

Prestazioni Anti-Reflective Cracking del Geocomposito Autotene Asfaltico Antipumping HE/TVP

Dr. Ing. Emiliano Pasquini

Università Politecnica delle Marche – e.pasquini@univpm.it



■ Sommario Presentazione

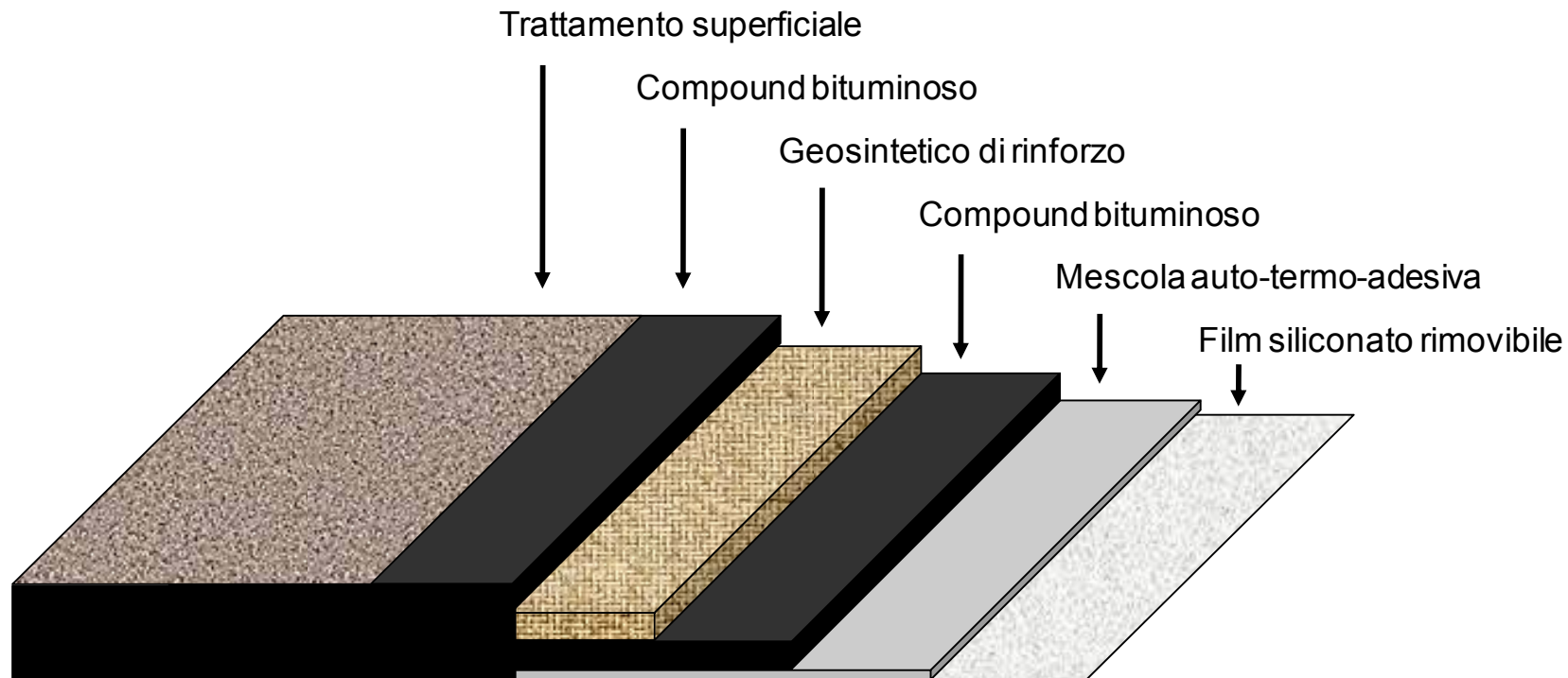
- **Sintesi Sperimentazione Precedente**
- **Sistemi Anti-Reflective Cracking**
- **Realizzazione Tronco Pilota**
- **Programma Sperimentale di Laboratorio**
- **Elaborazione Dati**
- **Analisi Risultati**
- **Conclusioni**



Sintesi Sperimentazione Precedente



■ Sintesi Sperimentazione Precedente



- ☐ Tipo di trattamento superficiale?
- ☐ Tipo di mescola per il compound?
- ☐ Tipologia di rinforzo?
- ☐ Posizione del rinforzo?
- ☐ Condizioni all'interfaccia?



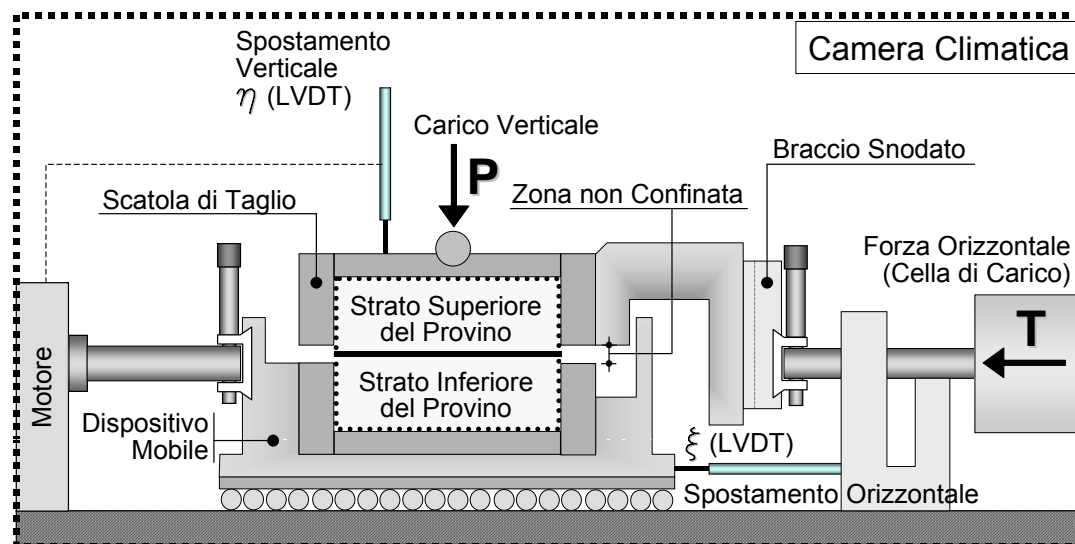
OTTIMIZZAZIONE



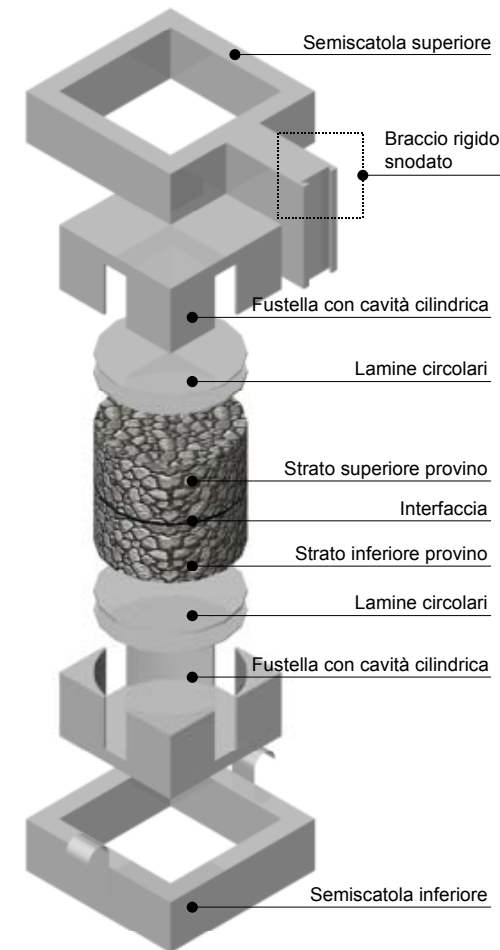
■ Sintesi Sperimentazione Precedente

Prestazioni a Taglio di Interfacce Rinforzate

□ Prova ASTRA – Norma UNI/TS 11214

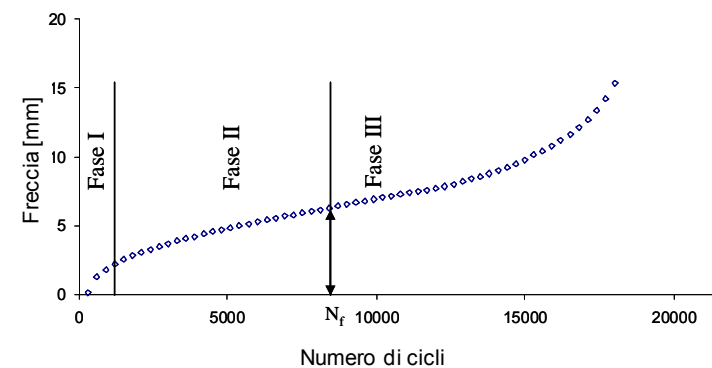
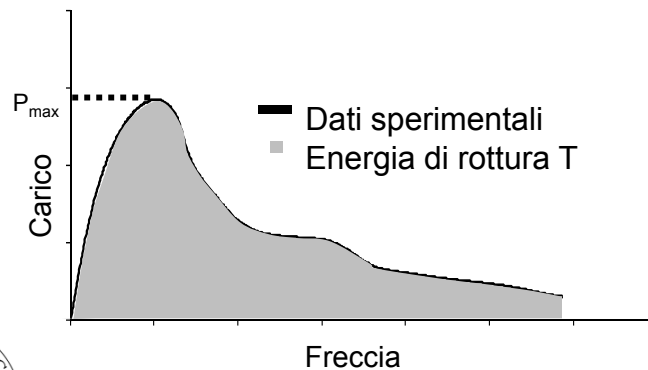
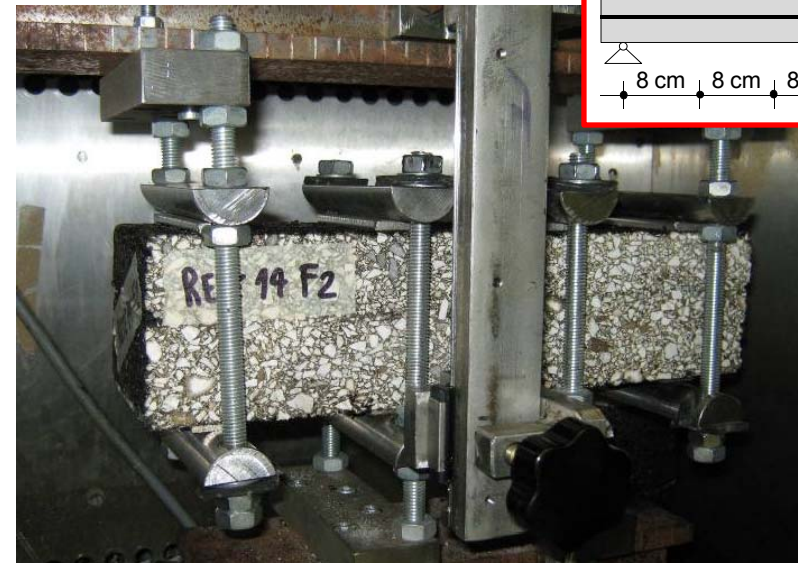
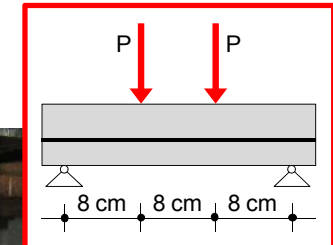
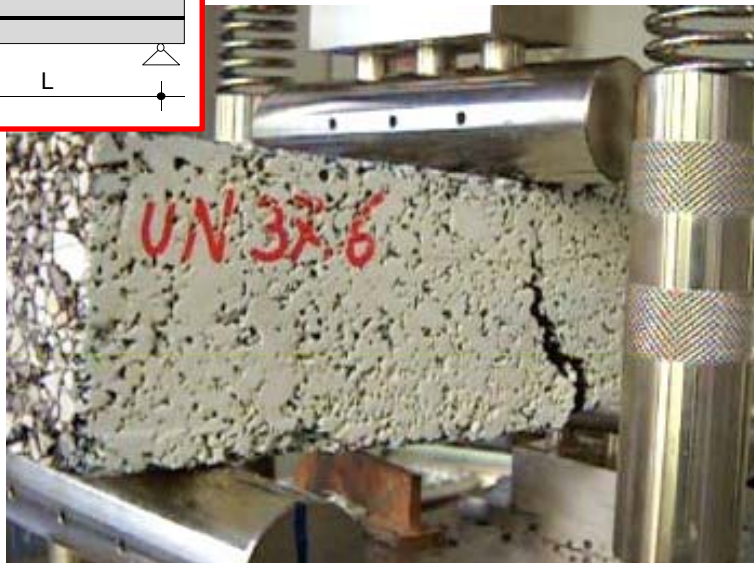
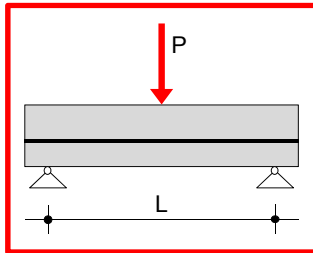


- Preparazione provini con materiali realmente usati in sito;
- condizioni al contorno:
 - GEOMETRICHE (carichi e configurazione);
 - AMBIENTALI (temperatura -20/+60 °C e U.R.);
- velocità di avanzamento = 2,5 mm/min in condizioni standard



■ Sintesi Sperimentazione Precedente

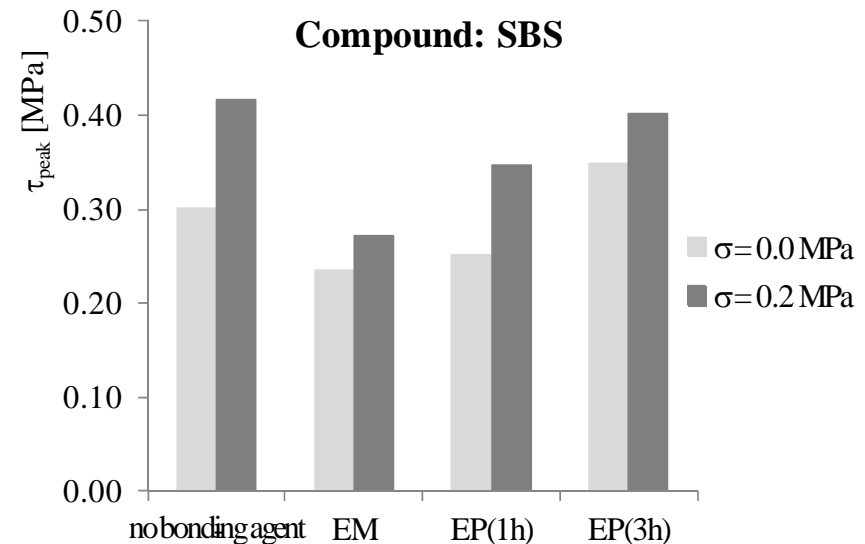
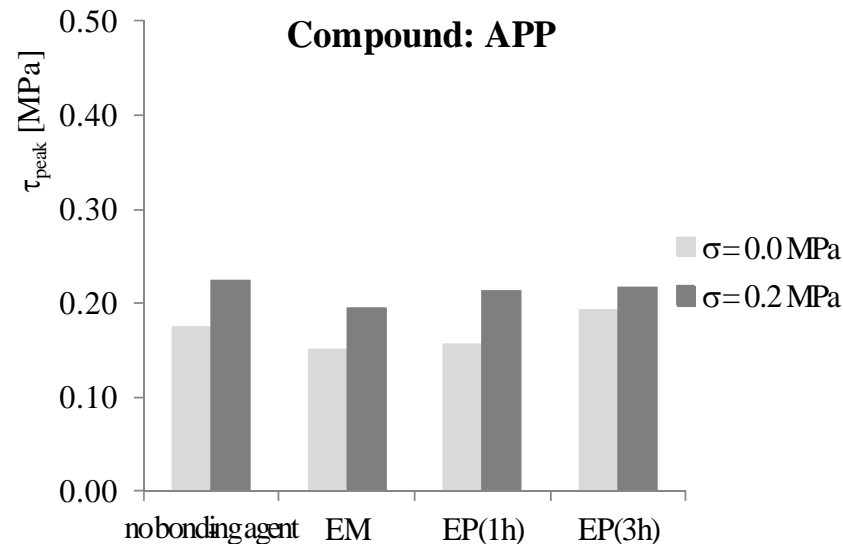
Prestazioni a Flessione (3PB e 4PB)



■ Sintesi Sperimentazione Precedente

Prova ASTRA

Influenza delle natura del compound e delle condizioni all'interfaccia



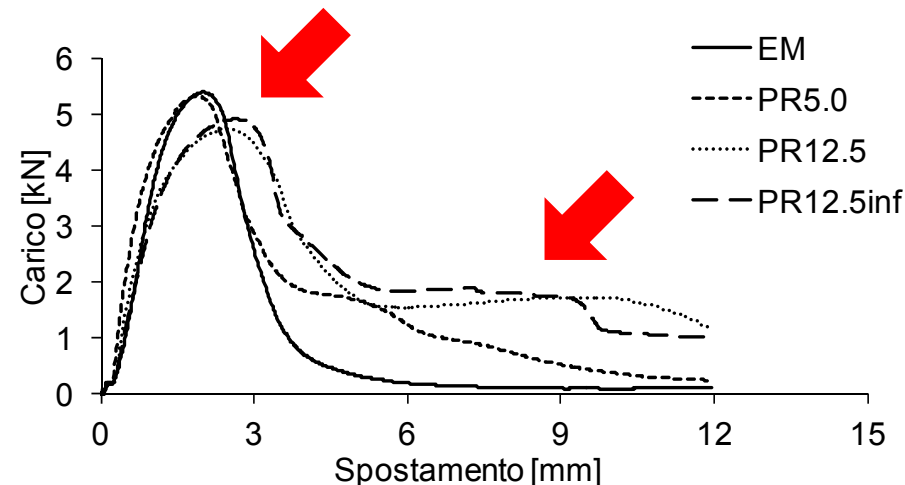
- ❑ Compound SBS garantisce prestazioni superiori
- ❑ Agente legante all'interfaccia inibisce membrana termo-adesiva



■ Sintesi Sperimentazione Precedente

Prova di flessione su 3 punti

Ruolo del rinforzo ed influenza delle dimensioni della rete



Denominazione	Maglia rinforzo	Posizione rinforzo	P_{max} kN	δ mm	D N×m	T N×m
EM	No geocomposito	-	5.40	1.99	6.15	13.40
PR5.0	$5 \times 5 \text{ mm}^2$	Superiore	5.33	1.90	6.49	20.27
PR12.5	$12.5 \times 12.5 \text{ mm}^2$	Superiore	4.74	2.52	8.02	27.19
PR12.5inf	$12.5 \times 12.5 \text{ mm}^2$	Inferiore	4.91	2.65	8.53	27.11

