



INFRASTRUCTURE ACADEMY

**Tecnologie e criteri di sostenibilità
per le pavimentazioni stradali**

Ing. Arianna Antoniazzi
Politecnico di Milano

Con il patrocinio di



INFRASTRUCTURE ACADEMY

Think smart, build safe

Martedì 22 Novembre 2022

15:25 - 15:50

Roma

***La sostenibilità delle pavimentazioni tra
messaggi e sostanza***

Prof. Ing. Maurizio Crispino

maurizio.crispino@polimi.it



Ing. Arianna Antoniazzi

arianna.antoniazzi@polimi.it

CONTENUTI

- La **sostenibilità** delle pavimentazioni in **conglomerato bituminoso**: ambiti, obiettivi, filiera



- **Soluzioni tecnologiche e applicazioni**



QUANDO UNA TECNOLOGIA PER PAVIMENTAZIONI È SOSTENIBILE?

SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE



Effettiva riduzione di:

- Consumo di risorse naturali
- Consumo di energia
- Emissioni in atmosfera (CO₂...)
- Rumore, temperatura ...



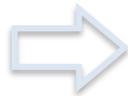
SOSTENIBILITÀ TECNICA



Richiede **processi** produttivi e costruttivi «**fattibili**» e genera **risultati affidabili** circa le prestazioni e la loro durata



SOSTENIBILITÀ ECONOMICA



Comporta un **costo coerente** e possibilmente (ma non necessariamente) **inferiore** ad altre tecnologie, meno sostenibili



3 PUNTI FERMI DELLA QUESTIONE

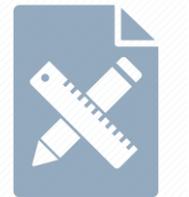
 La **sostenibilità** di una tecnologia deve essere **dimostrata**: non basta uno slogan o un prefisso «eco-».



 Non può esservi sostenibilità senza **prestazioni** e **durabilità**. Anzi, queste sono prerogative essenziali per perseguire la sostenibilità.



 Le **prestazioni** e la **durata** devono essere **definite in progetto** in coerenza con le funzioni previste, le condizioni di utilizzo (entità del traffico, carichi...) e le previsioni dei piani di manutenzione.



LA MODA DEL «BIO»



«Oggi tutto quello che è “**bio**” è di **moda** e contribuisce a migliorare l’immagine di chi mostra di impiegare prodotti di natura vegetale “rinnovabili ed ecologici”»*



«L’effettivo vantaggio di questi prodotti è tutto da dimostrare e va visto in un contesto più ampio e globale, prendendo in considerazione fattori non solo **economici** ma anche **etici** (competizione con la produzione di alimenti) ed **ecologici-ambientali globali**»*



(*) Giavarini C. «The green chemistry meets the road» Rassegna del Bitume 57/07

LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: AMBITI E FILIERA

- Riduzione dell'impatto dai **materiali** componenti



- Riduzione dei consumi ed emissioni in fase di **produzione e trasporto**



- Riduzione degli impatti in fase di **messa in opera**



- Riduzione degli impatti in fase di **esercizio e manutenzione**



LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: MATERIALI COMPONENTI

RIDUZIONE DELL'IMPATTO DA MATERIALI COMPONENTI:

- **Aggregati**

>90% della massa



- **Leganti**



- **Additivi**



LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: AGGREGATI

AGGREGATI **ALTERNATIVI** A QUELLI NATURALI:

