

# CEMENTO E CALCESTRUZZO: IL CONTRIBUTO ALLA SOSTENIBILITÀ E ALLA DECARBONIZZAZIONE DELLE COSTRUZIONI

Seminario CTE

Milano, 26 settembre 2023

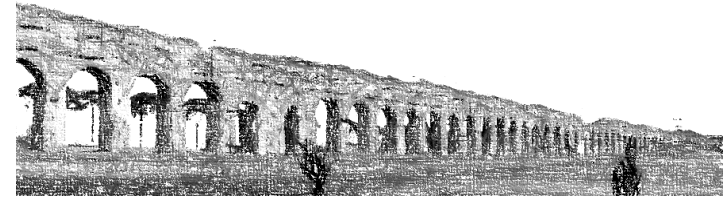
*R. Cucitore*

*Italcementi SpA*

# Un materiale che ci accompagna da millenni



Pantheon (115 d.c.)



*Vi è altresì un tipo di polvere che per natura procura risultati ammirevoli. Si forma nella regione di Baia, nei campi di municipi che si trovano intorno al monte Vesuvio. Esso mescolato a calce e pietrame non solo assicura solidità agli altri impianti, ma anche i moli quando sono costruiti in mare si solidificano sotto acqua. E sembra che ciò accada ....*

Vitruvio, *De architectura*, II, 6, 1 (15 a.c.)

## La sostenibilità deve avere basi solide...

---

Qualunque sia l'indicatore di sostenibilità preso in considerazione per un **materiale** da costruzione, non si può prescindere dalla **durata di vita utile** nel tempo e dalla sua capacità di **resistere ad eventi avversi**.



## ... e la sostenibilità deve essere a portata di mano

La regionalità dei materiali da costruzione (**km zero**) è un elemento fondamentale per la sostenibilità della filiera, non solo in termini di CO<sub>2</sub>.