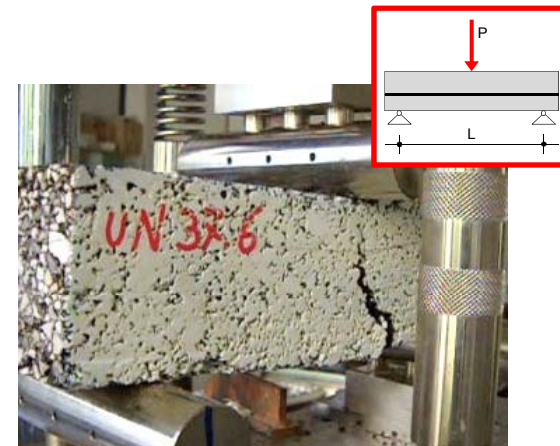
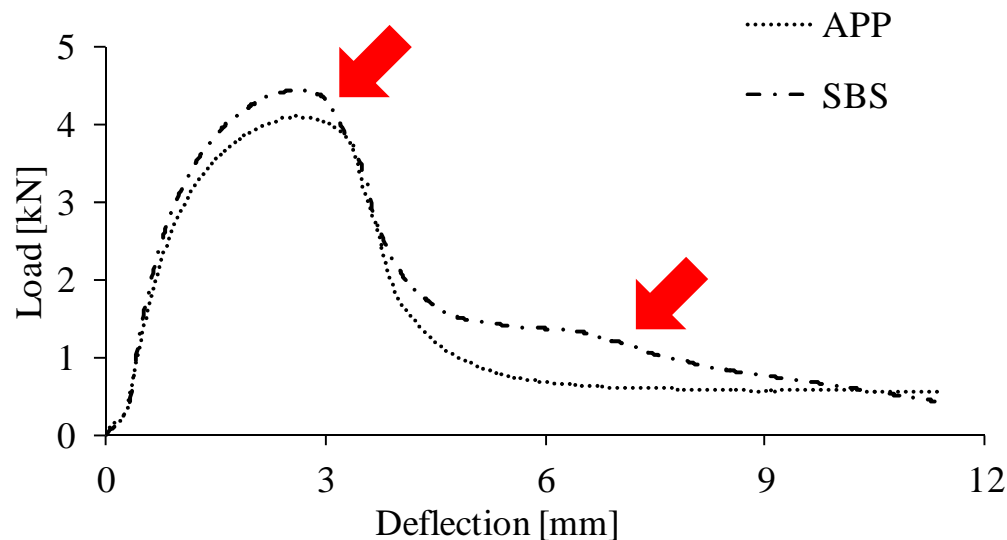
- ❑ Sistemi rinforzati garantiscono elevate prestazioni post-fessurative
- ❑ Rete da 12.5 mm^2 garantisce prestazioni superiori



■ Sintesi Sperimentazione Precedente

Prova di flessione su 3 punti

Influenza delle natura del compound



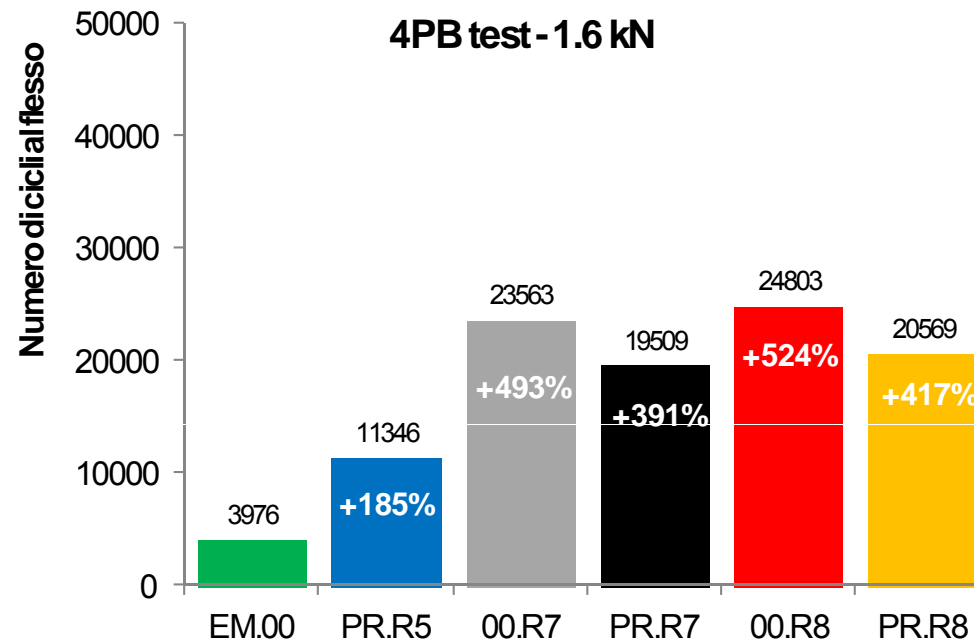
Configurazione	Geocomposito	P_{max} kN	δ mm	D N×m	T N×m
1	A	4.41	2.51	7.60	22.88
2	B	3.98	2.70	7.40	21.52
6	C (APP)	4.10	2.61	7.24	17.14
10	D (SBS)	4.45	2.63	7.99	20.59



■ Sintesi Sperimentazione Precedente

Prova di flessione su 4 punti

Ruolo del rinforzo ed influenza delle dimensioni della rete



- ❑ Sistemi rinforzati garantiscono elevate prestazioni post-fessurative
- ❑ Rete da 12.5 mm² garantisce prestazioni superiori



■ Sintesi Sperimentazione Precedente

Conclusioni principali

- I prodotti indagati hanno dimostrato la possibilità di evitare (in assenza di superfici fresate) l'applicazione di una mano d'attacco bituminosa
- Deciso miglioramento delle prestazioni di resistenza a carichi di tipo flessionale, sia statici che dinamici
- L'impiego dei geocompositi garantisce una spiccata dote di **ductilità** che rende le pavimentazioni particolarmente resistenti alla propagazione del danno e, quindi, maggiormente durevoli

Limitatamente alle variabili analizzate, il geocomposito realizzato mediante accoppiamento di una geomembrana bituminosa elastomerica ed una geogriglia di rinforzo in fibra di vetro con maglia pari a $12.5 \times 12.5 \text{ mm}^2$, è da ritenere ottimale per il rinforzo di pavimentazioni stradali flessibili.

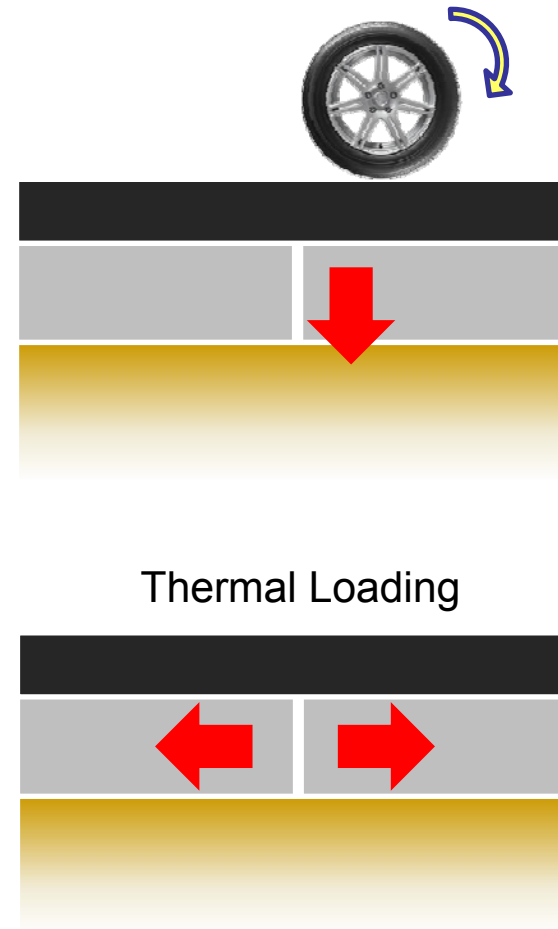
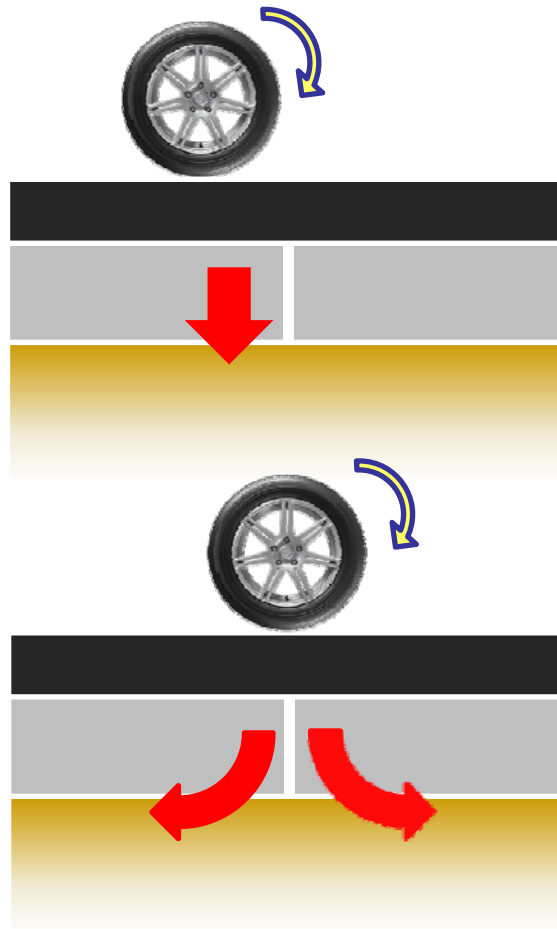


Sistemi Anti-Reflective Cracking



■ Sistemi Anti-Reflective Cracking

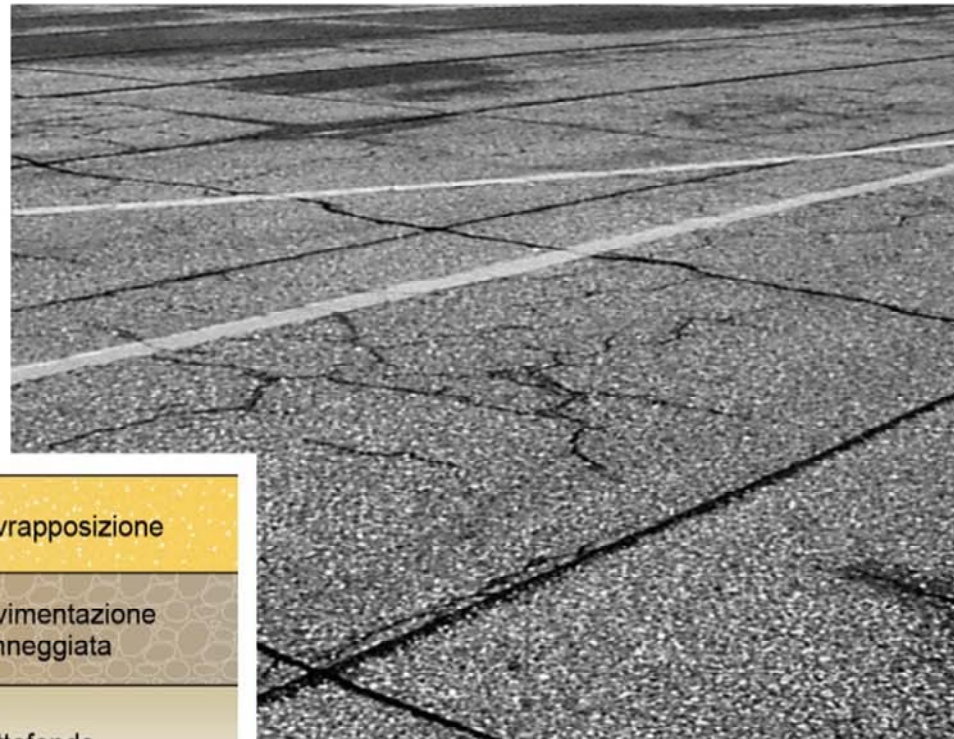
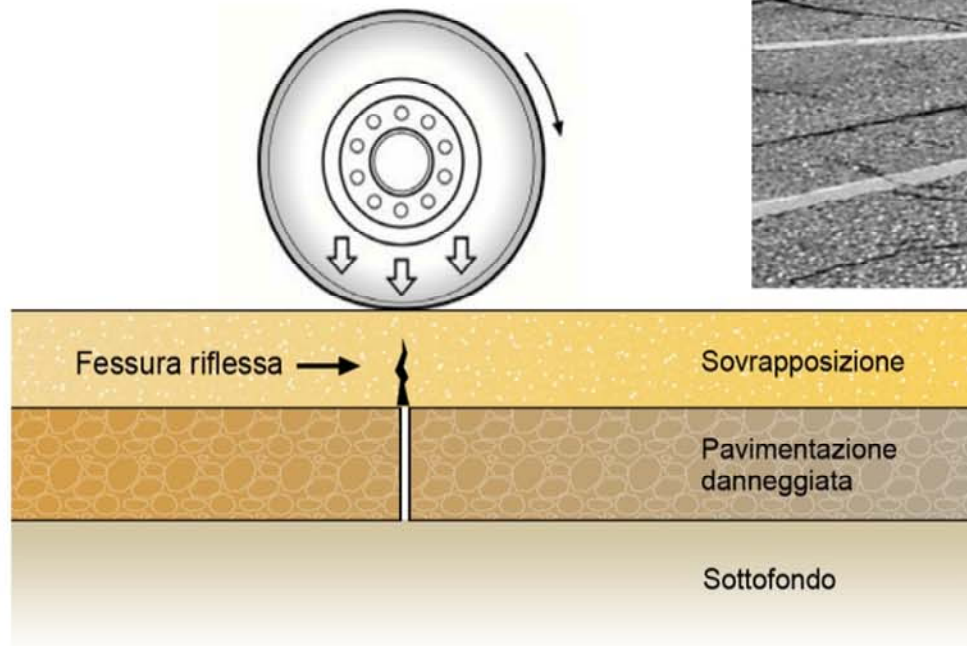
Reflective Cracking



Thermal Loading

■ Sistemi Anti-Reflective Cracking

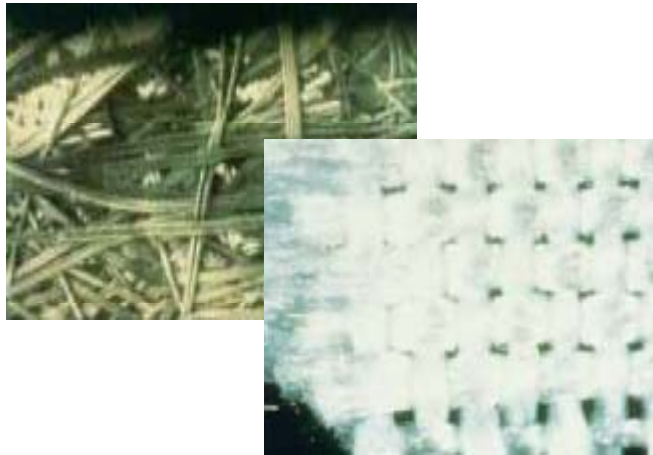
Reflective Cracking



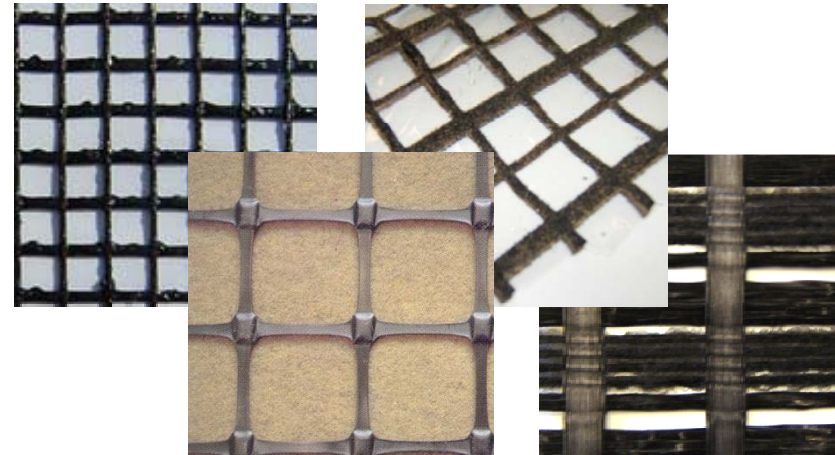
■ Sistemi Anti-Reflective Cracking

Geosintetici

□ Geotessili (tessuti, nontessuti, ...)



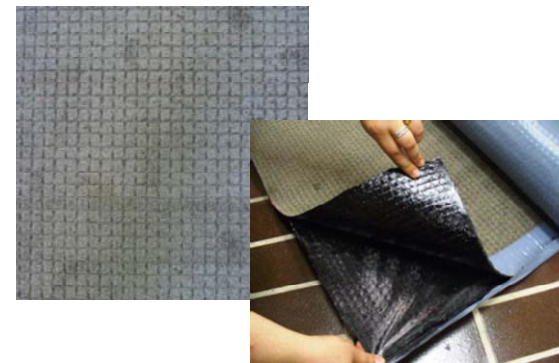
□ Geogriglie (fibra di vetro, polipropilene, ...)



