiali e del riutilizzo dei sottoprodotti generati da diversi processi industriali, al fine di ridurre gli impatti ambientali preservando le risorse disponibili e riducendo le emissioni per le lavorazioni necessarie. Queste attenzioni nei confronti dell'ambiente consentono di inserire la filiera delle costruzioni stradali, intesa dal progetto alla realizzazione, in un contesto di economia circolare che si proponga di estendere la vita utile dei materiali avvalendosi del loro riciclaggio anziché destinarli alla discarica. Per poter raggiungere gli obiettivi previsti dall'economia circolare e per diffondere soluzioni sostenibili nel settore delle pavimentazioni stradali è indispensabile avere come riferimento un quadro normativo e legislativo che faciliti ed incentivi la progettazione green.

A tal proposito, la Commissione Europea ha definito uno strumento di politica ambientale nei confronti degli appalti pubblici (Green Public Procurement), la cui diffusione è supportata dal Piano d'Azione Nazionale (PAN GPP). Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare sta attualmente approvando i Criteri Ambientali Minimi (CAM) per i "Servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione e manutenzione di strade", che rappresenteranno una svolta fondamentale nel percorso che il settore delle costruzioni stradali dovrà intraprendere

per essere sostenibile. I CAM indurranno le Imprese Appaltatrici e le Pubbliche Amministrazioni ad avere un approccio volto, ad esempio, a massimizzare la presenza di materia recuperata e riciclata nel corpo stradale, ridurre le temperature di produzione e stesa dei conglomerati bituminosi, contenere le emissioni in atmosfera e implementare una gestione ambientale del cantiere.



1. Il metodo Life Cycle Assessment



3. Le percentuali del mix

L'auspicata approvazione dei CAM strade consentirà quindi di incentivare il settore delle costruzioni stradali ad intraprendere soluzioni a favore dell'economia circolare e della sostenibilità ambientale.

Un valido strumento è rappresentato dal metodo Life Cycle Assessment (LCA): esso consente di valutare i potenziali impatti dei prodotti considerando tutte le fasi della loro vita, a partire dall'estrazione delle materie prime fino allo smaltimento finale. La procedura LCA, standardizzata dalle Norme ISO 14040 e 14044, sta assumendo un ruolo sempre più importante per la definizione di politiche pubbliche in quanto permette di valutare i vantaggi ecologici di un prodotto quantificando in termini ambientali i processi produttivi che questo coinvolge.

LO STUDIO SPERIMENTALE

Lo studio sperimentale condotto nel laboratorio di Pavenco Pavement Engineering Consulting di Ferrara ha fornito un punto di partenza per lo studio LCA di una pavimentazione realizzata con processi green, rispetto ad una tradizionale, in grado di soddisfare comunque i requisiti prestazionali previsti dai Capitolati tecnici.

La fase di laboratorio ha previsto la caratterizzazione volumetrica e meccanica di miscele in conglomerato bituminoso con un contenuto massimizzato di materiali riciclati, al fine di validare un loro futuro utilizzo per la costruzione di pavimentazioni stradali totalmente sostenibili. I materiali a cui si è fatto riferimento sono: fresato d'asfalto (ovvero granulato di conglomerato bituminoso secondo la definizione data nel Decreto 28/03/18, n° 69), e materiali EoW (End of Waste) quali aggregato artificiale ad alto peso volumico (da scorie provenienti dalla lavorazione

dell'acciaio) e sabbia proveniente dall'incenerimento di rifiuti solidi urbani (Sand Matrix).

La componente innovativa delle miscele sperimentali studiate si caratterizza in due aspetti: la presenza del Sand Matrix, in quanto materiale non ancora messo in opera in pavimentazioni esistenti, e l'alta percentuale dei materiali di riciclo rispetto al peso totale del mix.

Rispettivamente per gli strati di usura, binder e base si sono ottenute percentuali finali pari al 96%, 98% e 83%.

Le prove meccaniche e volumetriche condotte sulle miscele sperimentali hanno dimostrato, in generale, una buona confrontabilità dei risultati con le corrispondenti miscele tradizionali, contenenti solo materiali naturali.

Dalla caratterizzazione di laboratorio è emerso che le miscele green ad alto contenuto di riciclati possono ugualmente soddisfare i requisiti meccanico-prestazionali richiesti dai Capitolati tecnici.

Lo studio LCA applicato ad una teorica tratta stradale avrà l'obiettivo di valutare se l'utilizzo di miscele green sperimentali nelle pavimentazioni stradali abbia un riscontro positivo anche da un punto di vista ambientale rispetto ad una strada costruita con materiali tradizionali.

