

STUDENTE: Elisa Valeri

E-MAIL: elisa.valeri@gmail.com

TITOLO TESI: Valutazione comparativa di manti stradali realizzati con conglomerati bituminosi tradizionali e modificati con l'aggiunta di polverino da Pneumatici Fuori Uso (PFU).

Bilancio ambientale effettuato tramite metodologia Life Cycle Assessment (LCA)

RELATORE: Prof.ssa Ing. Floriana La Marca

RELATORE ENEA: Ing. Laura Cutaia

ABSTRACT

Il presente lavoro di tesi riguarda una valutazione comparativa di diversi manti stradali realizzati con manti bituminosi tradizionali e modificati mediante l'aggiunta di polverino di gomma proveniente dal riciclo degli pneumatici fuori uso (PFU).

Tale studio è stato condotto presso la sede Enea della Casaccia nell'ambito di un progetto di ricerca commissionato ad Enea dal consorzio Ecopneus, società consortile senza scopo di lucro per il rintracciamento, la raccolta, il trattamento e la destinazione finale degli pneumatici fuori uso, creata dai principali produttori e importatori di pneumatici operanti in Italia.

A partire dal 2011, con l'emanazione del Decreto Ministeriale 82 è stato sancito l'obbligo per tutti i produttori o importatori degli pneumatici (o a loro forme associate) di raccogliere e gestire annualmente una quantità di PFU almeno equivalente alla quantità in peso degli pneumatici che hanno immesso nel mercato nazionale del ricambio nell'anno solare precedente.

L'aver fissato nel decreto degli obiettivi di raccolta da raggiungere al 31 Dicembre di ogni anno, pari ad almeno il 25% nel 2011, all'80% nel 2012 e al 100% nel 2013, rispetto alla propria quota di pneumatici immessi nel mercato del ricambio, ha dato vita ad una virtuosa rete di raccolta degli PFU su tutto il territorio nazionale. Secondo gli ultimi dati disponibili, infatti, nel 2012 sono state raccolte 293.800 t di PFU, pari all'84% dell'immesso al consumo nell'anno solare precedente.

Dall'analisi dei principali mercati di impiego del polverino e dei granuli in gomma emerge che l'uso del polverino di gomma nei cosiddetti "asfalti modificati" nel 2012 in Italia ha rappresentato appena l'1%, questo perché nonostante la dimostrata fattibilità tecnica (come testimoniano le esperienze americane condotte a partire dagli anni '70), in Italia la presenza di vincoli ambientali relativi alla costruzione di sovrastrutture stradali mediante l'impiego di sostanze classificate come rifiuto (PFU e i suoi derivati) ne ha di fatto impedito l'utilizzo su larga scala, relegando questa tecnologia a interventi, per lo più isolati e di carattere sperimentale, prevalentemente eseguiti su strade comunali e provinciali.

Viste anche le tendenze dei mercati esteri, è ragionevole pensare che gli asfalti modificati possano avere grandi potenzialità di sviluppo negli anni avvenire, in quanto rappresentano un settore di impiego di granuli e polverino di gomma in grado di assorbire grandi quantitativi di PFU, offrendo così l'opportunità di incrementare le percentuali di recupero di materia, piuttosto che di energia, così come previsto dalla "gerarchia europea dei rifiuti".

Al fine di valutare le prestazioni ambientali associate al ciclo di vita dei due strati di usura, è stata utilizzata la metodologia *Life Cycle Assessment*, regolamentata dalle norme ISO della serie 14040, strumento in grado di analizzare

gli aspetti ambientali e gli impatti potenziali lungo tutta la vita di un prodotto o servizio: dall'estrazione delle materie prime, attraverso la produzione, il trasporto e l'utilizzazione, fino ad arrivare al fine vita.

La valutazione comparativa è stata condotta scegliendo come unità funzionale 1 km di strada*anno, in quanto la vita attesa delle due tipologie di strati di usura è differente, otto anni per il manto *Asphalt Rubber* e cinque anni per quello convenzionale.

Nello specifico, il caso studio simulato riguarda una superficie di 2650 m² (1km di strato di usura * 2,65 m) di 4 cm di spessore nel caso di conglomerato tradizionale e 3 cm nel caso di conglomerato *Asphalt Rubber*, per una quantità complessiva di asfalto pari a 254 tonnellate nel primo caso e 186 tonnellate nel secondo.

I dati di inventario utilizzati per lo sviluppo dello studio sono stati ricavati in parte da letteratura, in parte attingendo alle banche dati del software di calcolo utilizzato per la valutazione ambientale (*Simapro 8.0*) e laddove necessario, per la simulazione di processi specifici non presenti nel software, sono stati costruiti dei moduli appositi (su 25 moduli utilizzati, 12 sono stati costruiti appositamente per lo studio).

Le elaborazioni sono state condotte con l'ausilio del software *Simapro 8.0* che ha consentito, attraverso il modello di valutazione *Impact 2002+* di elaborare gli impatti ambientali delle singole fasi del ciclo di vita e di tutto il ciclo di vita complessivo.

I confini dell'analisi LCA hanno riguardato, sia nel caso di strato di usura convenzionale sia nel caso di strato di usura *Asphalt Rubber*, la fase di produzione dei materiali e dei due conglomerati bituminosi, la fase di posa in opera e quella di fine vita con il relativo trasporto di risorse materiali.

Per quanto riguarda il fine vita sono stati ipotizzati due differenti scenari: in uno è stato simulato che il fresato prodotto dall'operazione di scarifica (prima fase del fine vita) è destinato allo smaltimento in discarica, nell'altro il fresato è indirizzato verso operazioni di riciclo.

I risultati delle elaborazioni mostrano che complessivamente gli impatti ambientali del ciclo di vita dello strato di usura realizzato con conglomerato bituminoso convenzionale risultano maggiori degli impatti del ciclo di vita dello strato *Asphalt Rubber*, sia nell'ipotesi di smaltimento in discarica del fresato prodotto e sia nell'ipotesi di recupero del fresato.

I benefici ambientali connessi con l'impiego di pavimentazioni "gommate" sono associati all'operazione di riciclo degli PFU compresa nella fase di produzione del conglomerato *Asphalt Rubber*, che consente un abbattimento delle emissioni complessive di CO₂, con conseguenti impatti evitati per quanto attiene alla categoria di danno *Climate Change* (una delle quattro macrocategorie considerate dal metodo *Impact2002+*).

Ai fini di una più completa valutazione comparativa è importante considerare altri aspetti non valutabili tramite metodologia LCA, da un lato vi è la comparazione delle prestazioni acustiche dei due materiali dall'altro vi sono i possibili impatti potenziali derivanti dalla dispersione del polverino in seguito all'usura dei manti stradali.

Secondo studi condotti in questi anni, le pavimentazioni "gommate" consentono un abbattimento delle emissioni rumorose in un range 3-6 dB, inoltre relativamente agli impatti potenziali derivanti dalla dispersione del polverino, secondo uno studio della *Waste and Chemicals*, il rischio addizionale associato all'uso delle pavimentazioni *Asphalt Rubber* è da considerarsi trascurabile o nullo rispetto al rischio associato alle pavimentazioni convenzionali.

Come indirizzo futuro è auspicabile che venga studiato il comportamento del fresato contenente il polverino di gomma una volta reintrodotta all'interno dello stesso ciclo produttivo, esattamente come avviene per il fresato proveniente da pavimentazioni tradizionali.