□ Geomembrane



□ Geocompositi



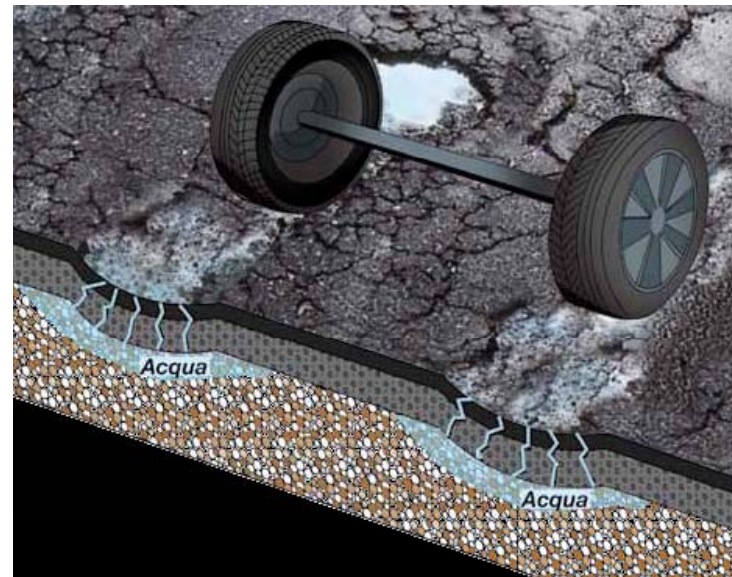
■ Sistemi Anti-Reflective Cracking

Geomembrane

□ “Rilassamento” degli sforzi (SAMI)



□ Effetto impermeabilizzante

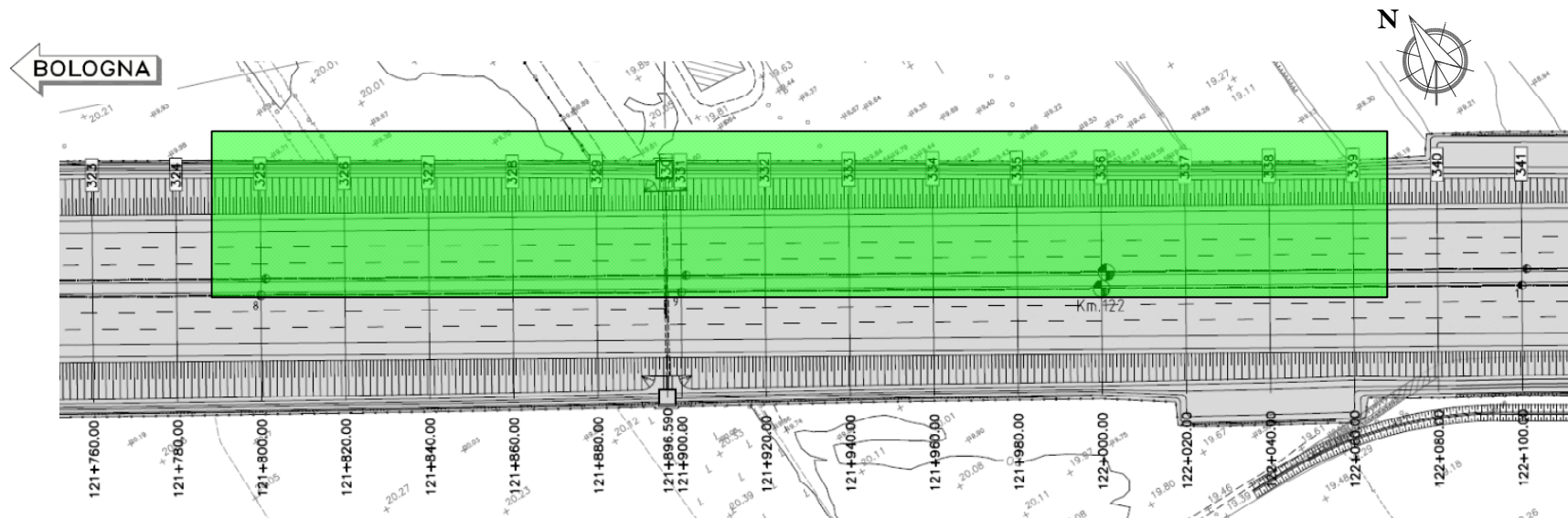


Realizzazione Tronco Pilota



■ Realizzazione Tronco Pilota

Autostrada A14



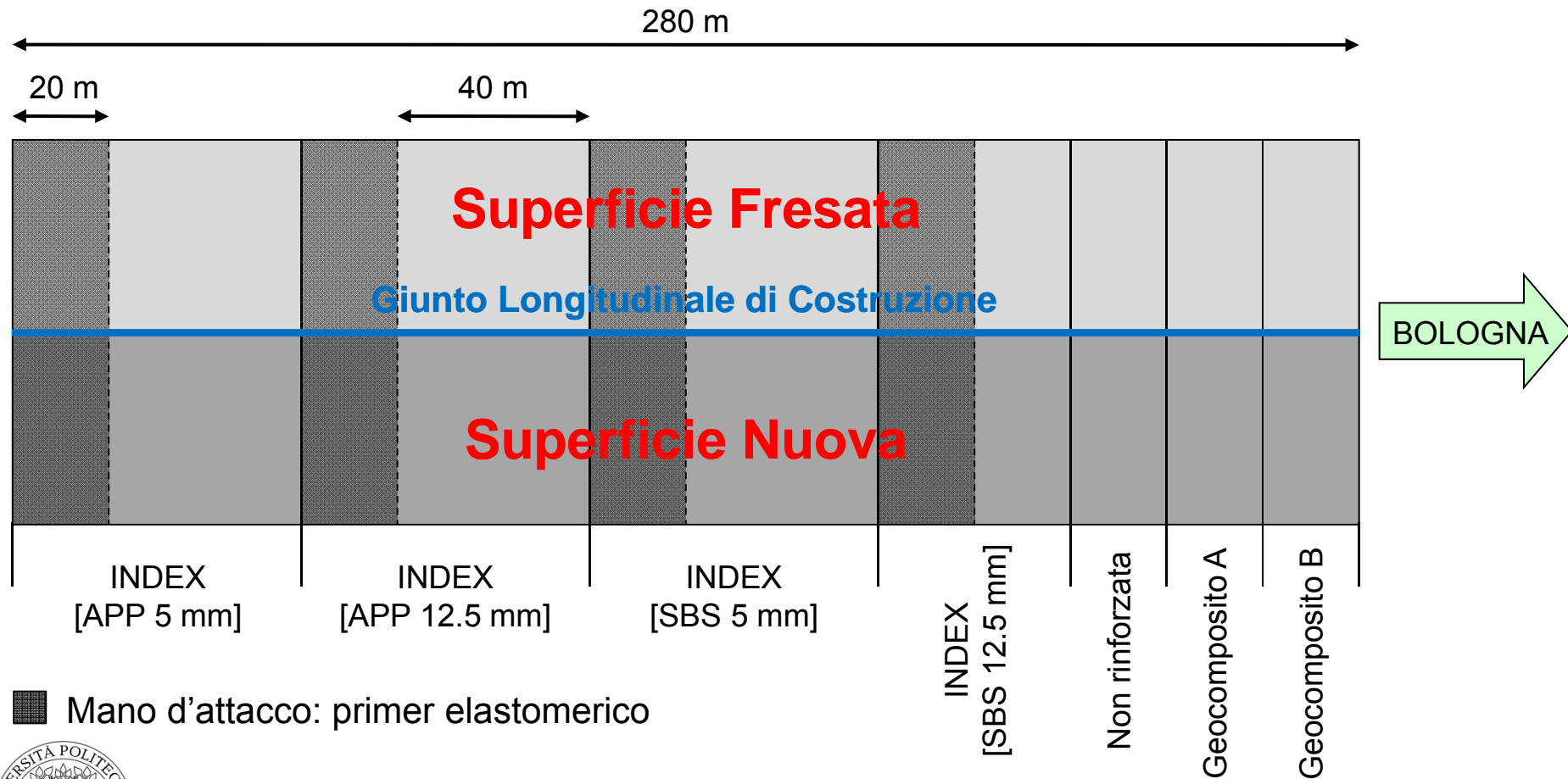
**Ampliamento alla terza corsia Autostrada A14
Tratto Rimini Nord – Cattolica
Carreggiata Nord – km 122**