IL LIFE CYCLE ASSESSMENT DI UNA GREEN ROAD

Il concetto di green road fa riferimento a una strada realizzata secondo un'impostazione di massimizzazione dell'impiego di materia recuperata o riciclata. Lo studio LCA condotto si propone di stimare l'impatto ambientale derivante dalla costruzione di una strada green che preveda l'utilizzo delle miscele sperimentali ad alto contenuto di materia riciclata che sono state validate dalla caratterizzazione di laboratorio.



2A, 2B e 2C. Fresato d'asfalto, Sand Matrix e aggregato artificiale da scoria d'acciaieria

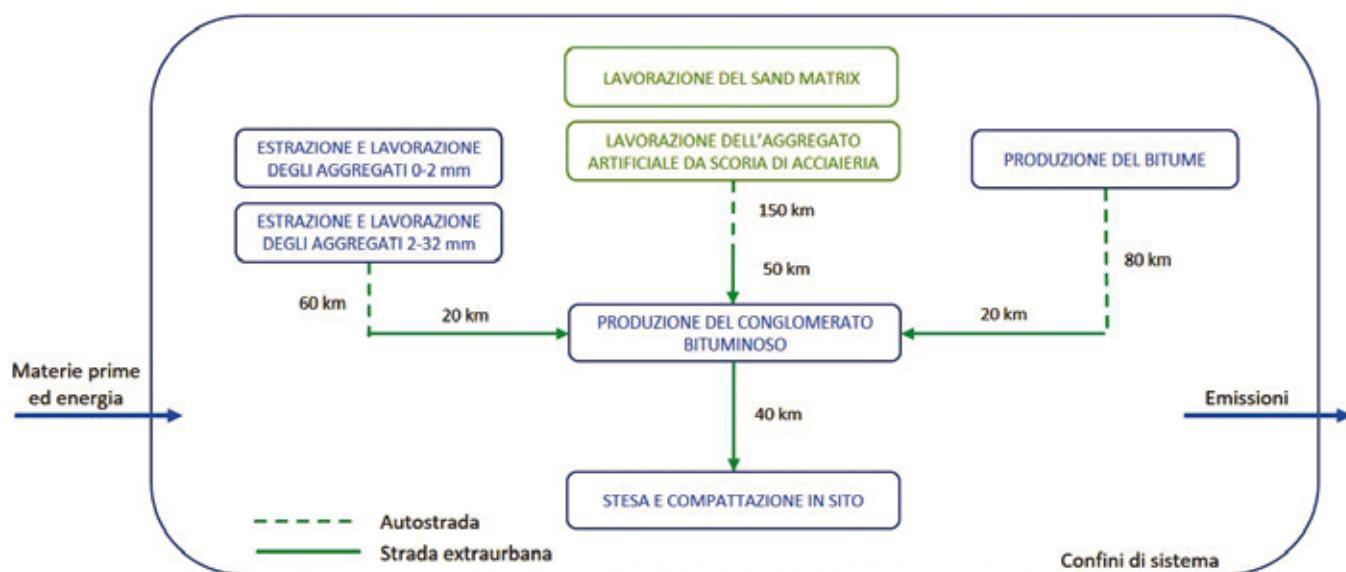
La valutazione finale è stata realizzata per confronto, ossia stimando se e di quanto diminuisca l'impatto ambientale provocato dalla costruzione di una green road rispetto ad una strada tradizionale messa in opera con soli materiali naturali.

La fase iniziale di uno studio LCA consiste nella definizione delle unità di processo coinvolte nel sistema, che porta poi a stabilirne i confini. In questo caso la valutazione inizia dalla produzione delle materie prime (estrazione e lavorazione degli aggregati, trattamento dei riciclati, produzione del bitume), comprende la produzione del conglomerato bituminoso in impianto e termina con la stesa e la compattazione in sito, ossia con l'apertura della strada al traffico. L'approccio risulta essere del tipo "from cradle to gate" ed esclude pertanto le fasi di esercizio e di smaltimento della pavimentazione, che completerebbero il ciclo di vita. La scelta di posizionare il gate al momento dell'apertura al traffico della strada dipende principalmente da due ragioni: la prima riguarda la mancata conoscenza sperimentale della resistenza a fatica dei materiali riciclati combinati nelle percentuali previste, che ha escluso dalla valutazione la fase di esercizio. La seconda ragione riguarda gli aspetti di manutenzione e smaltimento della pavimentazione, che, ad oggi, non sono noti a causa dall'esperienza limitata sulla messa in opera di soluzioni come quella sperimentale proposta. Per queste due motivazioni non si è potuto estendere lo studio LCA fino al termine della vita utile prevista (ossia al grave, tomba) e lo si è limitato al cancello, ossia all'immissione del prodotto green road sul mercato. Gli aspetti che riguardano la vita utile della pavimentazione sono oggetto di studi attualmente in fase di sviluppo: al momento dimostrano una buona confrontabilità delle caratteristiche prestazionali dei materiali e pertanto non danno ragione di ipotizzare che la vita utile di una pavimentazione sperimentale sia significativamente differente da quella di una soluzione tradizionale.