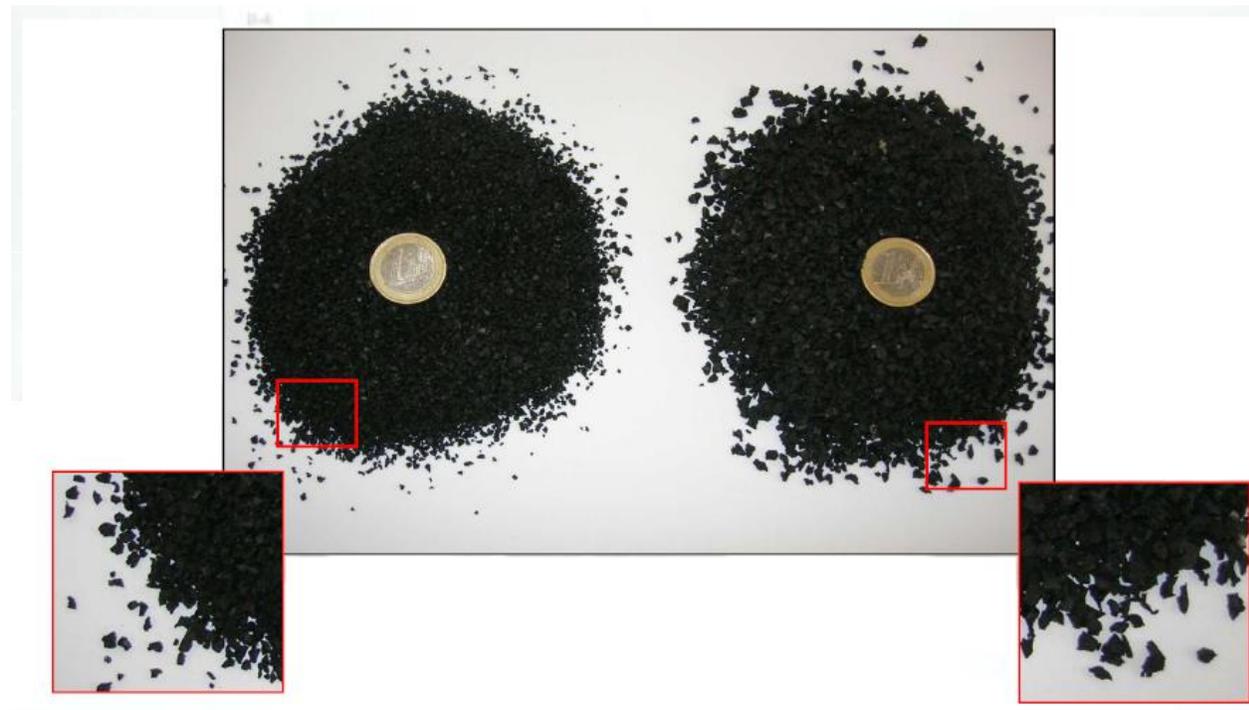
AGGREGATI ARTIFICIALI/INDUSTRIALI DA ACCIAIERIA



LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: AGGREGATI

AGGREGATI **ALTERNATIVI** A QUELLI NATURALI:

POLVERINO/GRANULATO DI PNEUMATICI DI RICICLO



LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: AGGREGATI

AGGREGATI **ALTERNATIVI** A QUELLI NATURALI:

RESIDUI DA COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE (C&D)



LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: AGGREGATI

AGGREGATI **ALTERNATIVI** A QUELLI NATURALI:

PRODOTTI DEL RICICLAGGIO/RIUTILIZZO DEL VETRO



Fotorifletenza dovuta al solo fascio dei fari



LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: AGGREGATI

AGGREGATI **ALTERNATIVI** A QUELLI NATURALI:

SCORIE BIANCHE DA ACCIAIERIA



L'uso quale **filler** nei conglomerati bituminosi, valutato tramite prove di laboratorio ed in sito, ha fornito **risultati molto positivi**

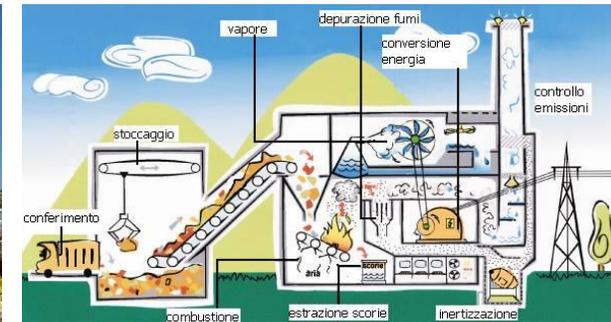
LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: AGGREGATI

AGGREGATI ALTERNATIVI A QUELLI NATURALI:

SCARTI DI ATTIVITÀ DI CAVA E DI MINIERA



SCORIE DA TERMOVALORIZZATORE DI RIFIUTI
SOLIDI URBANI INDIFFERENZIATI



LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: AGGREGATI

AGGREGATI **ALTERNATIVI** A QUELLI NATURALI:

FRESATO (RAP: RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT)



Utilizzato da più di trenta anni



Si distinguono, di massima, i seguenti tassi di utilizzo:

- **Bassi:** da 10 al 25%
- **Alti:** da 25 al 60%
- **Altissimi:** da 60% al 100%

FRESATO

- Va **classificato e analizzato** 
- Genera **effetti** sulla miscela (in termini di **prestazioni, lavorabilità, ecc.**) che vanno preventivamente valutati **caso per caso**



L'uso del **fresato** deve avvenire:

- prestando elevata attenzione (posto che può avere anche significativa **eterogeneità**)
- utilizzando specifici **additivi rigeneranti opportunamente selezionati e dosati** in base alle esigenze



Con tali presupposti, si possono ottenere **ottimi risultati**, come dimostrato da molte ricerche condotte anche presso il **Politecnico di Milano** (anche con il **100% di fresato**)



LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: MATERIALI COMPONENTI

RIDUZIONE DELL'IMPATTO DA MATERIALI COMPONENTI:

- **Aggregati**

>90% della massa



- Leganti

- Additivi



LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: I LEGANTI E GLI ADDITIVI

- Flussanti **vegetali**



↓ Viscosità

↑ Lavorabilità

- Solventi **vegetali**

- Additivi **vegetali** (fibre, ecc) e da **riciclo/recupero** (fibre, polimeri, ecc)



- Bioasfalti



MICROALGHE



BIOASFALTO



PAVIMENTAZIONE BIO

LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: I LEGANTI E GLI ADDITIVI

Home > Mobilità > In Olanda si costruiscono strade e piste ciclabili con asfalto a base...

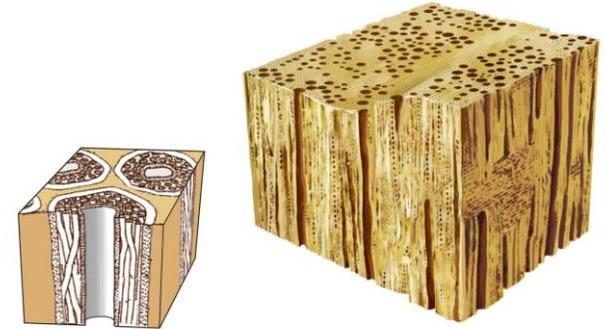
Mobilità Veicoli Ecologici

In Olanda si costruiscono strade e piste ciclabili con asfalto a base di lignina

Luglio 8, 2019

Dal 2015, la Wageningen University&Research ha avviato la sperimentazione del derivato cellulosico in sostituzione del composto petrolifero ottenendo risultati incoraggianti

La lignina, invece, è un polimero che si trova in natura all'interno di piante e alberi: in sintesi è **la sostanza che dona alla corteccia e al fusto delle piante le caratteristiche di elasticità e resistenza alla pressione.** La lignina, inoltre, risulta come sottoprodotto di numerosi processi industriali, come la produzione di carta o quella di biocarburanti.



LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: AMBITI E FILIERA

- Riduzione dell'impatto dai **materiali** componenti



- Riduzione dei consumi ed emissioni in fase di **produzione e trasporto**



- Riduzione degli impatti in fase di **messa in opera**



- Riduzione degli impatti in fase di **esercizio e manutenzione**



LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: PRODUZIONE

Riduzione dei consumi ed emissioni in fase di **produzione**:

- C.B. warm mix (**conglomerati tiepidi** che sono prodotti a temperature oscillanti tra **100°C e 150°C**) 
- C.B. half-warm mix (**conglomerati semi-tiepidi** che sono invece prodotti a temperature tra **70 °C e 100°C**) 
- C.B. a **freddo** (in sito o in impianto) 



WMA: WARM MIX ASPHALT



Alcuni dei **vantaggi** dei WMA:

- Inferiori **temperature** di produzione e compattazione
- Realizzazione durante le **stagioni fredde**
- Inferiore consumo di **energia** per la produzione
- Ridotta emissione di **fumi** durante la costruzione