**Lunghezza tronco pilota: 280 m
6 geocompositi di rinforzo**

■ Realizzazione Tronco Pilota

Autostrada A14

SBS 12.5 mm = AUTOTENE ASFALTICO
ANTIPUMPING HE/TVP

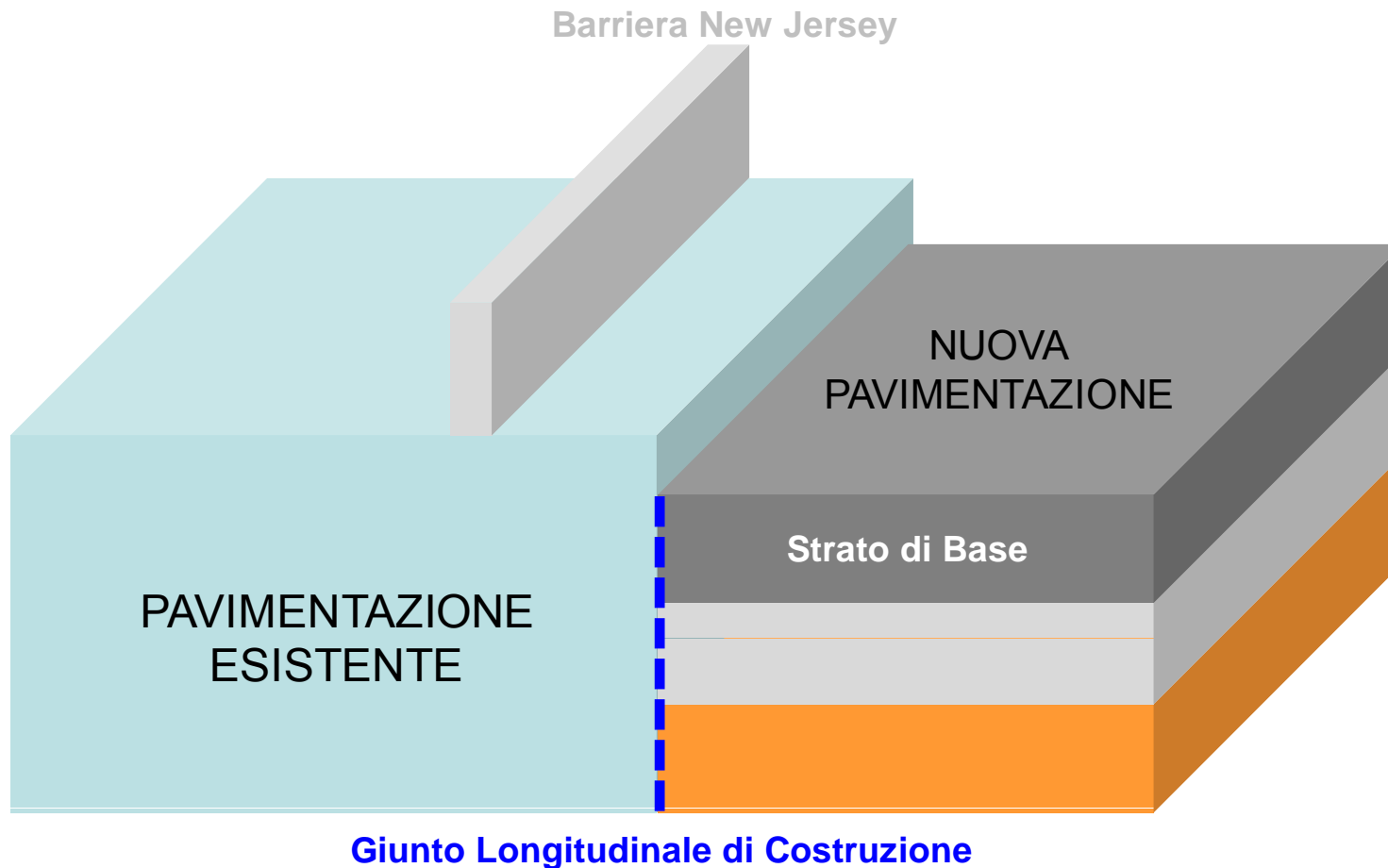


■ Mano d'attacco: primer elastomerico



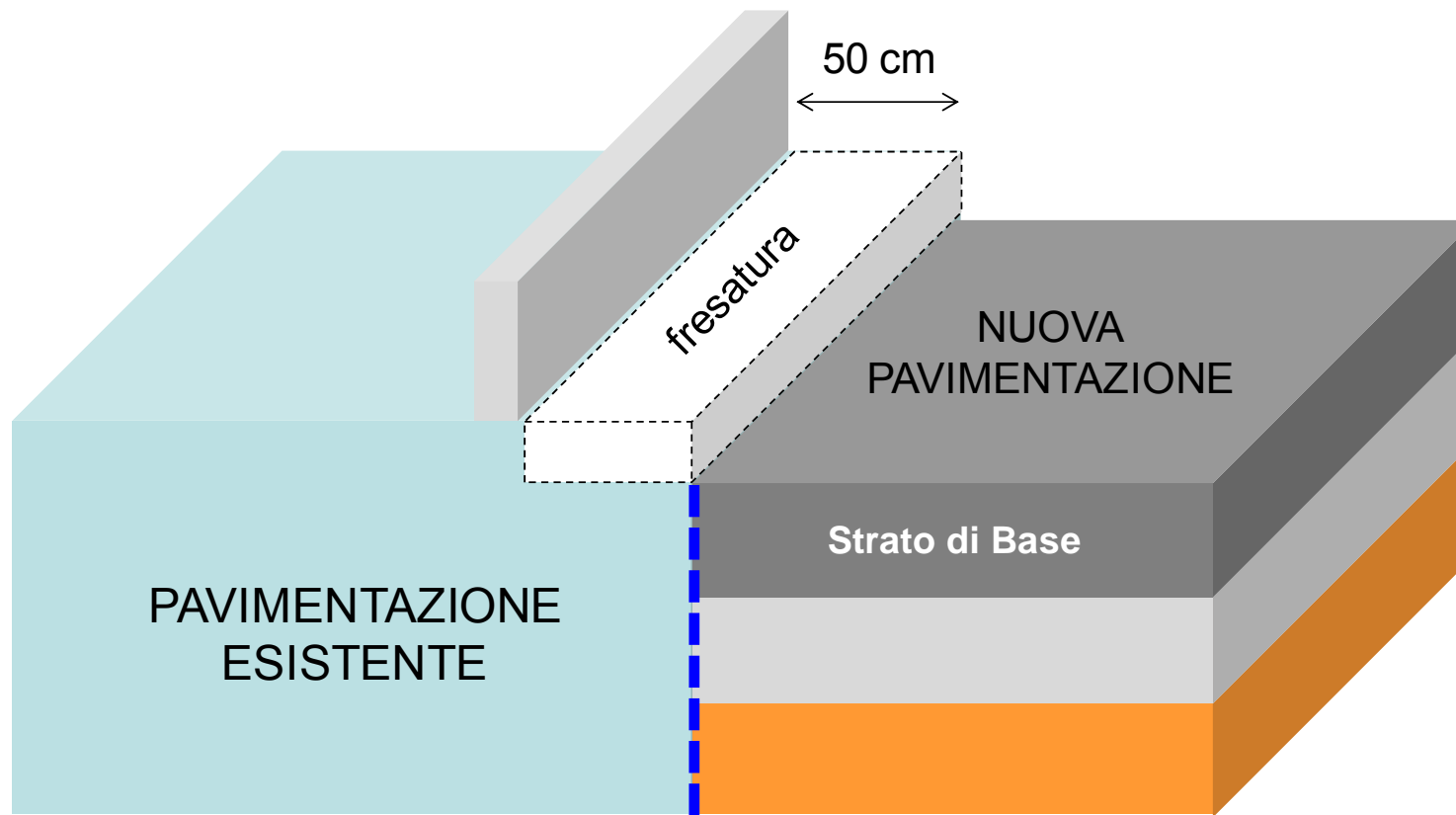
■ Realizzazione Tronco Pilota

Autostrada A14



■ Realizzazione Tronco Pilota

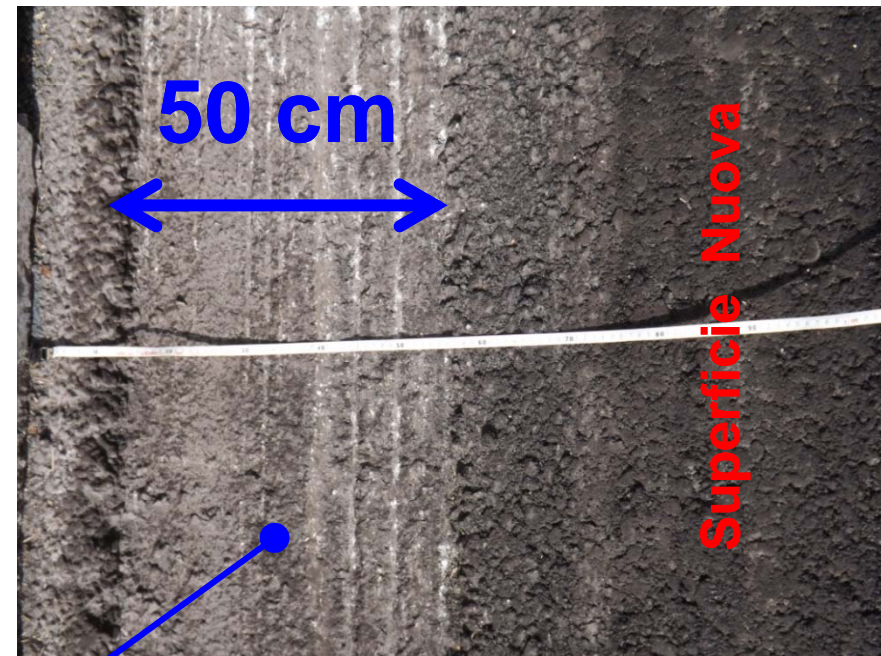
Autostrada A14



Giunto Longitudinale di Costruzione

■ Realizzazione Tronco Pilota

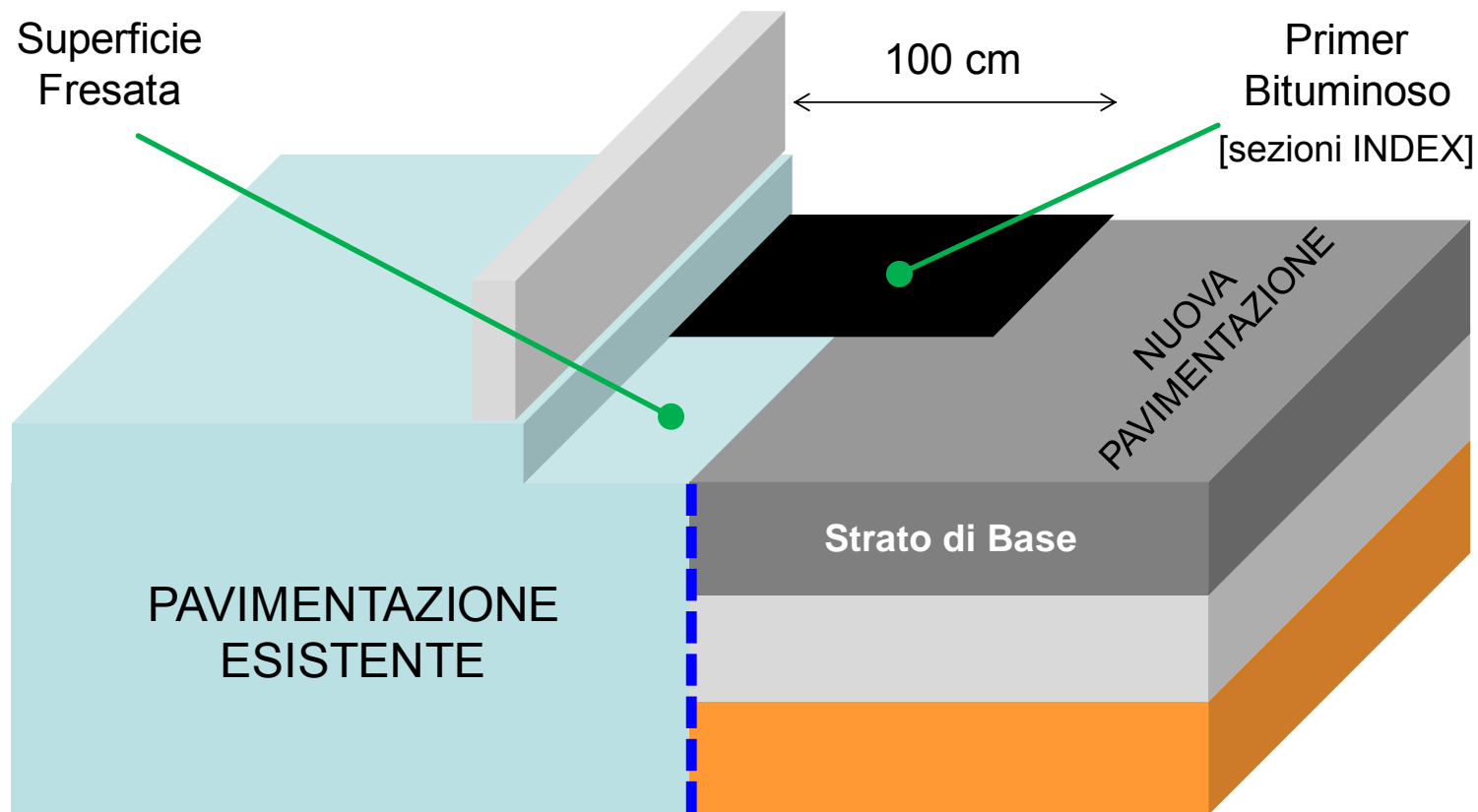
Autostrada A14



Superficie Fresata

■ Realizzazione Tronco Pilota

Autostrada A14

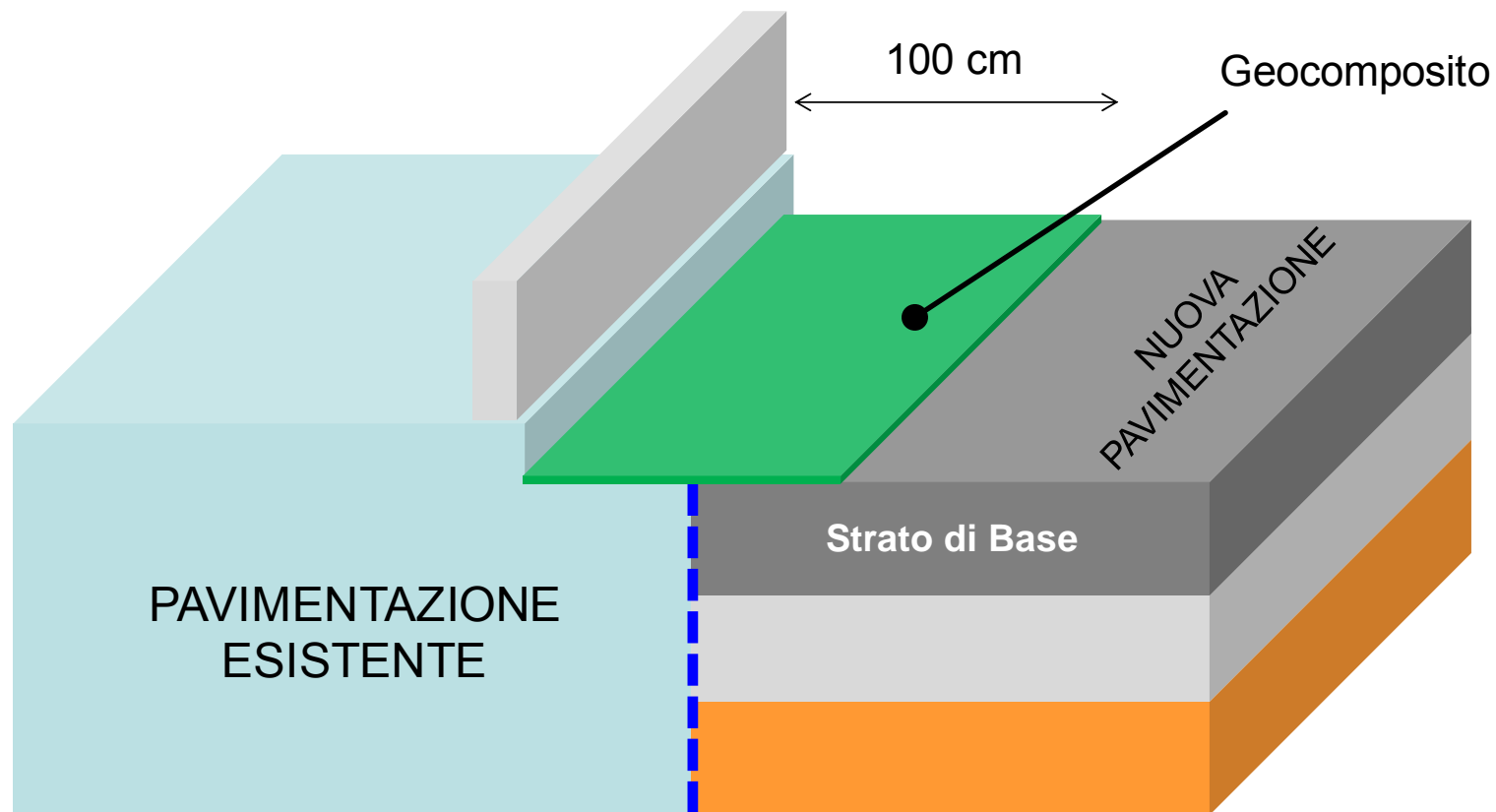


Giunto Longitudinale di Costruzione



■ Realizzazione Tronco Pilota

Autostrada A14



Giunto Longitudinale di Costruzione

■ Realizzazione Tronco Pilota

Autostrada A14



■ Realizzazione Tronco Pilota

Autostrada A14



Giunto Longitudinale di Costruzione



■ Realizzazione Tronco Pilota

Autostrada A14

Nuovo strato di binder

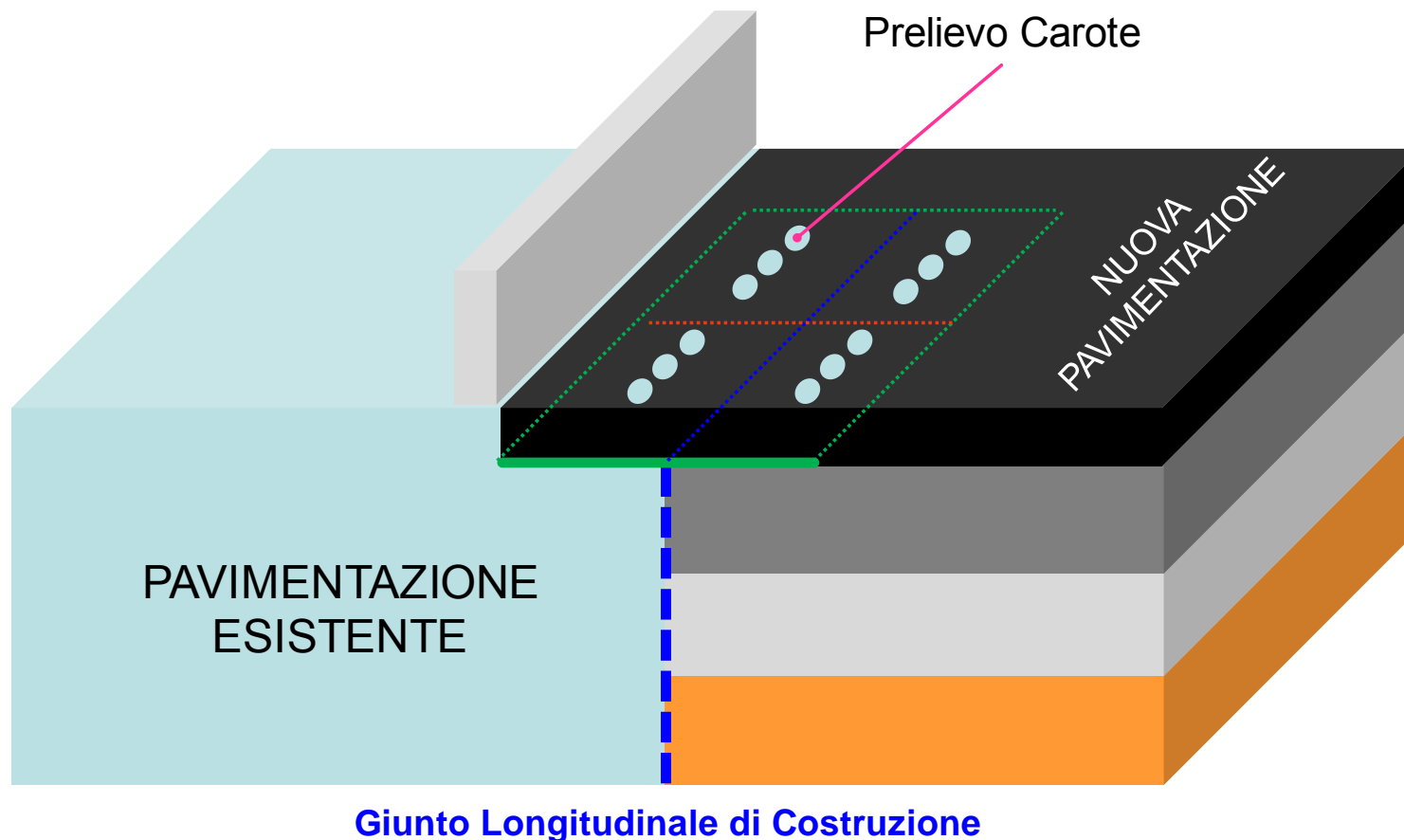


Geocomposito



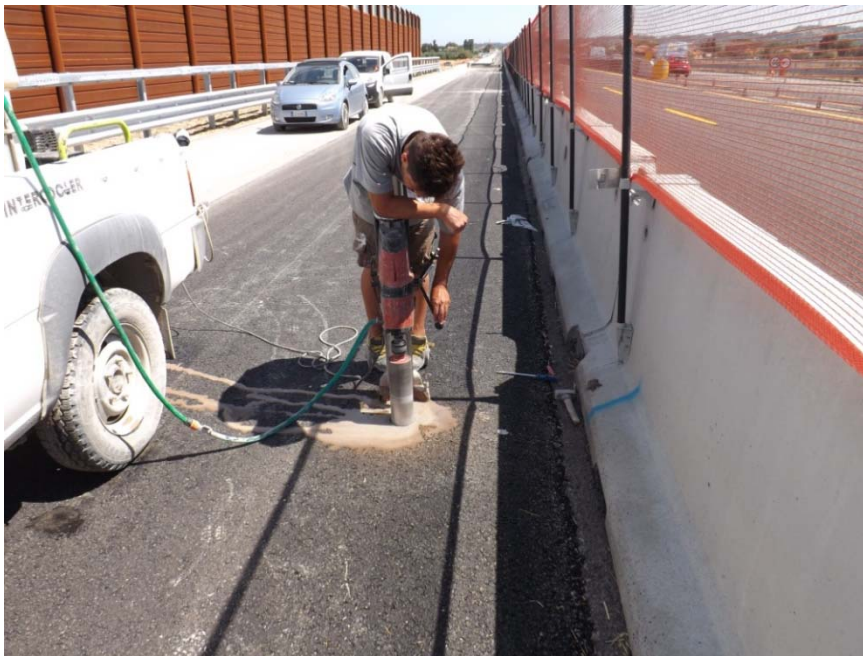
■ Realizzazione Tronco Pilota

Autostrada A14



■ Realizzazione Tronco Pilota

Autostrada A14



Programma Sperimentale di Laboratorio



■ Programma Sperimentale di Laboratorio

Geocompositi/1

SBS 12.5 = AUTOTENE ASFALTICO
ANTIPUMPING HE/TVP

□ 4 geocompositi di rinforzo INDEX:

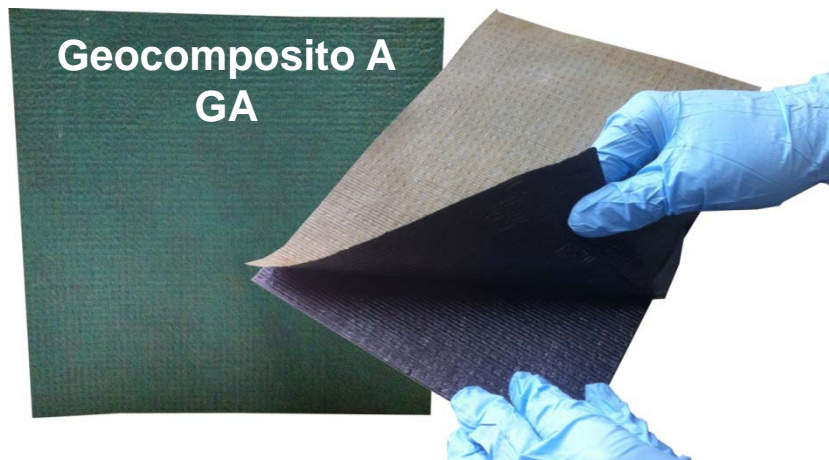
- 2 tipologie di compound (APP, SBS);
- 2 griglie in fibra di vetro ($5.0 \times 5.0 \text{ mm}^2$, $12.5 \times 12.5 \text{ mm}^2$).



■ Programma Sperimentale di Laboratorio

Geocompositi/2

- ❑ 2 geocompositi di riferimento:
 - compound plastomerico (?);
 - rinforzo con tessuto in fibra di vetro.



Resistenza a trazione L/T: 40 kN/m



Resistenza a trazione L/T: 40/24 kN/m

■ Programma Sperimentale di Laboratorio

Preparazione campioni

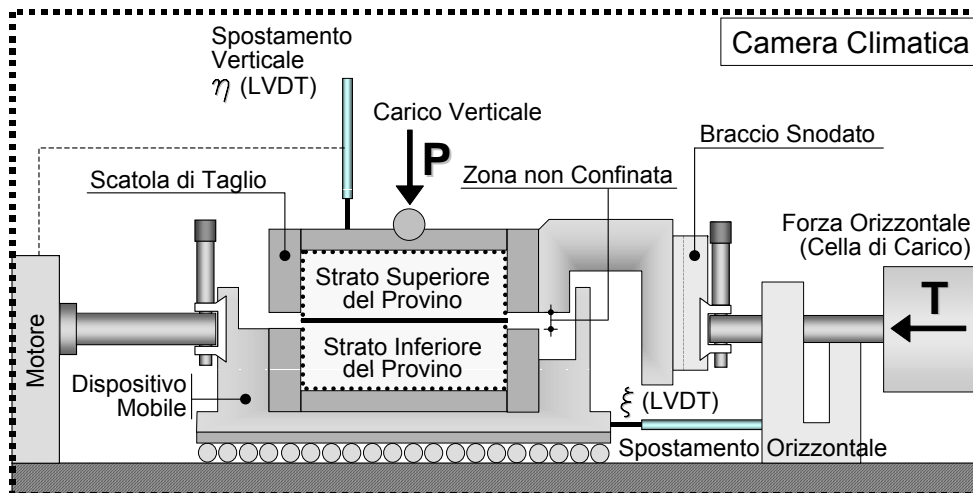
❑ Roller Compactor (UNI EN 12697-33)



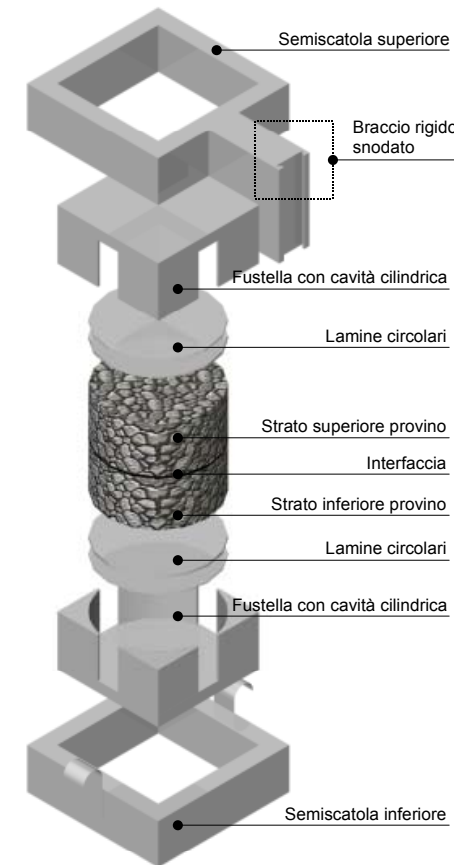
■ Programma Sperimentale di Laboratorio

Resistenza a taglio

□ Prova ASTRA – Norma UNI/TS 11214

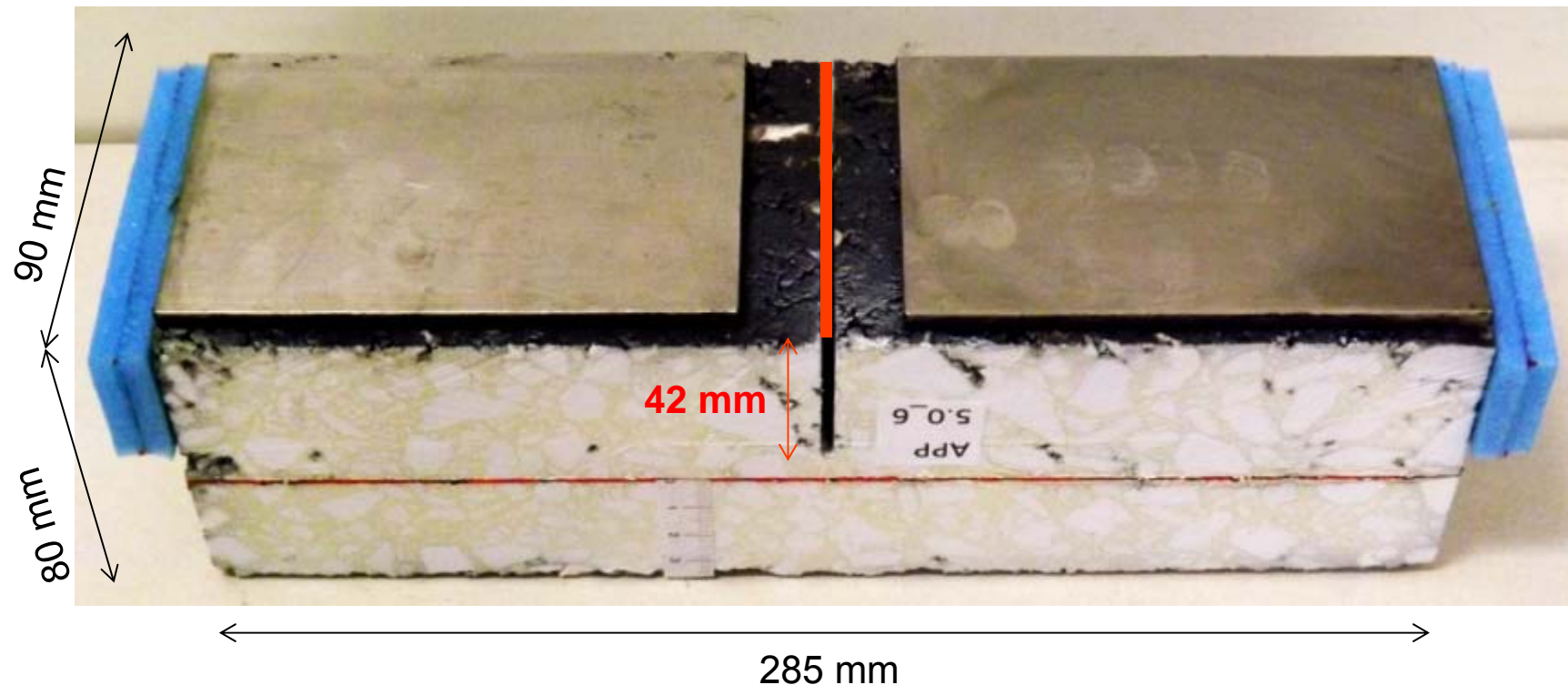


- Preparazione provini con materiali realmente usati in sito;
- condizioni al contorno:
 - GEOMETRICHE (carichi e configurazione);
 - AMBIENTALI (temperatura -20/+60 °C e U.R.);
- velocità di avanzamento = 2,5 mm/min in condizioni standard