Dopo aver definito il sistema e i suoi confini, si studia l'unità funzionale a cui far riferimento ossia la lunghezza del tratto di strada da costruire e gli spessori della pavimentazione, in mo-

do tale da stimare i volumi di materiale necessari. Un'ulteriore ipotesi di lavoro riguarda lo schema dei trasporti: si stabiliscono delle distanze verosimili tra i vari impianti di produzione e trattamento ed il sito di costruzione, in modo da poter valutare i chilometri percorsi su strada dei vari mezzi di trasporto in funzione delle quantità di materiale richieste. Le distanze più impattanti riguardano i riciclati, in particolare Sand Matrix e aggregato artificiale: i loro impianti di trattamento non sono presenti in modo distribuito sul territorio nazionale o sono addirittura unici (come nel caso del Sand Matrix, attualmente trattato solamente nell'impianto di Officina dell'Ambiente a Lomello - PV) e pertanto il loro trasporto coinvolge distanze maggiori. Per quanto riguarda il fresato, lo si suppone invece stoccato nell'impianto di produzione del conglomerato, una situazione verosimile che annulla di fatto il trasporto del materiale.

Il cuore dello studio LCA consiste nell'inventario delle singole unità di processo e permette di stimare input ed output di ogni lavorazione e nelle quantità ipotizzate. I dati di inventario derivano da fonti primarie, cioè dalle aziende coinvolte, e secondarie, ossia da dati di letteratura e database pubblici. Per la valutazione degli impatti si fa riferimento alla metodologia CML che utilizza principalmente dati europei e correla le sostanze raccolte in funzione del tipo di emissione che provocano e gli impatti ambientali secondo le categorie di interesse (riscaldamento globale, tossicità umana, acidificazione del suolo, eutrofizzazione, eco-tossicità delle acque dolci, marine e del suolo, formazione di smog fotochimico, consumo di risorse non rinnovabili e di energia da fonti non rinnovabili). Infine, le fasi di classificazione e caratterizzazione consentono di valutare l'eco-indicatore di ogni categoria, che fornisce l'entità complessiva dell'impatto sul sistema. Unendo questi indicatori si ottiene un eco-profilo della soluzione analizzata. È evidente che, per poter formulare osservazioni significative, risulta necessario confrontare gli eco-profilo delle due pavimentazioni, ossia la tradizionale e la sperimentale.



4. I confini di sistema

RISULTATI: L'ECO-PROFILO FINALE

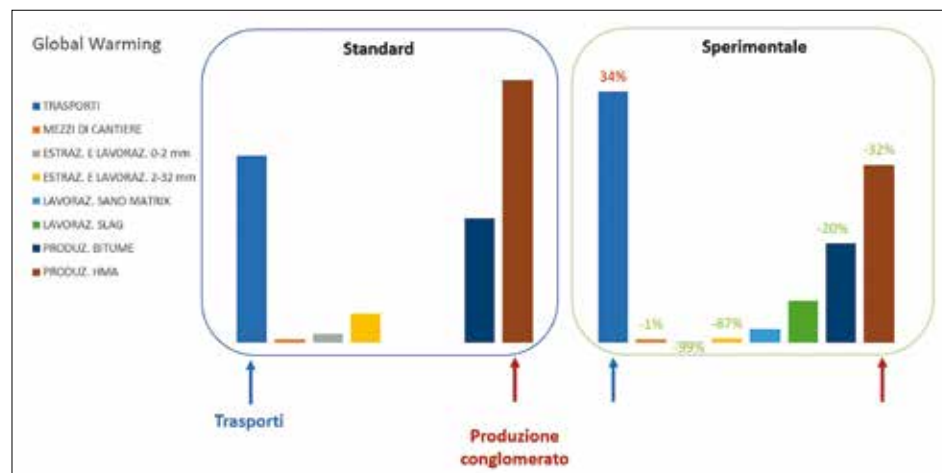
Gli eco-profilo delle due soluzioni studiate permettono di distinguere per ogni categoria d'impatto il singolo contributo dato dall'unità di processo: in questo modo è possibile individuare quali lavorazioni sono maggiormente impattanti e su quale aspetto ambientale influiscono di più. Si considera come rappresentativa la categoria global warming, che fa riferimento all'emissione in atmosfera di gas serra che assorbono la radiazione emessa dalla Terra provocando un aumento della temperatura media.