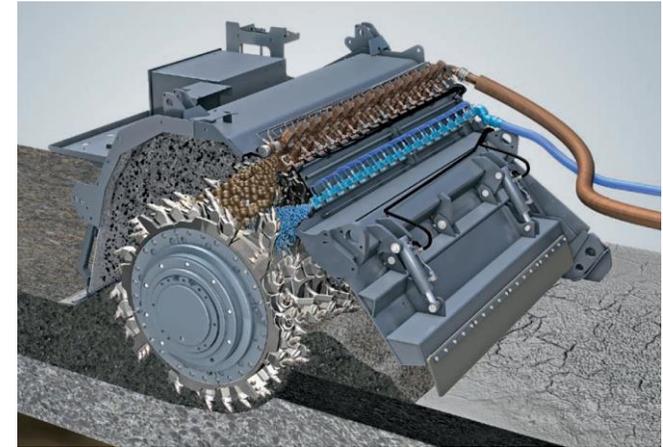
Non esiste una ricetta unica per un WMA: ogni applicazione va studiata in relazione alle **specificità del sito** ed ai **materiali disponibili**

C.B. A FREDDO



C.B. a freddo (in sito o in impianto):

- Tipicamente utilizzato per strati di base (Ecobase)
- Elevatissimo contenuto di fresato (fino al 100%)
- Cemento
- Emulsione bituminosa/bitume schiumato



LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: TRASPORTO

Riduzione dell'impatto derivante dal **trasporto**:
RIGENERAZIONI IN SITO



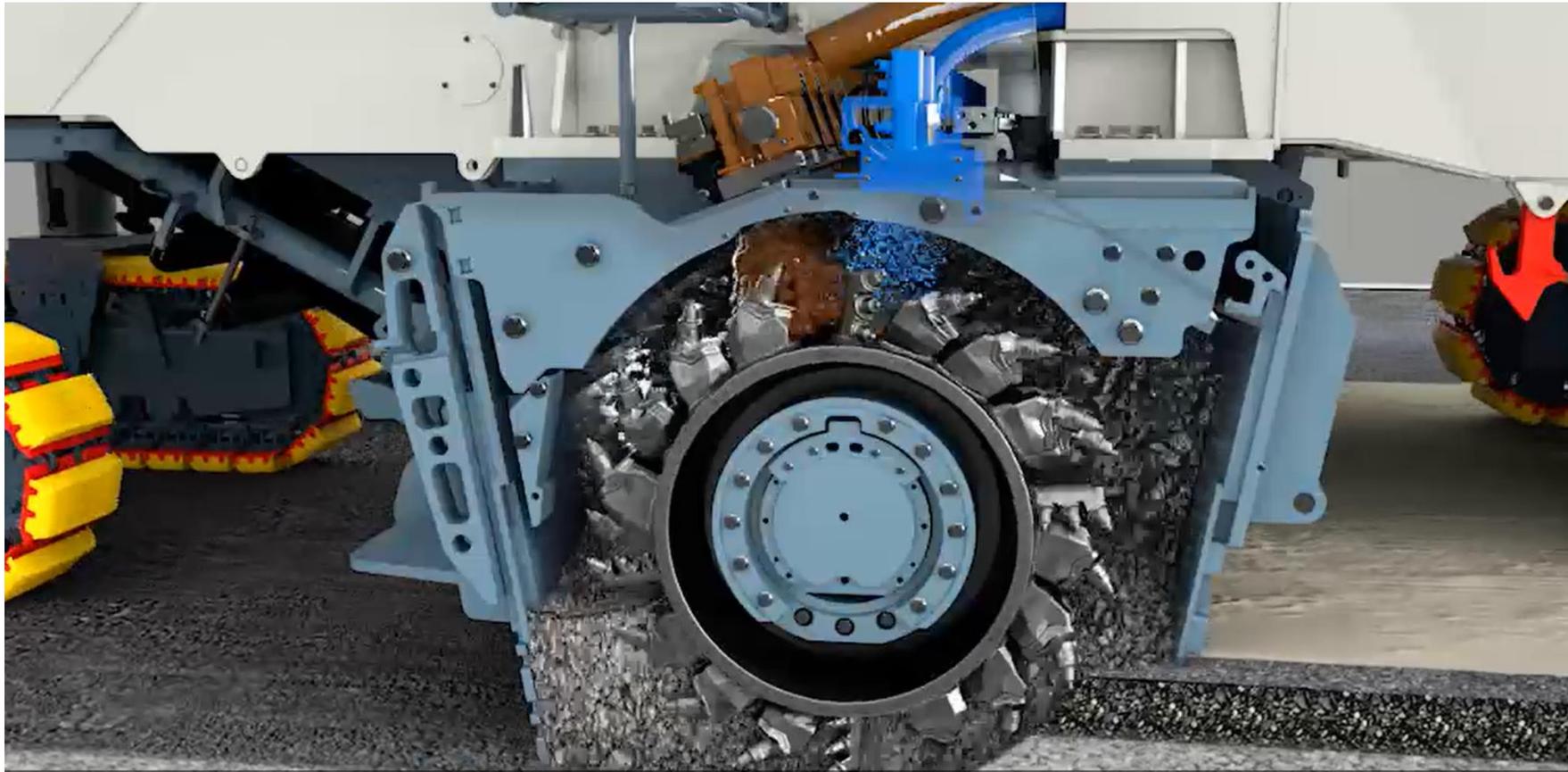
LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: TRASPORTO