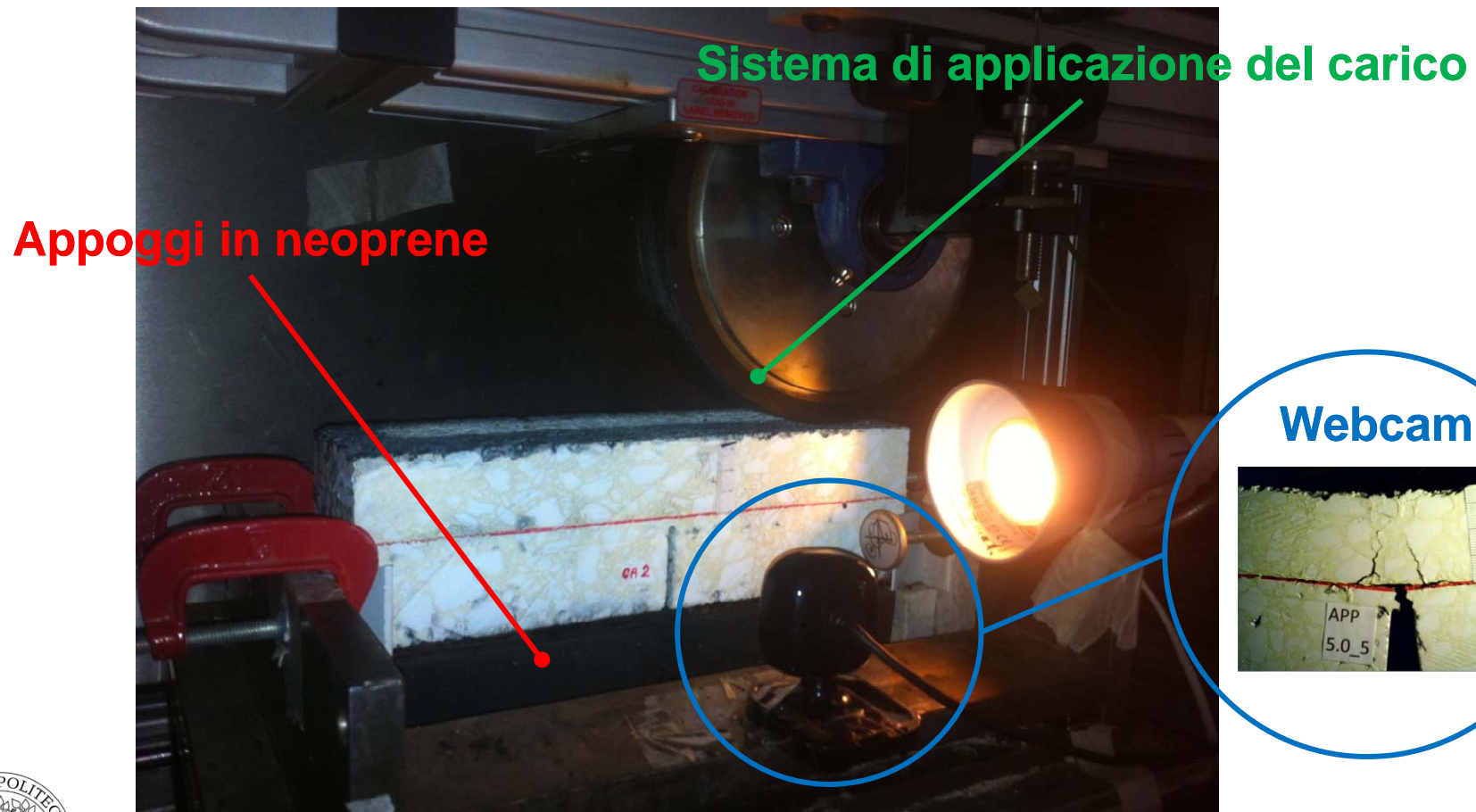
■ Programma Sperimentale di Laboratorio

Resistenza alla fessurazione di riflessione



■ Programma Sperimentale di Laboratorio

Resistenza alla fessurazione di riflessione



■ Programma Sperimentale di Laboratorio

Programma di prove

SBS 12.5 = AUTOTENE ASFALTICO
ANTIPUMPING HE/TVP

PROVA ASTRA

Configurazione	Provini di laboratorio (T = 20°C)			Provini prelevati in sito (T = 20°C, $\sigma = 0.2$ MPa)			
	$\sigma = 0.0$ MPa	$\sigma = 0.2$ MPa	$\sigma = 0.4$ MPa	Superficie nuova		Superficie fresata	
				con primer	senza primer	con primer	senza primer
Non rinforzata	3	3	3	-	3	-	-
APP5.0	3	3	3	3	3	3	3
APP12.5	3	3	3	3	3	3	3
SBS5.0	3	3	3	3	3	3	3
SBS12.5	3	3	3	3	3	3	3
Geocomposito A	3	3	3	-	3	-	3
Geocomposito B	3	3	3	-	3	-	3

REFLECTIVE CRACKING TEST

Configurazione	Provini di laboratorio (T = 30°C)	
	Carico = 520 N	Carico = 615 N
Non rinforzata	2	-
APP5.0	2	2
APP12.5	2	2
SBS5.0	2	2
SBS12.5	2	2
Geocomposito A	2	-
Geocomposito B	2	-

126 Prove ASTRA
22 Prove Anti-reflective Cracking

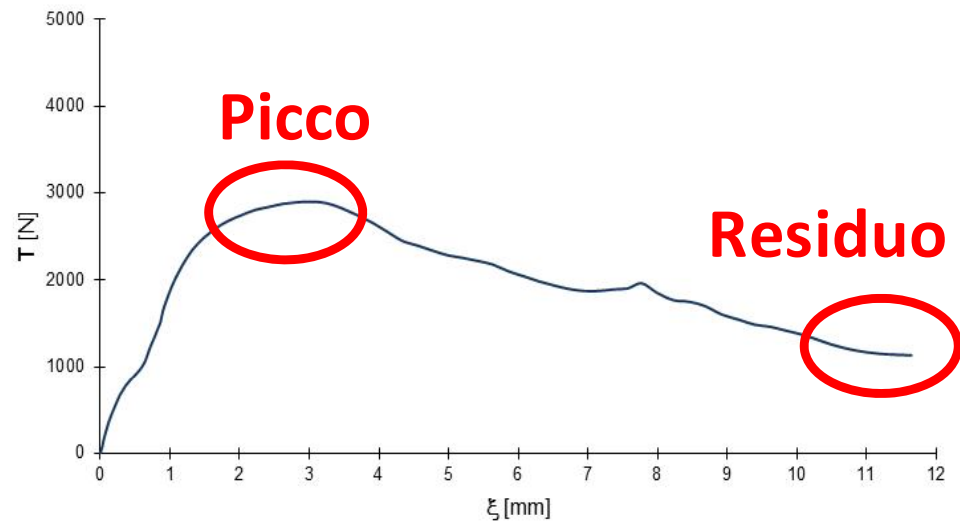
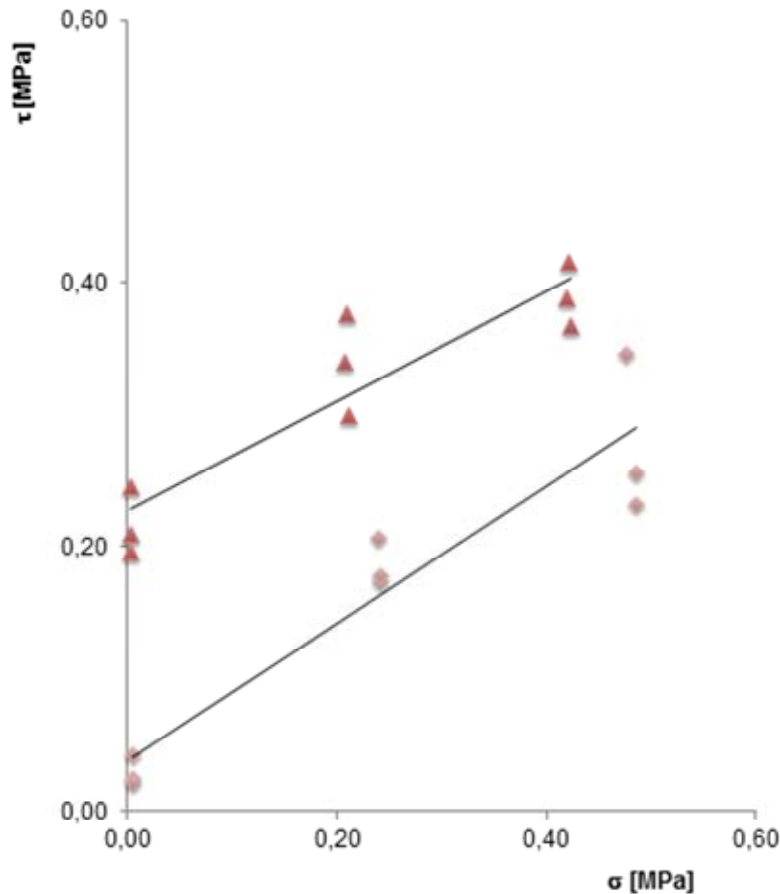


Elaborazione Dati



■ Elaborazione Dati

Prova ASTRA



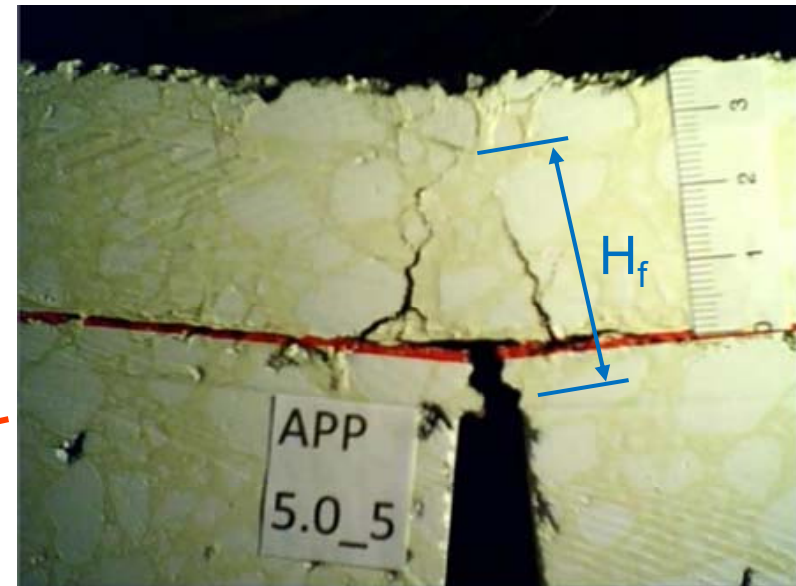
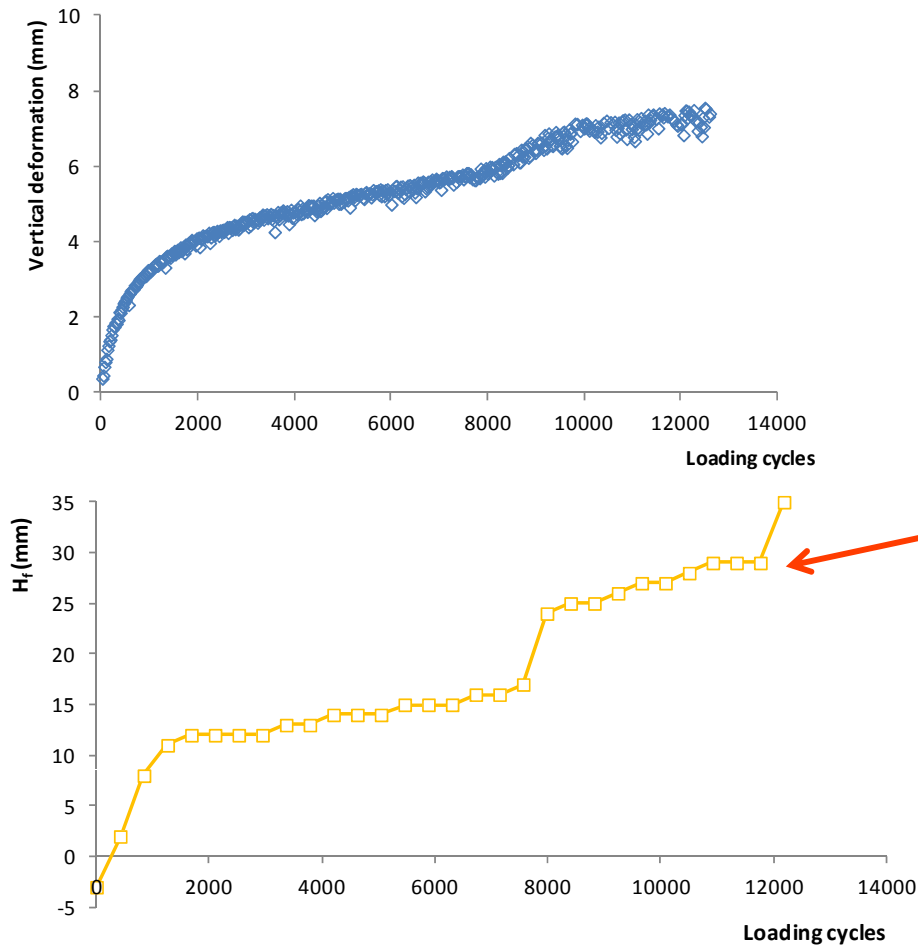
$$\tau_{peak} = \sigma_n \tan \varphi_{peak} + c_0$$

$$\tau_{res} = \sigma_n \tan \varphi_{res} + c_{res}$$



■ Elaborazione Dati

Prova anti-reflective cracking



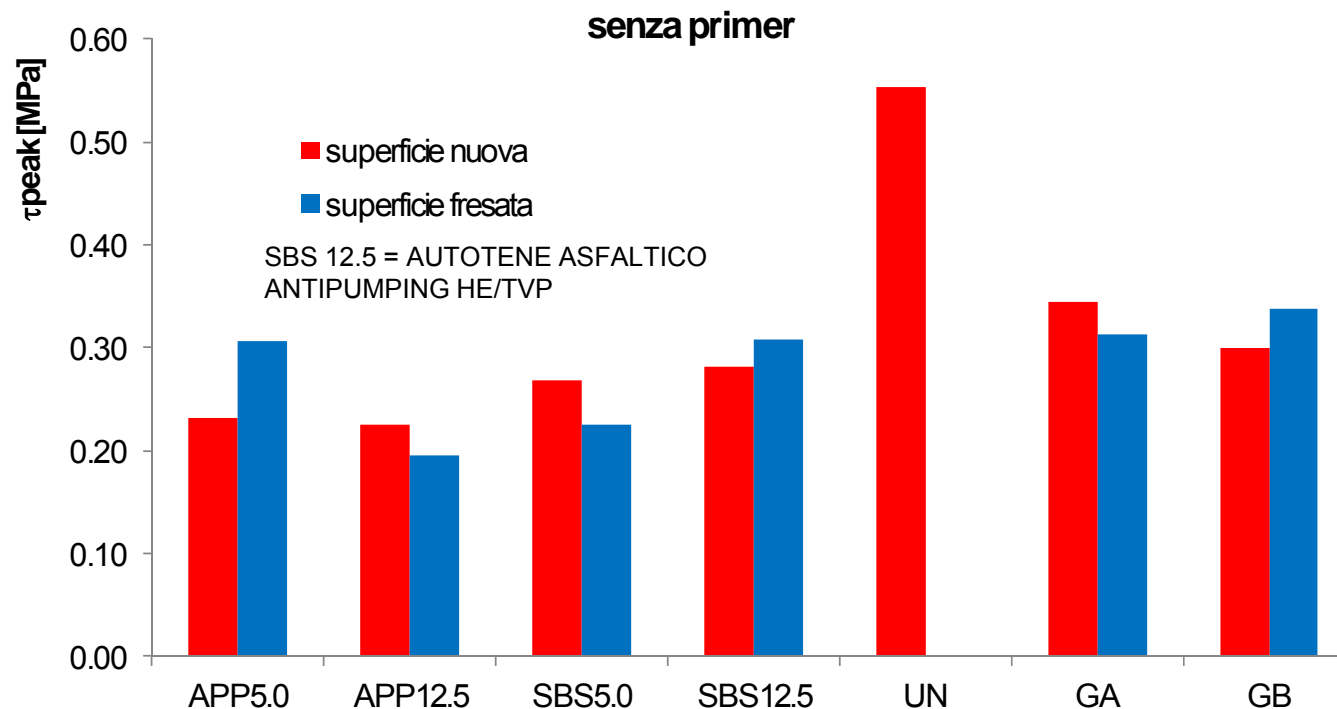
Analisi Risultati



■ Analisi Risultati

Prova ASTRA

Campioni prelevati in sito – $T = 20\text{ °C}$; $\sigma = 0.2\text{ MPa}$



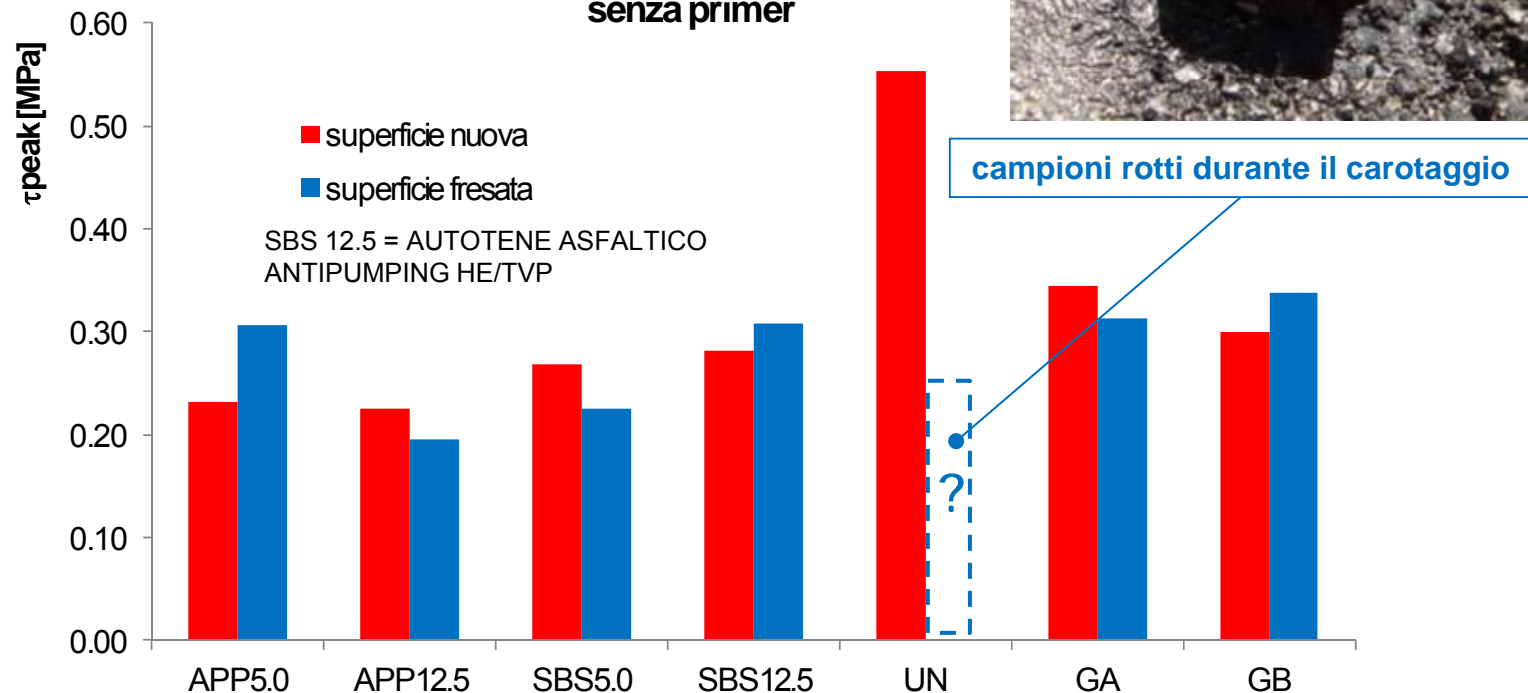
- ❑ Resistenza a taglio ridotta in presenza del rinforzo (sup. nuova)
- ❑ Resistenza a taglio garantita in presenza di superficie fresata