# Il ciclo di produzione del cemento



# Le fasi del ciclo produttivo del cemento

## MACINAZIONE

Materie prime



Farina

## COTTURA

Farina



it.wikipedia.org

Clinker

## MACINAZIONE

Clinker + gesso + altri costituenti



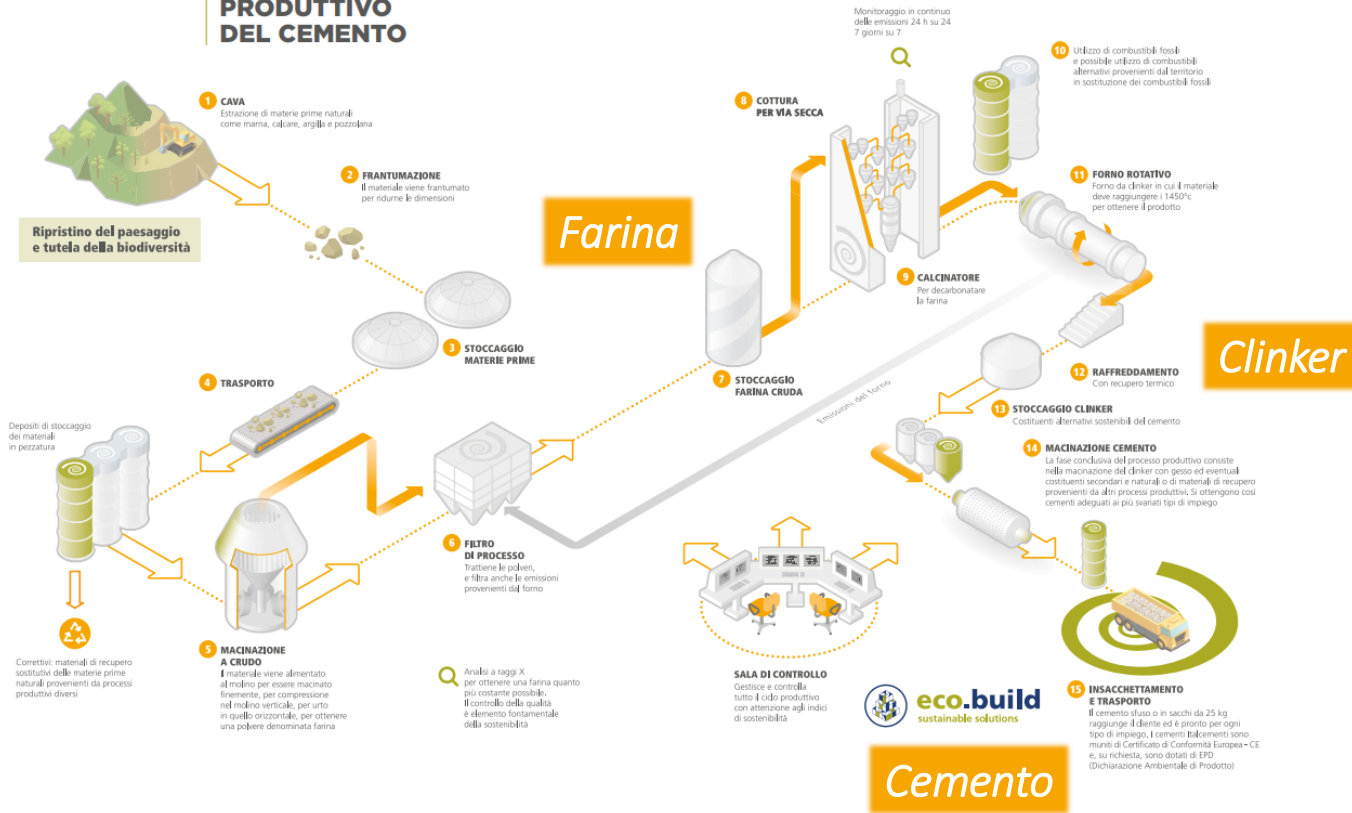
Cemento

# Il ciclo di produzione del cemento

TERMOCEM  
green 42,5 N

## IL CICLO PRODUTTIVO DEL CEMENTO

PRODUCT  
DECLARATION

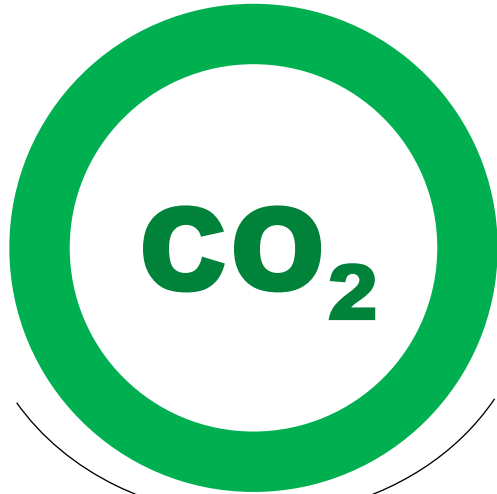


# Principali metriche di sostenibilità nel settore cemento





## Non solo CO<sub>2</sub>



Impatto CO<sub>2</sub>

*Riduzione emissioni di CO<sub>2</sub>*

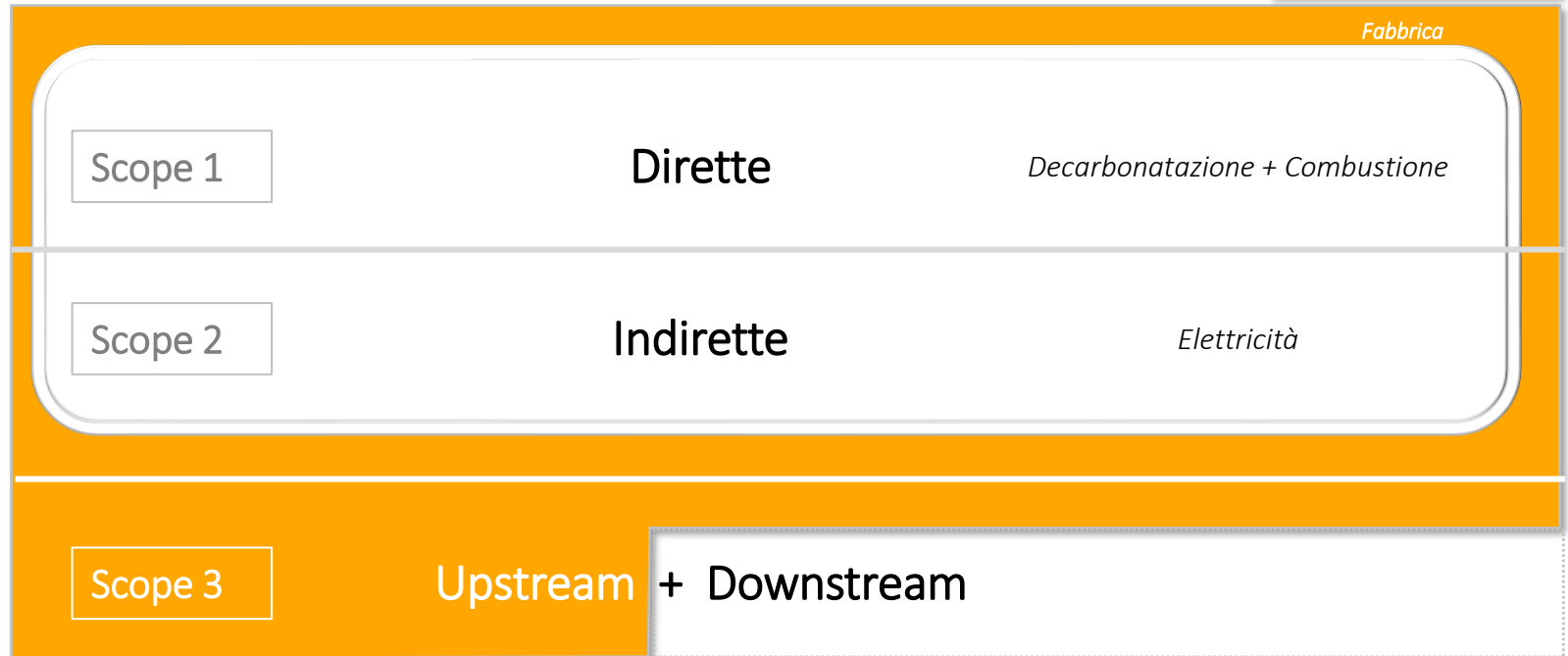


Circularità

*Incremento utilizzo materiali riciclati*

# CO2: perimetro e terminologia

EPD (GWP)