Nuovo sistema di **riciclaggio in sito** (presentato al Bauma 2022)



LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: TRASPORTO

Nuovo sistema di **riciclaggio in sito** (presentato al Bauma 2022)



LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: AMBITI E FILIERA

► Riduzione dell'impatto dai **materiali** componenti



► Riduzione dei consumi ed emissioni in fase di **produzione e trasporto**



► Riduzione degli impatti in fase di **messa in opera**



► Riduzione degli impatti in fase di **esercizio e manutenzione**



LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: MESSA IN OPERA

LA QUALITÀ DURANTE LA MESSA IN OPERA:

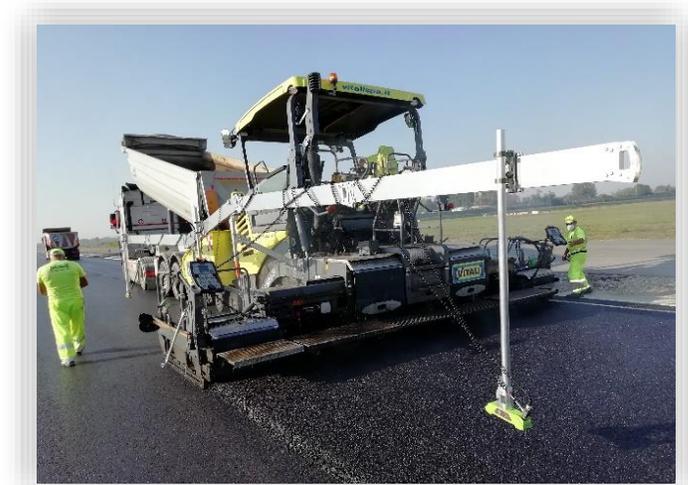
Regolarità del piano ➡️ Minori carichi

Omogeneità dello strato ➡️ Eliminazione punti deboli



Rispetto dei **limiti dei capitolati** (vuoti, resistenze, moduli...)

➡️ Comportamento adeguato (anche alle diverse temperature)



LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: AMBITI E FILIERA

- ▶ Riduzione dell'impatto dai **materiali** componenti
- ▶ Riduzione dei consumi ed emissioni in fase di **produzione e trasporto**
- ▶ Riduzione degli impatti in fase di **messa in opera**
- ▶ Riduzione degli impatti in fase di **esercizio e manutenzione**