■ Analisi Risultati

Prova ASTRA

Campioni prelevati in sito – $T = 20\text{ °C}$; σ
senza primer



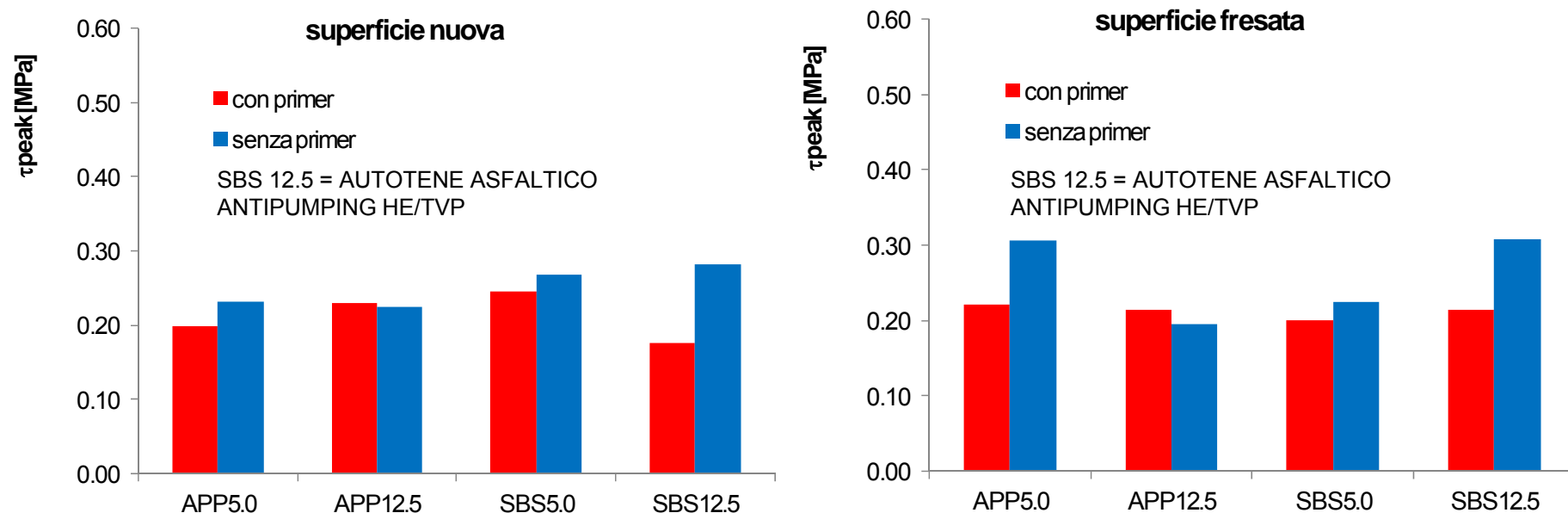
- ❑ Resistenza a taglio ridotta in presenza del rinforzo (sup. nuova)
- ❑ Resistenza a taglio garantita in presenza di superficie fresata



■ Analisi Risultati

Prova ASTRA

Campioni prelevati in sito – $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\sigma = 0.2\text{ MPa}$



- Compound SBS garantisce prestazioni mediamente superiori
- Agente legante all'interfaccia inibisce membrana termo-adesiva



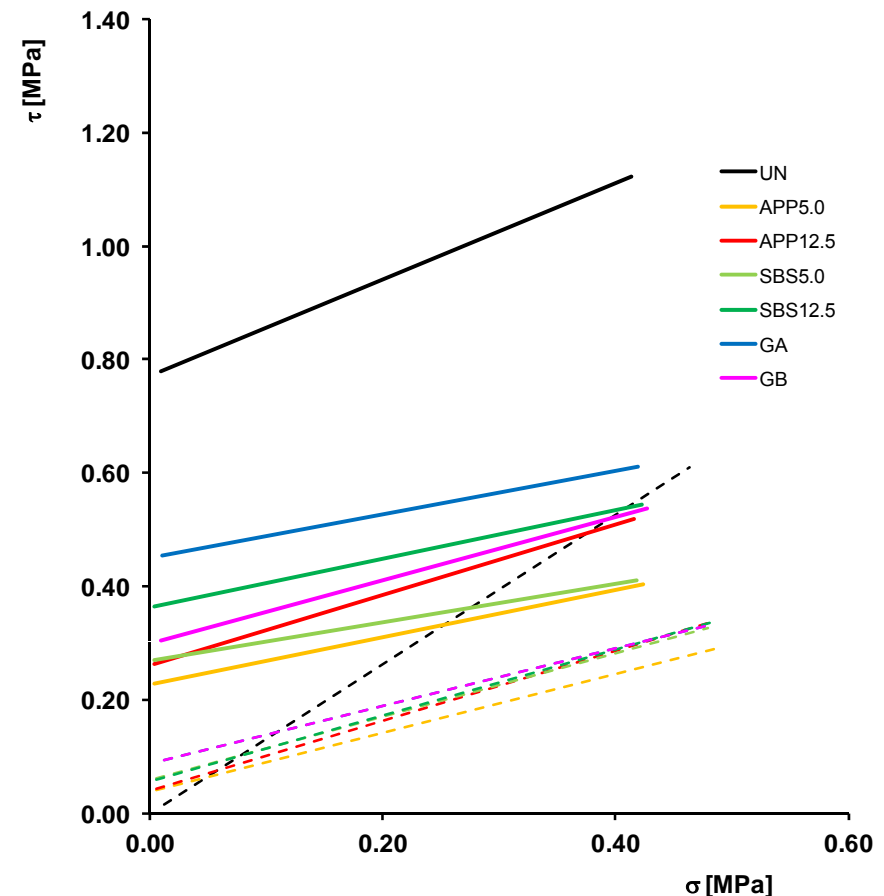
■ Analisi Risultati

Prova ASTRA

SBS 12.5 = AUTOTENE ASFALTICO
ANTIPUMPING HE/TVP

Campioni preparati in laboratorio – T = 20 °C

- ❑ Resistenza a taglio ridotta in presenza del rinforzo (de-bonding controllato)
- ❑ Presenza di coesione residua nelle condizioni di attrito (post-picco)

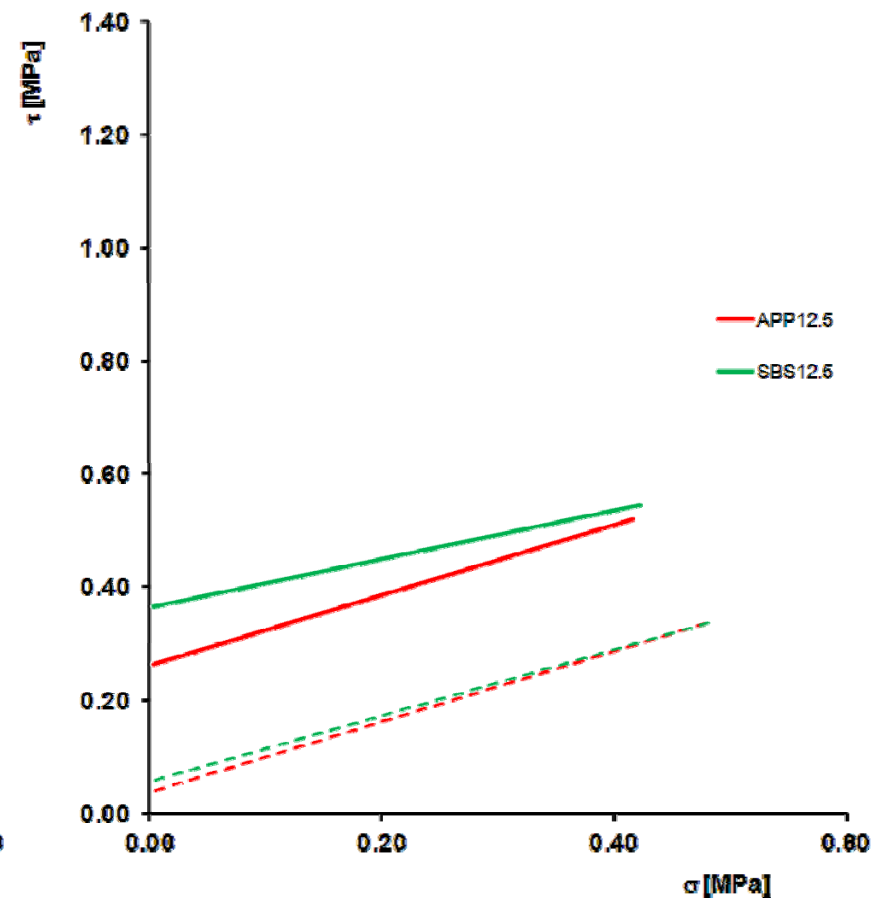
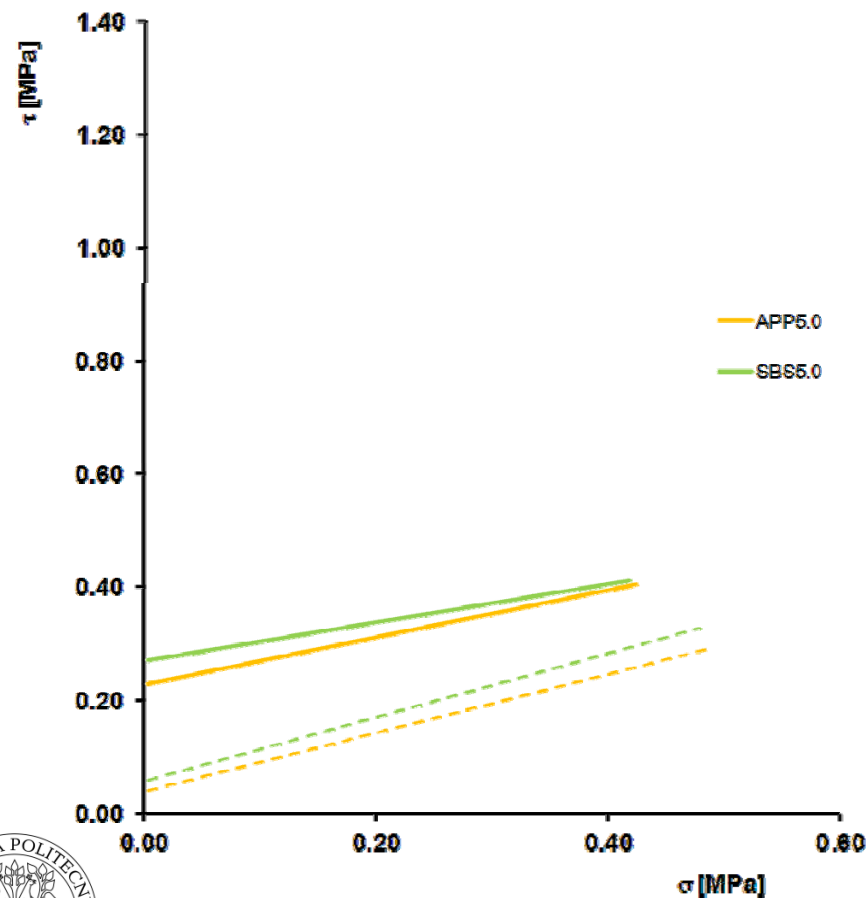


■ Analisi Risultati

Prova ASTRA

SBS 12.5 = AUTOTENE ASFALTICO
ANTIPUMPING HE/TVP

Campioni preparati in laboratorio – T = 20 °C

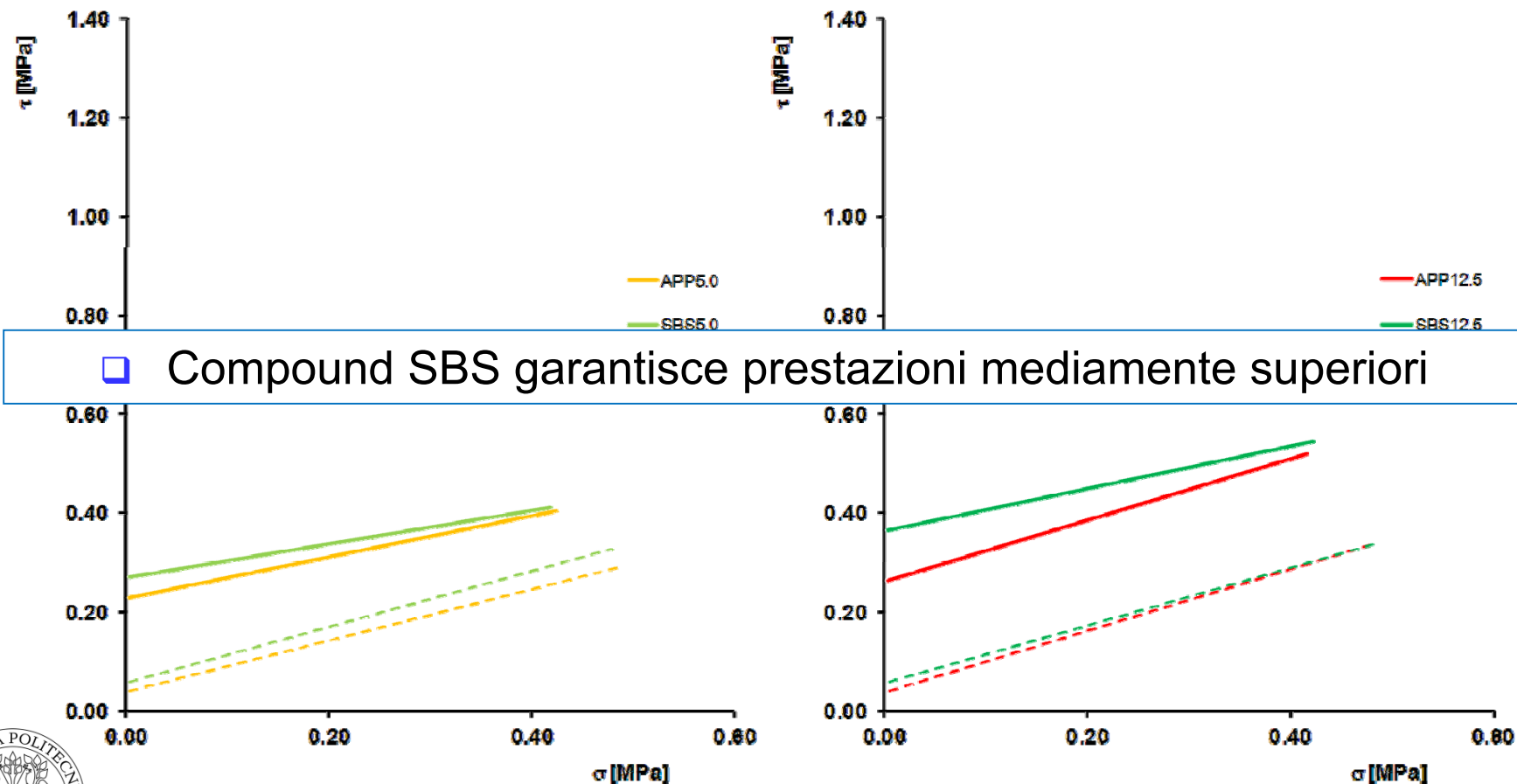


■ Analisi Risultati

Prova ASTRA

SBS 12.5 = AUTOTENE ASFALTICO
ANTIPUMPING HE/TVP

Campioni preparati in laboratorio – T = 20 °C



□ Compound SBS garantisce prestazioni mediamente superiori

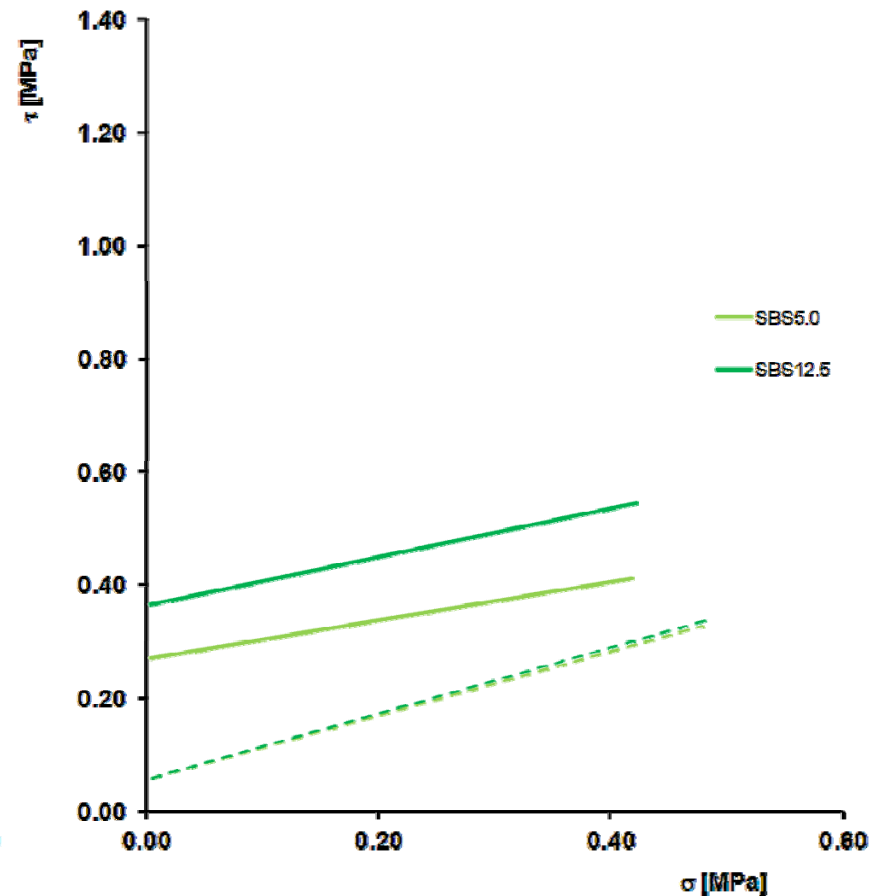
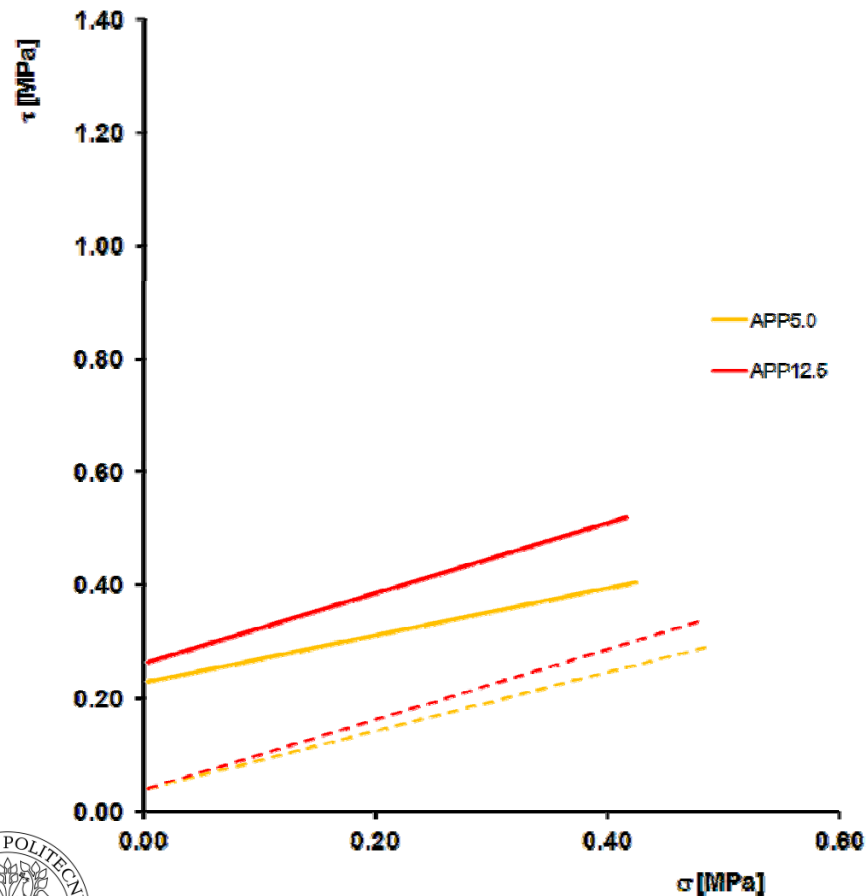


