



## Le strade in calcestruzzo possono contribuire in misura considerevole all'abbattimento delle emissioni di CO<sub>2</sub> prodotte dal trasporto su gomma



**- 78 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>  
grazie al calcestruzzo**

Il consumo di carburante non dipende solo dal veicolo (tipo di motore, profilo aerodinamico, pneumatici, ecc.), ma anche dalla pavimentazione. I fattori connessi con la superficie della pavimentazione sono regolarità, tessitura e deformabilità.

Se tessitura e regolarità possono essere considerate equivalenti per le strade in asfalto e calcestruzzo, non altrettanto è possibile per la deformabilità.

Secondo diversi studi, i veicoli pesanti che viaggiano su pavimentazioni in calcestruzzo riducono il **consumo di carburante di circa il 2%** rispetto a quelli che viaggiano su pavimentazioni di conglomerato bituminoso. Ciò è emerso sia da studi teorici (a opera del MIT) sia da test sul campo.

Le differenze sono maggiori a **velocità di percorrenza più basse e a temperature esterne più elevate.**

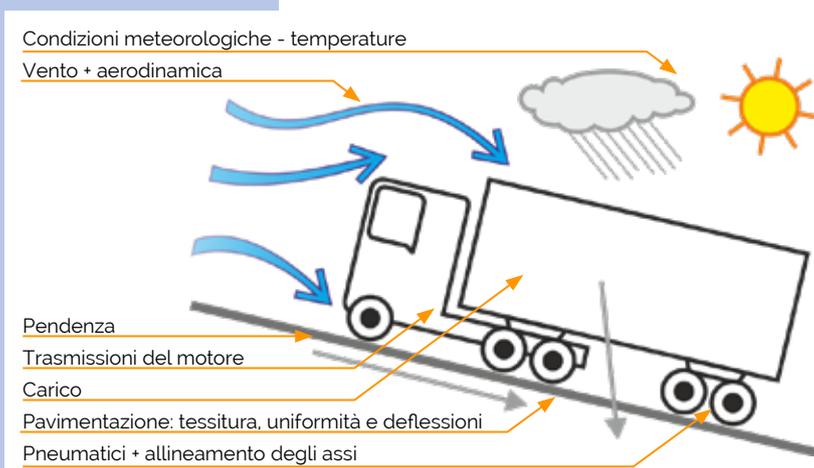
Nel calcolo dell'analisi del ciclo di vita (LCA) di un'autostrada, si deve tenere conto della riduzione delle emissioni di gas serra nella vita utile della pavimentazione, oltre ad altri fattori. Sulla base dei dati forniti dalla rete europea dei trasporti su gomma, passare dalla pavimentazione flessibile a quella rigida in calcestruzzo crea in un periodo di **oltre 50 anni una differenza in termini di potenziale di riscaldamento globale (GWP) dell'ordine di 78 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>** di pavimentazione, più che sufficiente per controbilanciare la CO<sub>2</sub> dei materiali.

Considerando la rete autostradale complessiva e il trasporto merci su gomma in Europa, vi è un potenziale complessivo di risparmio dell'ordine di **2,5 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> all'anno.**

Inoltre, abbattere il consumo di carburante significa anche ridurre l'**inquinamento e i costi d'esercizio** per le aziende di autotrasporti.

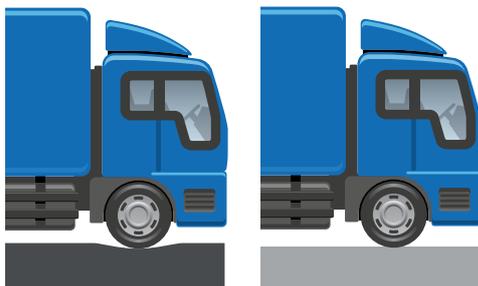
## APPROFONDIMENTO

**Non solo i veicoli elettrici, ma anche le infrastrutture stradali possono contribuire a ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> prodotte dal trasporto su gomma.** Anzi, numerosi studi e ricerche hanno dimostrato che il consumo di carburante dei mezzi pesanti diminuisce sulle pavimentazioni rigide in calcestruzzo rispetto alle pavimentazioni flessibili. Sono molti i fattori che influiscono sul consumo di carburante di un veicolo. Di questi, alcuni sono correlati al veicolo e al motore, altri alla resistenza dovuta all'aerodinamica o alla pendenza della pavimentazione. **I fattori connessi con la superficie della pavimentazione stradale sono regolarità, tessitura e deformabilità.**



Uniformità e tessitura dipendono dalla qualità della costruzione e/o dai requisiti di sicurezza, e ciò vale sia per le strade in calcestruzzo sia per quelle in conglomerato bituminoso. Ciò include l'assenza di ondulazioni, rappezzi irregolari, ormaie, buche o giunti ammalorati.