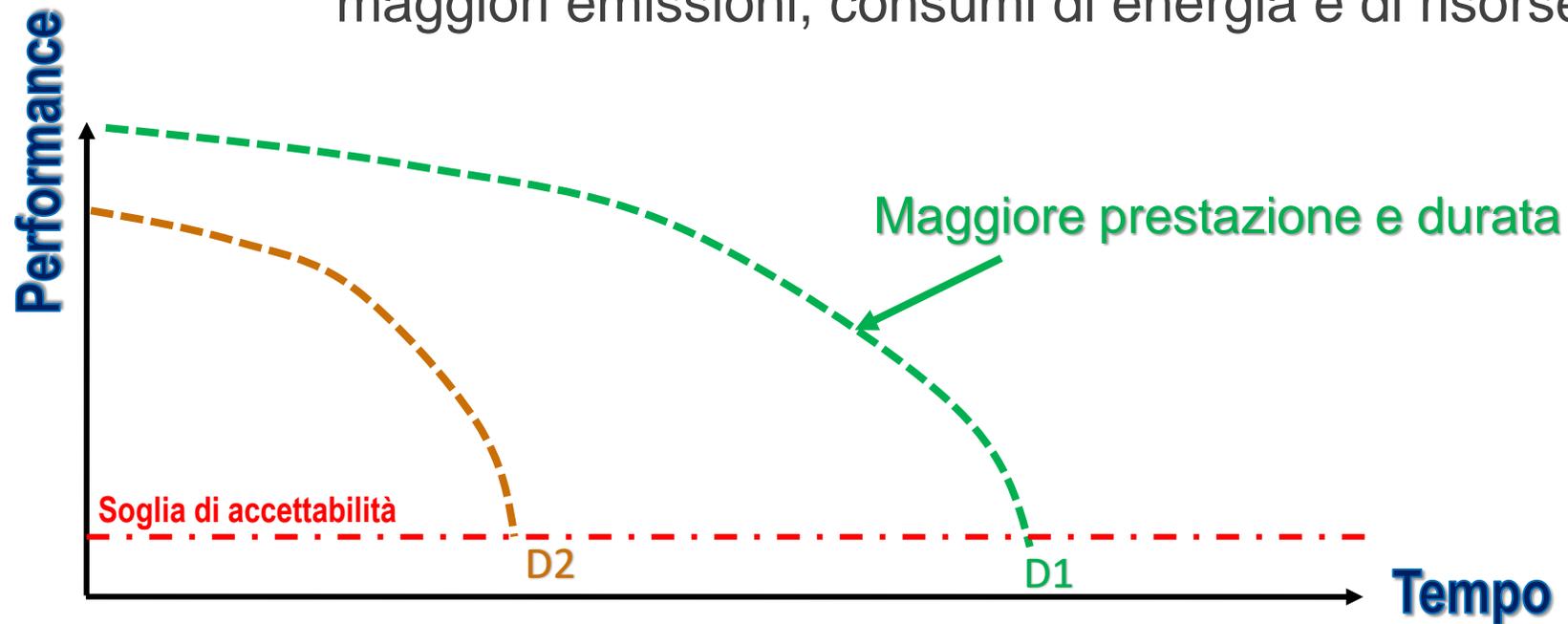


LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: ESERCIZIO E MANUTENZIONE

Riduzione degli impatti in **esercizio**:

Elevando le **prestazioni** e la **durata** del conglomerato

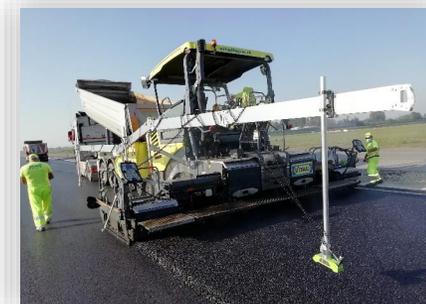
Si rimandano così le **riabilitazioni profonde** a cui si associano maggiori emissioni, consumi di energia e di risorse



LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: ESERCIZIO E MANUTENZIONE

Come incrementare la durabilità e le prestazioni?