## Le emissioni dirette di CO<sub>2</sub> nella produzione di cemento (clinker)



Temperatura forno

1450 °C => CO<sub>2</sub>



Materie prime nel forno

CaCO<sub>3</sub> => CaO + CO<sub>2</sub>

*Riduzione emissioni dirette*

- Combustibili alternativi
- Materie prime alternative
- Cattura CO<sub>2</sub>
  - Carbon
  - Capture
  - Utilisation
  - Storage

# Aree di lavoro

- *Evoluzione progettuale*
- *Innovazione tecnologica*
- *Evoluzione normativa*
- *Formazione*

Evoluzione progettuale  
(scelte)



# La sfida della decarbonizzazione: rapporto clinker/cemento

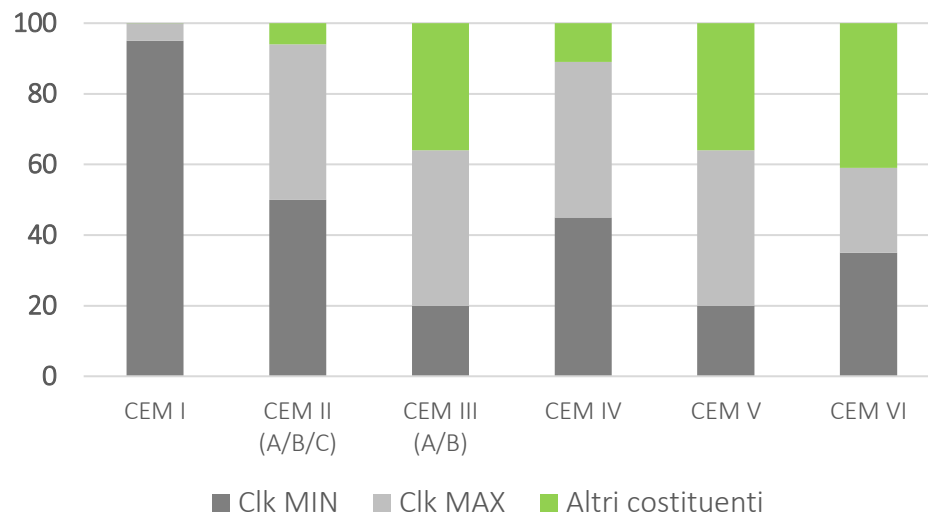
## Sfruttare le opportunità esistenti

Le normative esistenti mettono a disposizione una ampia gamma di cementi.