La deformabilità o deflessione, invece, dipende soprattutto dalla rigidità della pavimentazione, e questa è la grande differenza tra pavimentazioni rigide e flessibili.



La deformazione, non in scala, di una pavimetazione in asfalto per effetto del carico gravante sulle ruote ha lo stesso effetto di un veicolo che viaggia in salita, pertanto richiede più energia e più carburante e produce più CO<sub>2</sub>

L'effetto di una pavimentazione stradale deformato soggetto al carico trasmesso dalle ruote corrisponde a quello di un veicolo che procede costantemente in salita e, di conseguenza, consuma più carburante ed emette più CO<sub>2</sub>. Le pavimentazioni stradali in calcestruzzo sono strutture rigide meno soggette a deformazione in condizioni di traffico pesante e, pertanto, il consumo di carburante e le emissioni di CO<sub>2</sub> diminuiscono. Da alcuni degli studi e delle ricerche più importanti emergono i risultati descritti di seguito:

### • RICERCA CONDOTTA DAL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE CANADESE

Sono stati condotti quattro studi su vari tipi di strade e veicoli, in stagioni differenti e utilizzando modelli statistici differenti. L'ultimo studio, che è anche il più completo, ha misurato il consumo di carburante di un autarticolato sia vuoto sia carico, che viaggia su strade in calcestruzzo e in asfalto, aventi pari grado di rugosità (o irregolarità). Ciò significa che è stato calcolato solo l'impatto della tessitura della superficie e della deflessione della pavimentazione. I risultati sono oscillati tra lo 0,8 e il 3,9% con un'affidabilità del 95%.

### • RICERCA CONDOTTA DALL'ISTITUTO SVEDESE DI RICERCA SUI TRASPORTI E SULLE STRADE (VTI)

Anche il VTI ha valutato l'impatto del tipo di pavimentazione sul consumo di carburante, sulla base di rilievi effettuati sull'autostrada di Uppsala (Svezia), direzione nord, caratterizzata da una superficie diconglomerato bituminoso e calcestruzzo. Per un veicolo adibito al trasporto di persone – Volvo 940 – i rilievi hanno indicato una riduzione del consumo di carburante pari all'1,1% sulla pavimentazione in calcestruzzo rispetto a quello registrato sulla pavimentazione in conglomerato bituminoso. I risultati sono stati statisticamente significativi e possono essere attribuiti principalmente alla differente texture della superficie (asfalto splittmastix vs. calcestruzzo spazzolato, entrambi con aggregato con fuso granulometrico 16 mm). I rilievi effettuati con un veicolo destinato al trasporto di merci pesanti – Scania R500 4

assi + rimorchio 3 assi, massa a pieno carico 60 tonnellate, velocità 80 km/h – hanno evidenziato un abbattimento del consumo di carburante del 6,7% su pavimentazione in calcestruzzo rispetto a quella in conglomerato bituminoso. In tal caso, sia la texture sia la deformabilità hanno influito sui risultati dei test sul campo.

#### • RICERCA CONDOTTA DALL'UNIVERSITÀ INTERNAZIONALE DELLA FLORIDA

I risultati statistici di due studi sul campo dimostrano che, nelle condizioni di test applicate, il consumo di carburante è minore sulle pavimentazioni rigide rispetto a quelle flessibili. Il risparmio ottenuto in una prima fase è stato del 2,50% per un veicolo adibito al trasporto passeggeri viaggiante alla velocità di 112 km/h e al 4,04% per un autoarticolato a 18 ruote viaggiante alla velocità di 93 km/h. Il risparmio ottenuto in una prima fase è stato del 2,25% e del 2,22% per un veicolo adibito al trasporto passeggeri viaggiante alla velocità di 93 km/h e 112 km/h, e del 3,57% e del 3,15% per un autocarro 'medium duty' a 6 ruote viaggiante alla velocità di 89 km/h e 105 km/h. Tutti i consumi ridotti sono stati statisticamente significativi per un intervallo di confidenza al 95% e sono stati considerati legati alle differenze di deformabilità e di texture.

#### • MODELLAZIONE TEORICA CONDotta DAL MIT

Questi studi si sono basati su un modello teorico di interazione pavimentazione-veicolo e si sono posti come finalità la quantificazione della deflessione del piano di rotolamento, che è stata quindi utilizzata per stimare l'impatto sul consumo di carburante. Nella seconda fase della ricerca, sono stati considerati gli effetti della temperatura e



della velocità ed è stato allestito un semplice esperimento al fine di verificare i risultati teorici. La differenza nel consumo di carburante ha evidenziato oscillazioni considerevoli, come dimostra la tabella sottostante. La differenza nel consumo medio di carburante è 0,8233 litri/100 km o circa il 2,35% (considerando un consumo medio di 35 litri/100 km). Il risultato coincide, quindi, con i riscontri dei test canadesi.