- Scelta delle **componenti** (bitume, aggregati, additivi, polimeri, fibre, ecc)
- Studio accurato della **miscela**
- **Produzione** corretta e controllata in continuo
- Modalità di **posa in opera corretta e controllata**



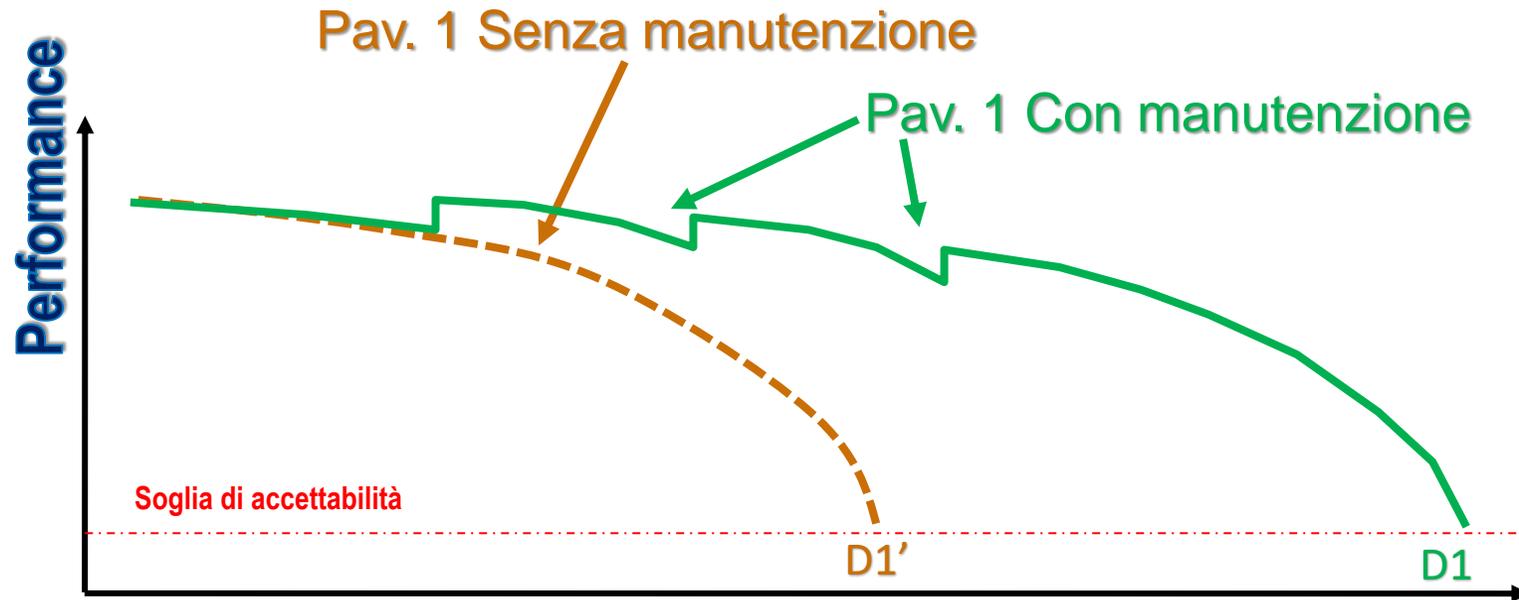
Minore manutenzione, consumi... ed anche minori costi



**La qualità della messa in opera è un presidio fondamentale di
SOSTENIBILITÀ**

LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: ESERCIZIO E MANUTENZIONE

Effettuando correttamente la **manutenzione**:



**La manutenzione preventiva è un altro presidio fondamentale di
SOSTENIBILITÀ**

LE OPPORTUNITÀ PER GENERARE C.B. SOSTENIBILI: ESERCIZIO E MANUTENZIONE

Adottando strategie di **manutenzione preventiva**:

- Sigillature
- Membrane Rinforzate



CONCLUSIONI

- ▶ Il settore deve attribuire maggiore **robustezza** al concetto di sostenibilità **sfuggendo** alla tentazione di facili messaggi «green»
- ▶ Tutti devono svolgere la propria parte: S.A., Progettista, Appaltatore
- ▶ Numerose e significative sono le **opportunità di sostenibilità** da cogliere, in tutta la **filiera**
- ▶ La «**qualità**» (**durabilità e prestazioni**) e la **manutenzione preventiva** sono fondamentali presidi di sostenibilità!
- ▶ Le tecnologie sostenibili devono essere **accessibili, economicamente vantaggiose, tecnicamente valide e affidabili**
- ▶ La **regolamentazione** deve risultare più chiara ed incentivante



**Grazie per
l'attenzione**