■ Analisi Risultati

Prova ASTRA

SBS 12.5 = AUTOTENE ASFALTICO
ANTIPUMPING HE/TVP

Campioni preparati in laboratorio – T = 20 °C

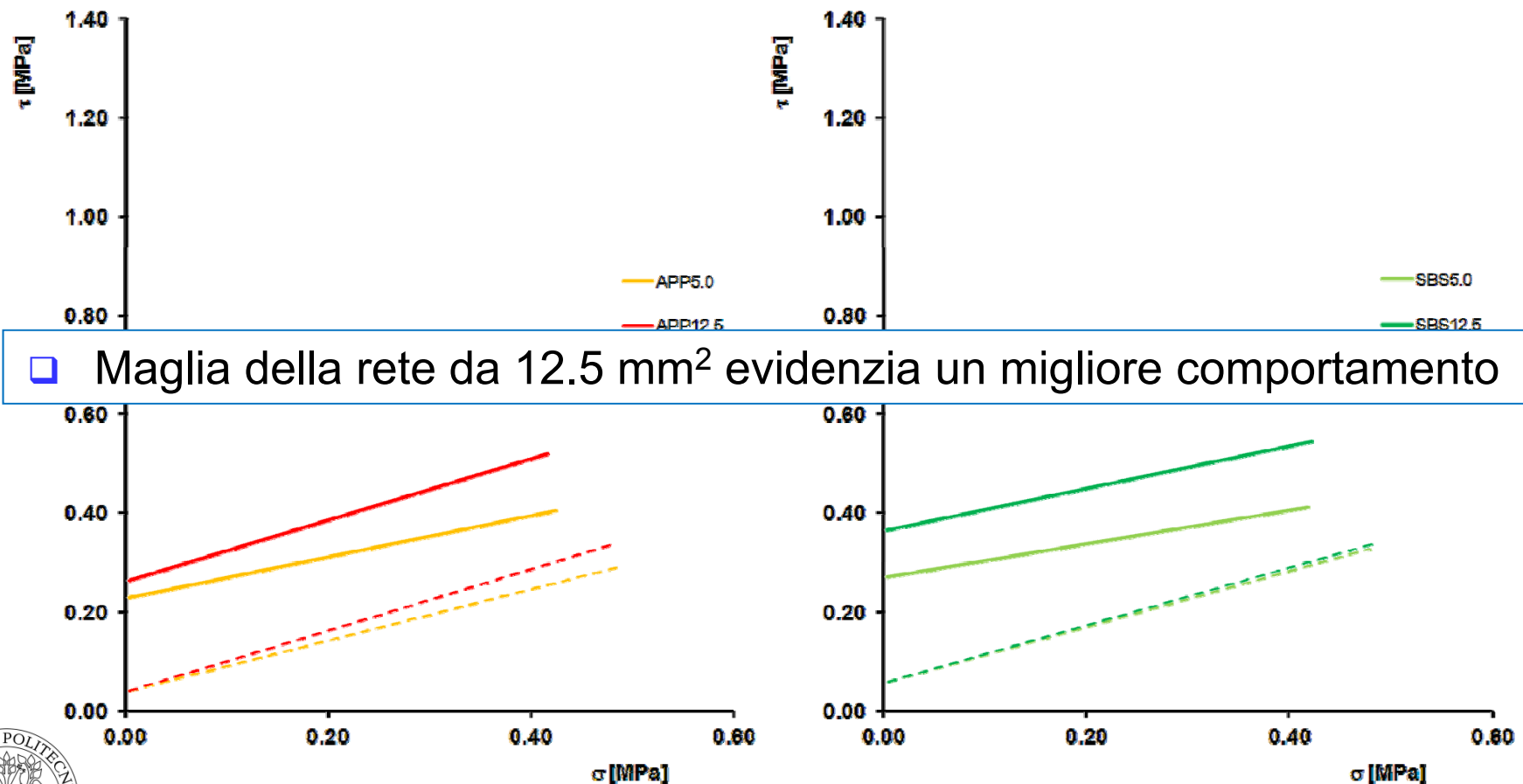


■ Analisi Risultati

Prova ASTRA

SBS 12.5 = AUTOTENE ASFALTICO
ANTIPUMPING HE/TVP

Campioni preparati in laboratorio – T = 20 °C

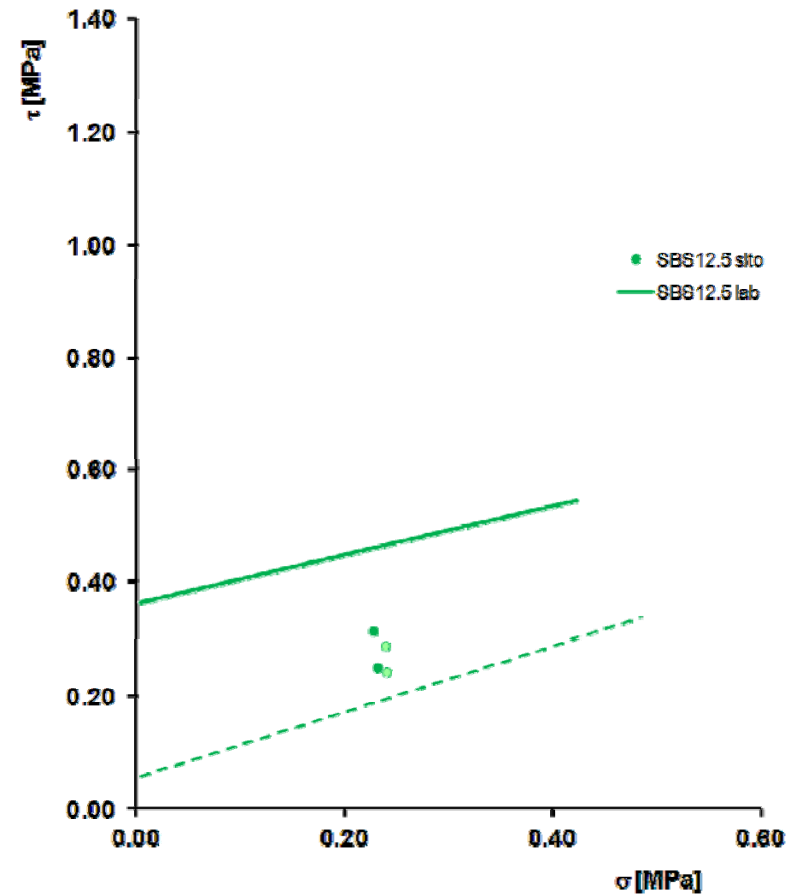
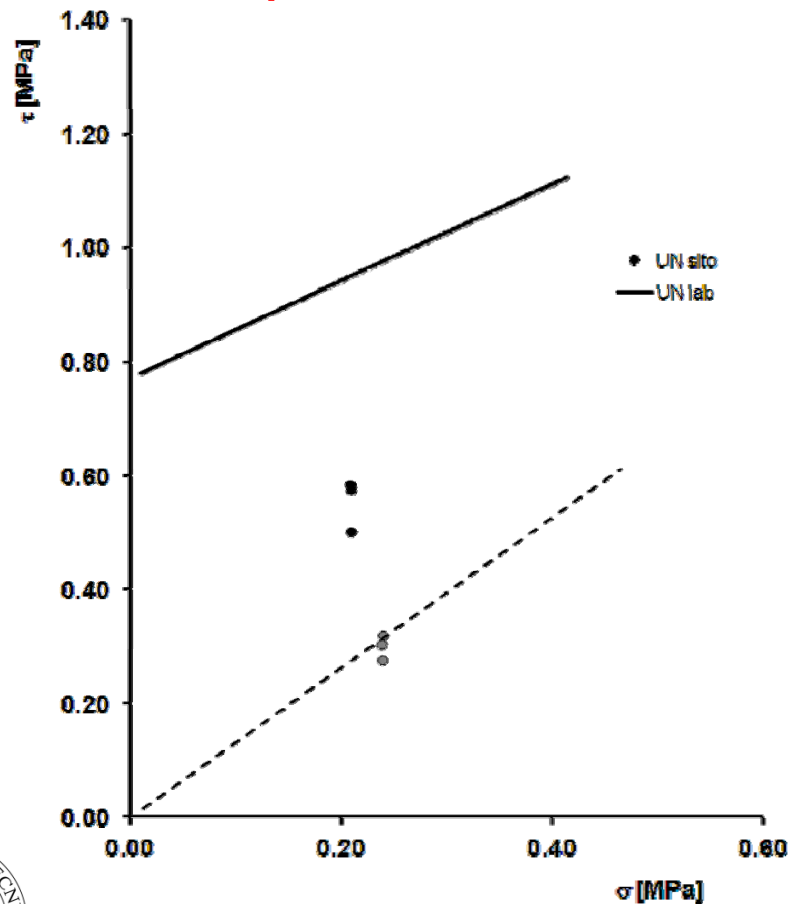


■ Analisi Risultati

Prova ASTRA

SBS 12.5 = AUTOTENE ASFALTICO
ANTIPUMPING HE/TVP

Campioni di laboratorio vs. Provini prelevati in sito – T = 20 °C

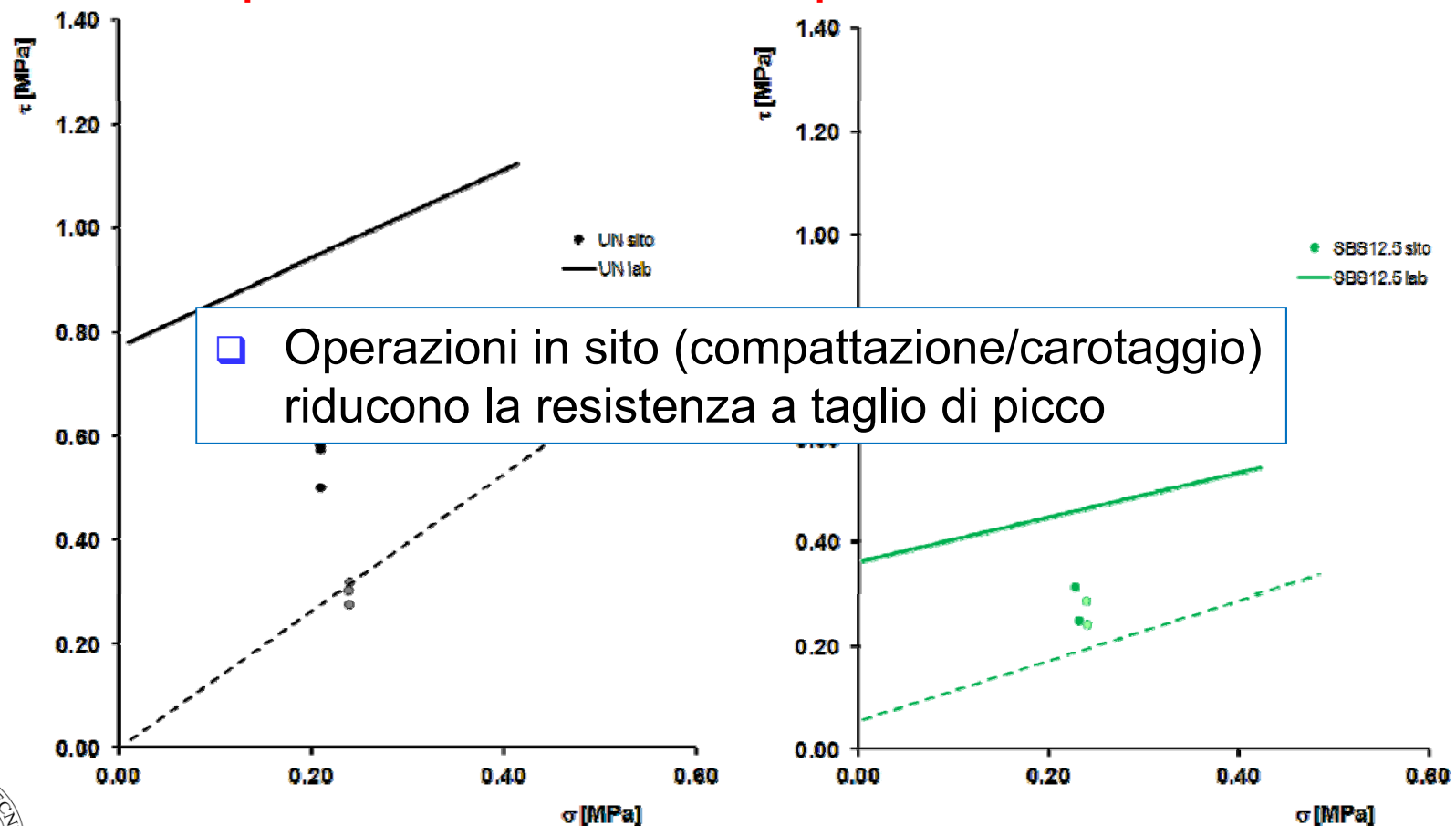


■ Analisi Risultati

Prova ASTRA

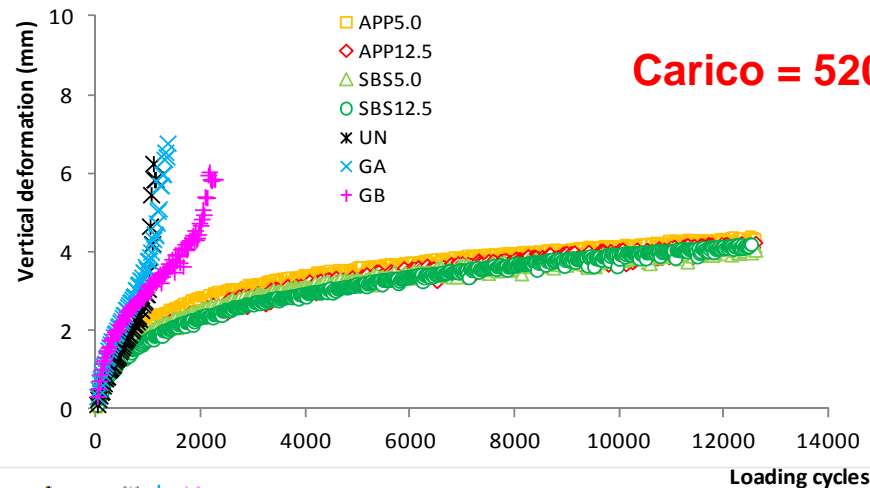
SBS 12.5 = AUTOTENE ASFALTICO
ANTIPUMPING HE/TVP

Campioni di laboratorio vs. Provini prelevati in sito – T = 20 °C

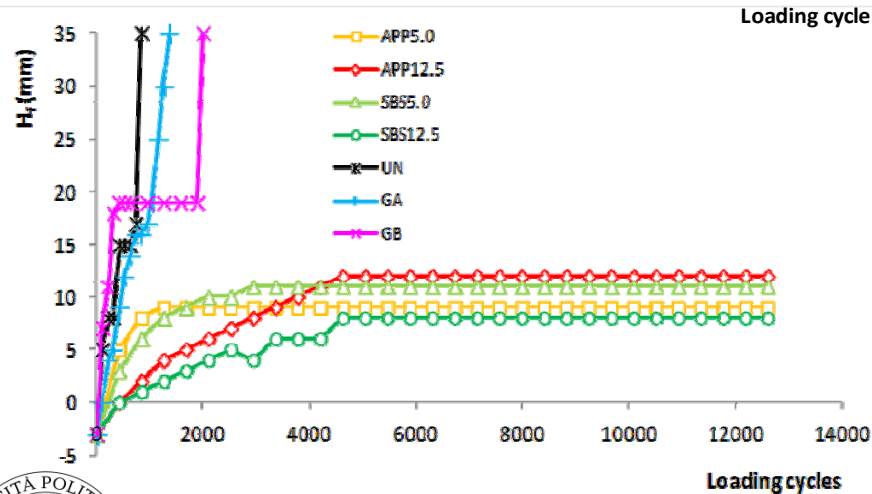
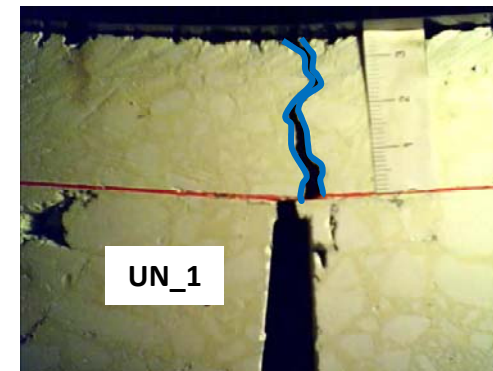