La Figura 5 mostra che le lavorazioni più impattanti sul sistema sono i trasporti e la produzione di conglomerato in quanto danno il maggiore contributo al riscaldamento globale. Risulta quindi importante approfondire i processi al loro interno per valutare quali di essi possano essere migliorati. Si osserva inoltre che la soluzione sperimentale permette un significativo abbassamento dell'impatto per tutte le lavorazioni considerate, eccetto per i trasporti: è evidente che le emissioni causate comportano un aumento del riscaldamento globale in quanto coinvolgono mezzi pesanti dai consumi elevati. Questi valori sono influenzati dai chilometri percorsi da tali mezzi e dai materiali utilizzati, in particolare dall'aggregato artificiale che richiede lo spostamento di un maggior numero di mezzi di trasporto a causa della sua elevata massa volumica.

Al termine dello studio LCA si possono trarre le seguenti conclusioni: passando da una pavimentazione tradizionale ad una green, l'andamento generale delle categorie considerate concorda in un miglioramento, ossia è a favore della soluzione sostenibile. Gli impatti che diminuiscono più significativamente sono il consumo di risorse ed energia non rinnovabili. Due sono le principali ragioni di questo miglioramento: in primo luogo, la riduzione di materiale vergine estratto (bitume ed aggregati) comporta un notevole risparmio dei consumi di materie prime ed energia; inoltre, gli impianti di trattamento di Sand Matrix e aggregato artificiale adottano politiche ambientali a favore dell'utilizzo di energie rinnovabili, in modo da promuovere complessivamente la sostenibilità del prodotto.

L'unità di processo relativa ai trasporti incide in modo importante sul risultato finale: per la soluzione sperimentale infatti si devono aggiungere i viaggi necessari al trasporto dei riciclati, che nonostante siano quantitativamente inferiori ai materiali vergini proposti nella soluzione tradizionale comportano un notevole aumento dei chilometri percorsi dai mezzi. L'incremento si riflette su tutti gli impatti considerati, con particolare riferimento al riscaldamento globale e alla formazione di smog fotochimico. Quindi già a partire dalla fase di progettazione di una strada è necessario valutare l'impiego dei riciclati in funzione della loro distanza dal sito di costruzione: ciò consentirà di ottenere i benefici causati dall'utilizzo di riciclati senza che siano coperti dagli svantaggi che i loro trasporti portano con sé.

Una delle lavorazioni più importanti nel ciclo di vita in esame riguarda la produzione di conglomerato bituminoso in impianto. L'inserimento dei materiali riciclati fa variare gli impatti in modo



5. Le lavorazioni più impattanti sul sistema sono i trasporti e la produzione di conglomerato

alternato, provocando miglioramenti per alcune categorie e peggioramenti per altre. Ciò significa che questa unità di processo è molto sensibile alle quantità di riciclato: una prima differenza sostanziale tra soluzione tradizionale e sperimentale risiede nel trattamento separato del fresato, presente in quantitativi importanti nella pavimentazione green, ed una seconda riguarda i pesi di materiale coinvolti, data l'alta massa volumica dell'aggregato artificiale che incrementa sensibilmente la massa del conglomerato. Se da un lato aumentano i cicli produttivi e il consumo dei mezzi coinvolti, dall'altro il fresato permette di ridurre le quantità di bitume ed aggregati vergini. Questi due aspetti si compensano tra loro in modo diverso a seconda della categoria d'impatto considerata, dando così un effetto positivo per alcune di esse e negativo per altre.

Sulla base di queste osservazioni, è possibile concludere che la soluzione green comporta in generale impatti inferiori sull'ambiente e, grazie all'esito positivo della caratterizzazione dei requisiti prestazionali svolta in laboratorio, può essere effettivamente presa in considerazione per la costruzione di nuove pavimentazioni sostenibili.

CONCLUSIONI

Lo studio condotto mette in evidenza la validità dei materiali riciclati, in particolare quelli definiti non convenzionali come il Sand Matrix e l'aggregato artificiale da scorie d'acciaieria. Lo strumento del Life Cycle Assessment ha dimostrato che si possono effettivamente ridurre gli impatti causati dalla costruzione di una nuova strada se questa viene progettata e eseguita secondo un approccio ecosostenibile.

In previsione della futura pubblicazione dei CAM strade e sulla base dell'impronta data dai CAM edilizia già in vigore, il progetto di ricerca qui illustrato fornisce un riscontro positivo sulla possibilità di realizzare miscele bituminose con altissime percentuali di materiali riciclati e, soprattutto, sui ridotti impatti ambientali prodotti rispetto a soluzioni convenzionali. ■

⁽¹⁾ Ingegnere, Direttore Tecnico e Amministratore di Pavenco Pavement Engineering Consulting Srl

⁽²⁾ Ricercatrice e Tesista presso Pavenco Srl, oggi Dottoressa in Ingegneria Civile