#### • MODELLAZIONE TEORICA CONDotta DALL'IFSTTAR

In questo modello, sono stati studiati anche la deformazione dovuta al comportamento viscoelastico della pavimentazione flessibile e l'effetto sul consumo di carburante. La dissipazione di energia ha raggiunto il picco per temperature elevate e bassa velocità, arrivando allo 0,5% dell'energia totale fornita dal carburante.

I risultati degli esperimenti sul campo (Consiglio Nazionale delle Ricerche canadese) e degli studi teorici (MIT) rivelano differenze nell'ordine di circa il 2% a livello di consumo di carburante per i mezzi pesanti che percorrono strade in calcestruzzo rispetto a quelli che viaggiano su pavimentazioni flessibili. Temperature elevate e basse velocità accrescono le differenze. Negli ambienti urbani o sulle autostrade ad

	VALORE BASSO	VALORE MEDIO	VALORE ELEVATO
Asfalto	0.21	1.07	6.25
Calcestruzzo	0.07	0.25	0.50
Delta	0.14	0.82	5.75

Consumo di carburante (litro/100 km) dovuto alla deformazione del piano di rotolamento in condizioni di traffico intenso e pesante [Akbarian, M. (2015)]





alta intensità di traffico, dove i veicoli procedono lentamente, la deformazione rivestirà un ruolo più importante rispetto all'impatto della irregolarità della superficie.

Tuttavia, anche nel caso in cui le differenze a livello di consumo di carburante siano modeste, questo parametro non deve essere sottovalutato, giacché può influire in misura significativa sui risultati di un'analisi LCA della pavimentazione, soprattutto per le arterie caratterizzate da intensi flussi di mezzi pesanti.

Nel calcolo dell'analisi LCA di un'autostrada, si deve tenere conto della riduzione delle emissioni di gas serra nella fase di esercizio della pavimentazione, oltre ad altri fattori.

Sulla base dei valori medi relativi alla TERN - rete transeuropea dei trasporti su gomma (80.000 km di autostrade - trasporto annuo di merci su gomma pari a 1.804 miliardi di tonnellate-chilometri, carico utile di 16 tonnellate) sostituendo una pavimentazione flessibile su due corsie per traffico lento e una corsia di emergenza, pari a una larghezza della piattaforma di 10 m, con una pavimentazione rigida, la differenza in termini di potenziale di riscaldamento globale (GWP) nell'arco di 50 anni può essere stimata nell'ordine di 78 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> di pavimentazione oppure di un potenziale complessivo di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> pari a 2,5 milioni di tonnellate all'anno.

Inoltre, l'abbattimento del consumo di carburante significa anche riduzione dell'inquinamento e dei costi d'esercizio per le aziende di autotrasporti.



**Ulteriori vantaggi a livello ambientale derivanti dalle strade in calcestruzzo sono illustrati nell'infografica di EUPAVE "Concrete Pavements Make Roads More Sustainable" (2019), <http://www.eupave.eu/resources-files/infographic>**

## Bibliografia

### Bibliografia

- Akbarian, M. (2015) Quantitative sustainability assessment of pavement-vehicle interaction: from bench-top experiments to integrated road network analysis. Doctoral thesis at MIT, Cambridge, Massachusetts, U.S.A.
- Akbarian, M., Ulm, F.-J., Xin-Xu, Kirchain, R., Gregory, J., Louhghalam, A., Mack, J. (2019) Overview of pavement life cycle assessment use phase research at the MIT Concrete Sustainability Hub.
- Chupin, O., Piau, J.-M. & Chabot, A. (2013) Evaluation of the Structure-Induced Rolling Resistance (SRR) for Pavements Including Viscoelastic Material Layers. Materials and Structures, 6(4), p. Springer Netherlands.
- EUPAVE (2011). Concrete pavements contribute to decarbonising of transport.
- [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Road\\_freight\\_transport\\_by\\_journey\\_characteristics#Average\\_vehicle\\_loads](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Road_freight_transport_by_journey_characteristics#Average_vehicle_loads)
- Hultqvist, B.-A. (2010) Measurements of fuel consumption on an asphalt pavement and a concrete pavement in Sweden. Proceedings of the 11th International Symposium on Concrete Roads, Seville, Spain.
- Jiao, X. (2015) Effect of pavement-vehicle interaction on highway fuel consumption and emission. Doctoral thesis at Florida International University, Miami, Florida, U.S.A., FIU Electronic Theses and Dissertations, 2251.
- <https://digitalcommons.fiu.edu/etd/2251>
- Mack, J., Akbarian, M., Ulm, F.J., Louhghalam, A. (2018) Proceedings of the 13th International Symposium on Concrete Roads 2018, Berlin, Germany.