■ Analisi Risultati

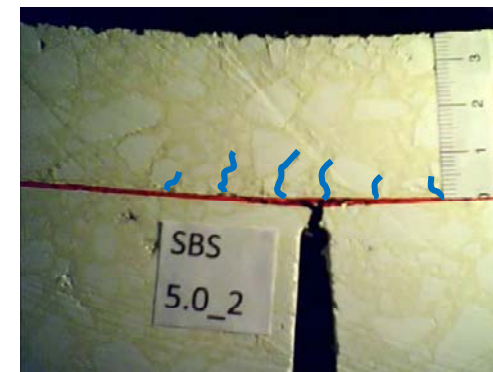
Prova anti-reflective cracking



SBS 12.5 = AUTOTENE ASFALTICO
ANTIPUMPING HE/TVP



12600 cicli di carico



■ Analisi Risultati

Prova anti-reflective cracking

Carico = 520 N – T = 30 °C

Non Rinforzata



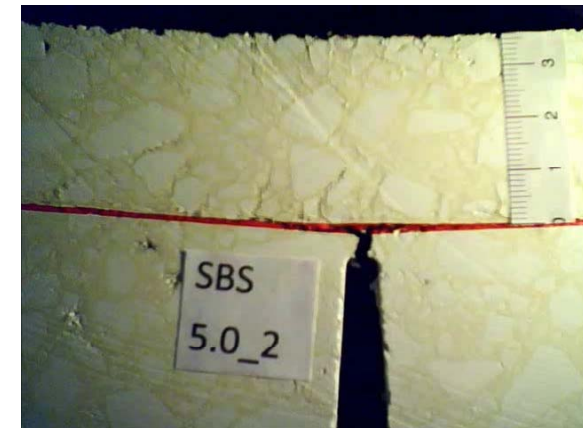
1000 cicli di carico

Geocomposito A



2000 cicli di carico

Index [SBS5.0]



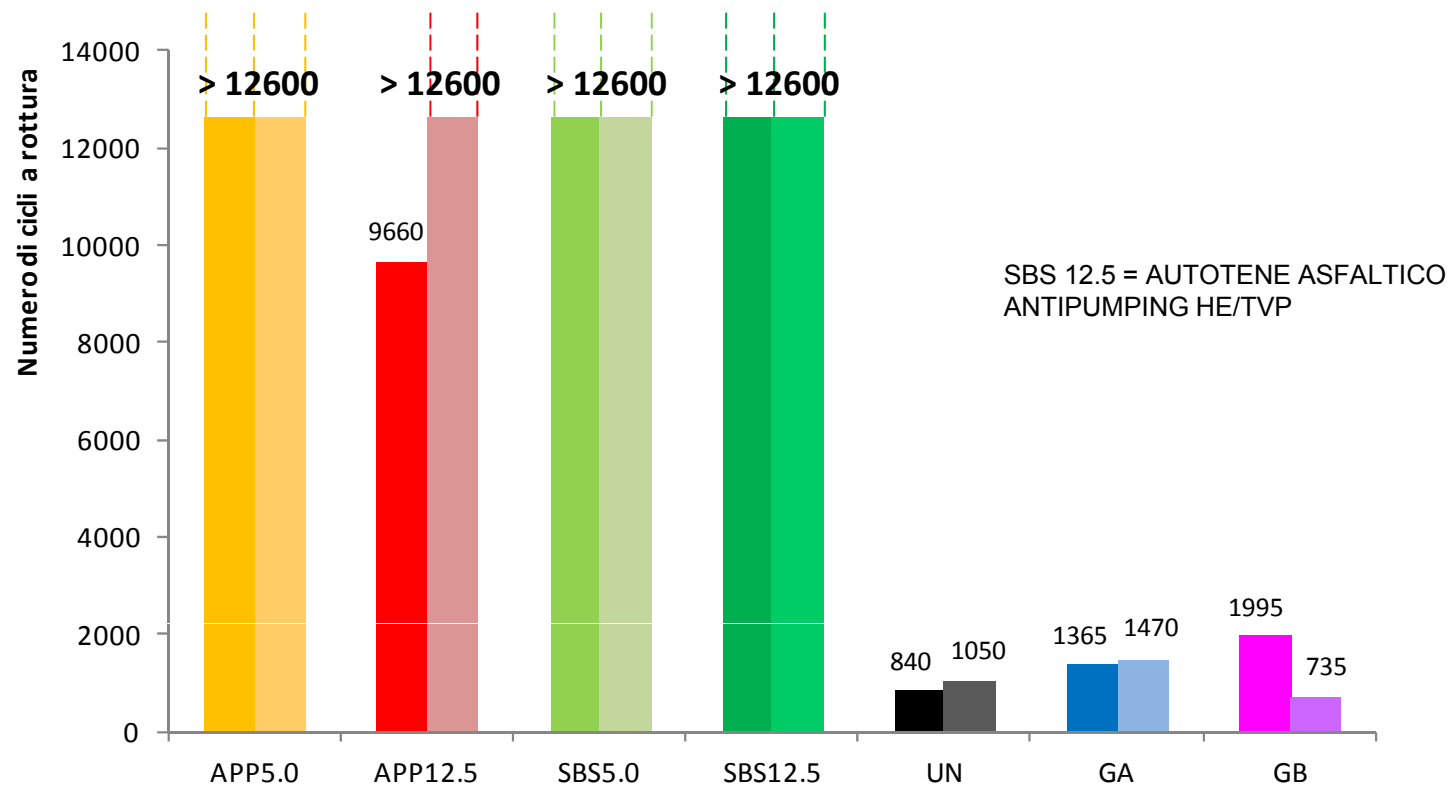
12600 cicli di carico

INDEX: prestazioni anti-reflective cracking almeno 5 volte superiori

■ Analisi Risultati

Prova anti-reflective cracking

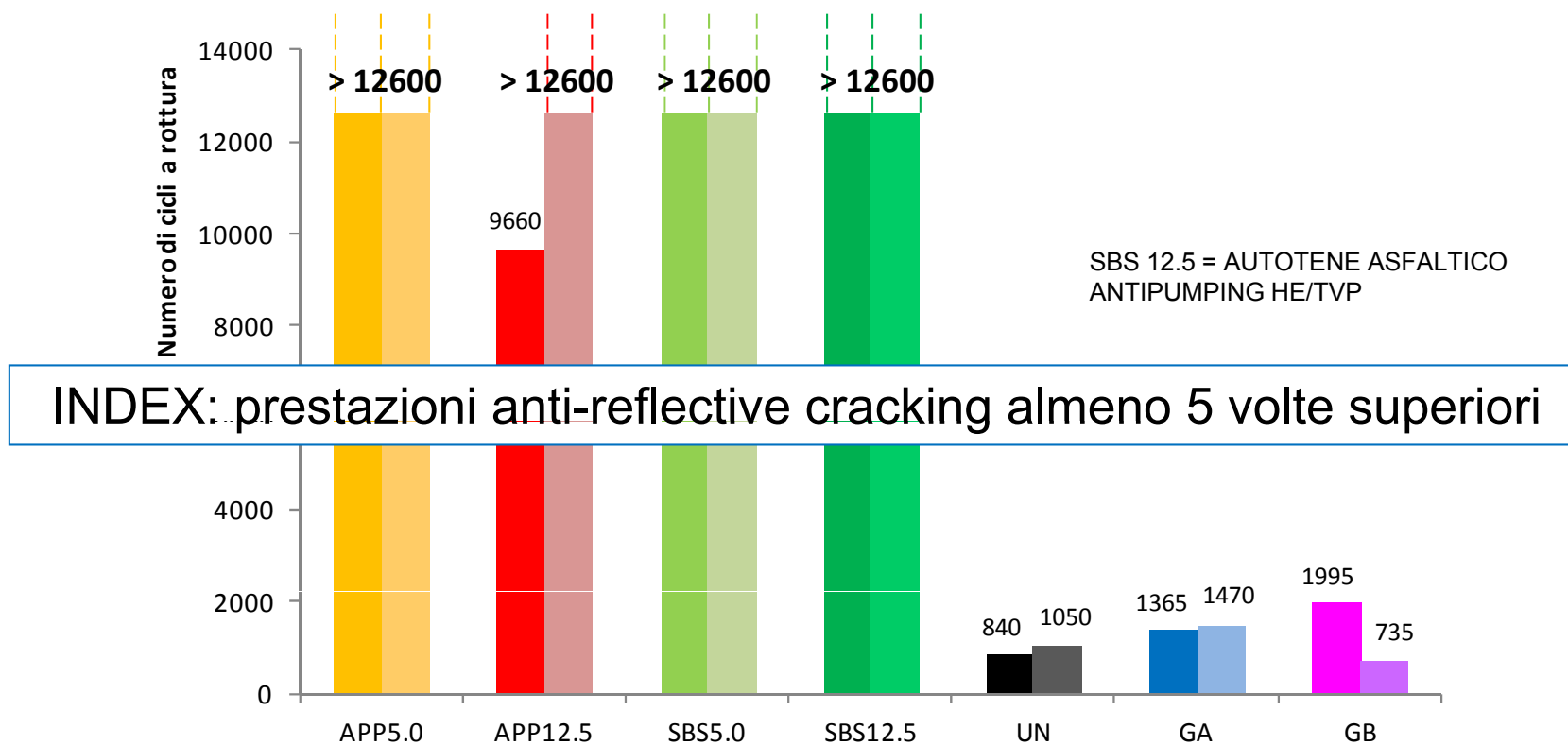
Carico = 520 N – T = 30 °C



■ Analisi Risultati

Prova anti-reflective cracking

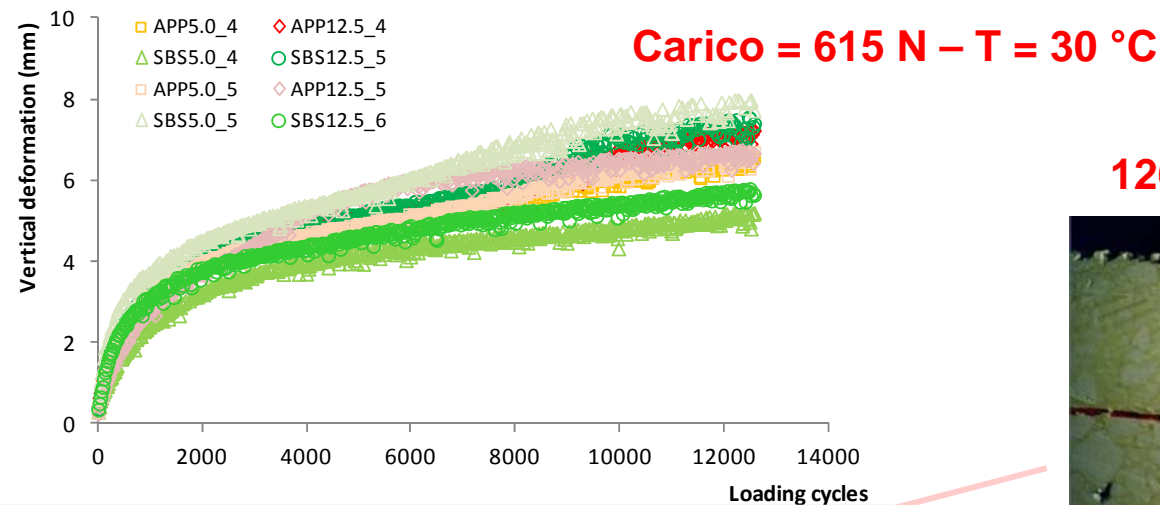
Carico = 520 N – T = 30 °C



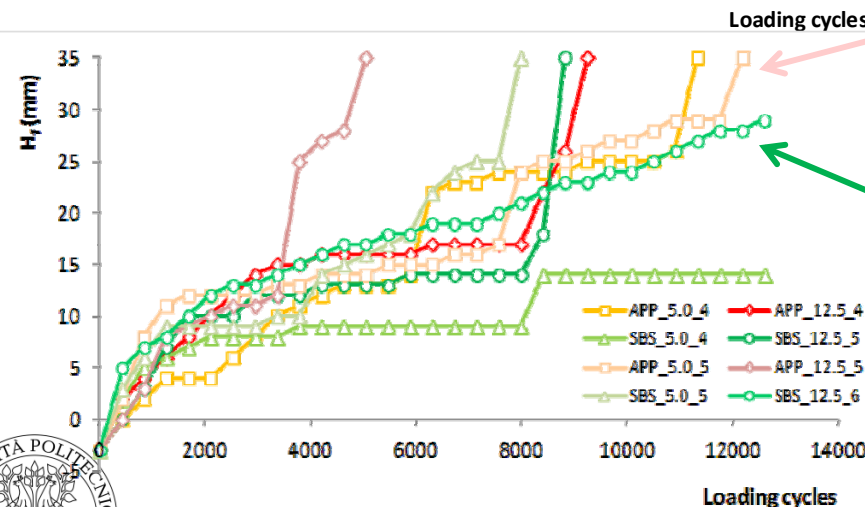
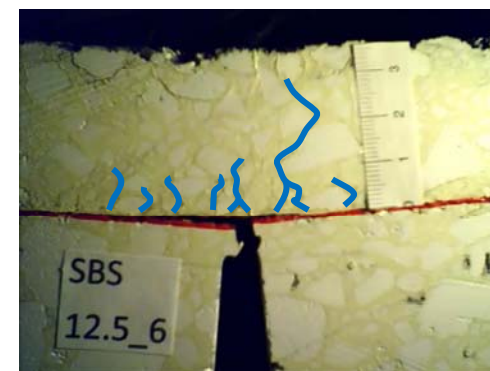
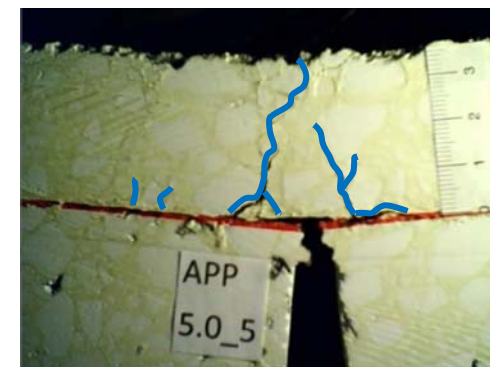
■ Analisi Risultati

Prova anti-reflective cracking

SBS 12.5 = AUTOTENE ASFALTICO
ANTIPUMPING HE/TVP

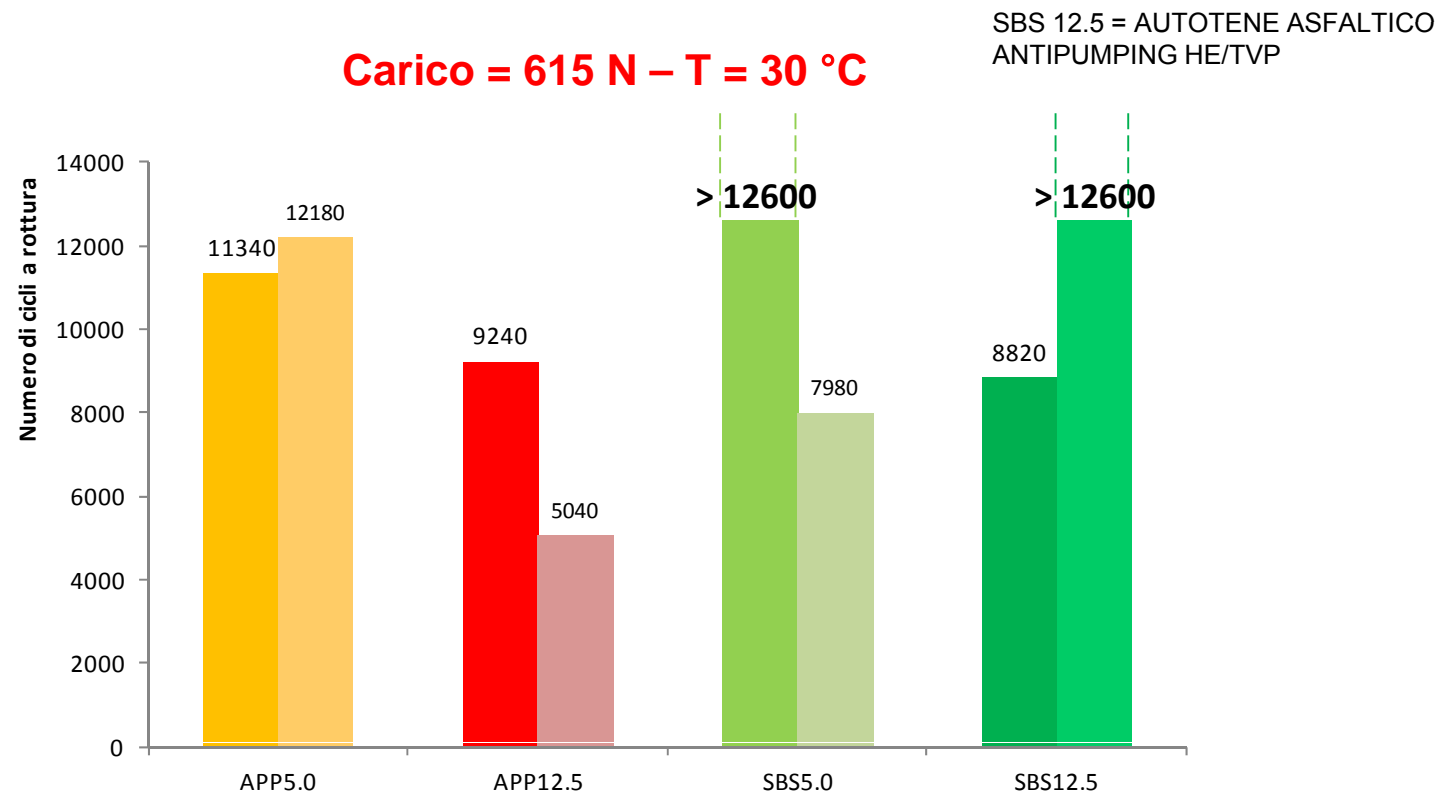


12600 cicli di carico



■ Analisi Risultati

Prova anti-reflective cracking



- ❑ Compound SBS mostra prestazioni tendenzialmente superiori
- ❑ Non si evidenziano differenze sensibili fra le diverse armature



Conclusioni



■ Conclusioni

- ❑ Resistenza a taglio ridotta nel caso di interfacce rinforzate (***de-bonding controllato***)
- ❑ Resistenza a taglio garantita su superficie fresata (no mano d'attacco)
- ❑ Applicazione mano d'attacco non necessaria (sup. nuova e fresata)
- ❑ Effetto impermeabilizzante (no effetto pumping e infiltrazioni profonde)
- ❑ **Notevole resistenza nei confronti della fessurazione di riflessione**
- ❑ Soluzione ottimizzata: compound SBS + rete con maglia da 12.5 mm² (AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING HE/TVP)



■ Pubblicazioni Scientifiche

- i. F. Canestrari, E. Pasquini, L. Belogi, “Optimization of geocomposites for double-layered bituminous systems”, RILEM Bookseries, Vol. 4, 2012 – 7th RILEM International Conference on Cracking in Pavements, Delft, 2012;
- ii. E. Pasquini, M. Bocci, F. Canestrari, “Laboratory characterization of optimized geocomposites for asphalt pavement reinforcement”, Geosynthetics International, Vol. 21(1), 2014;
- iii. E. Pasquini, F. Cardone, F. Canestrari, “Moisture sensitivity of interlayers between conventional and porous asphalt mixes”, 12th ISAP Conference on Asphalt Pavements ISAP2014, Raleigh, 2014;
- iv. E. Pasquini, M. Pasetto, F. Canestrari, “Geocomposites against Reflective Cracking in Asphalt Pavements: Laboratory Simulation and Field Application”, Materials and Design, 2014;
- v. F. Canestrari, G. Ferrotti, M. Abuaddous, E. Pasquini, “Geocomposite-reinforcement of polymer-modified asphalt systems”, 8th International RILEM SIB Symposium, Ancona, 2015.



Grazie per l'attenzione