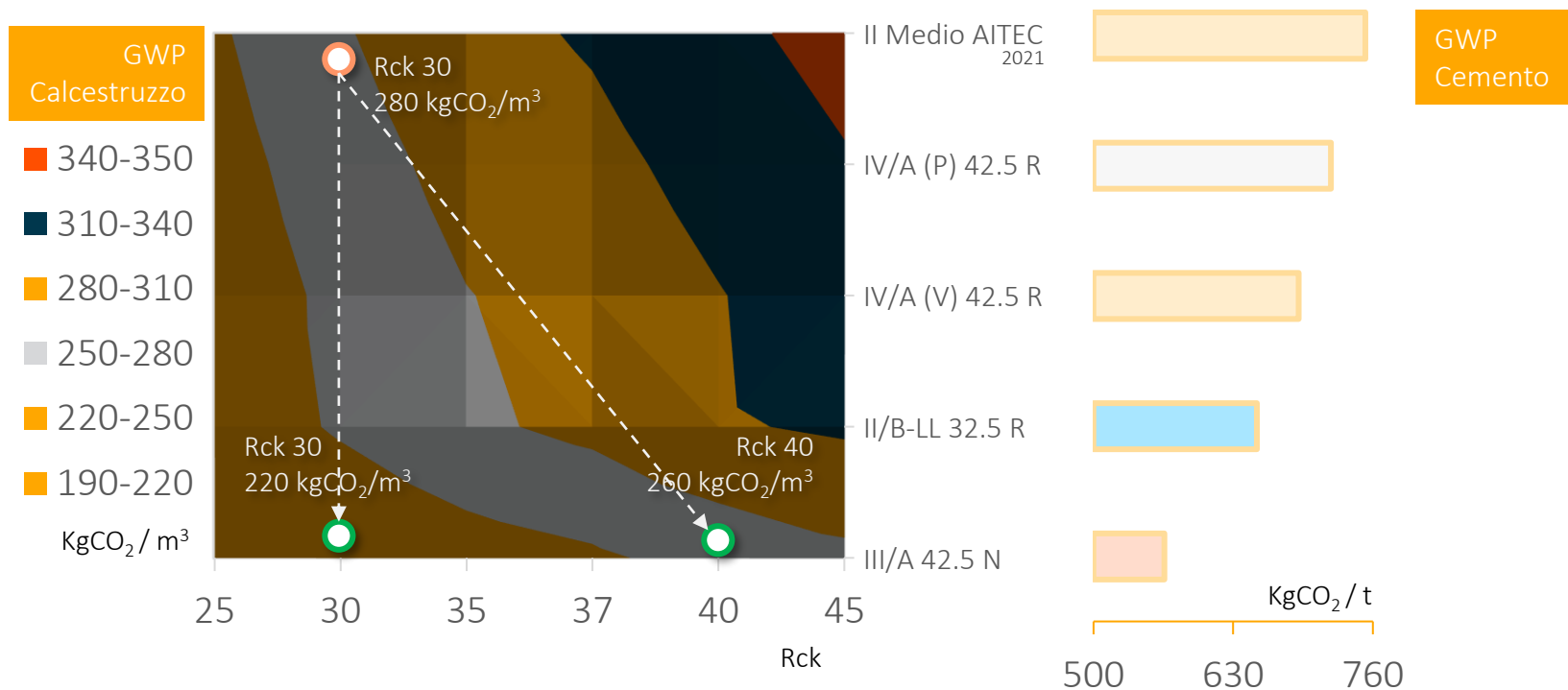
Finora ogni applicazione ha privilegiato una particolare combinazione di tipo/classe cemento.

I nuovi scenari impongono un riesame delle scelte fin qui compiute.

## Tipi di cementi previsti dalle norme (UNI EN 197-1 e UNI EN 197-5)



# Le opzioni per calcestruzzi a diverso impatto di CO<sub>2</sub>



## Le opzioni per calcestruzzi a diverso impatto di CO<sub>2</sub>

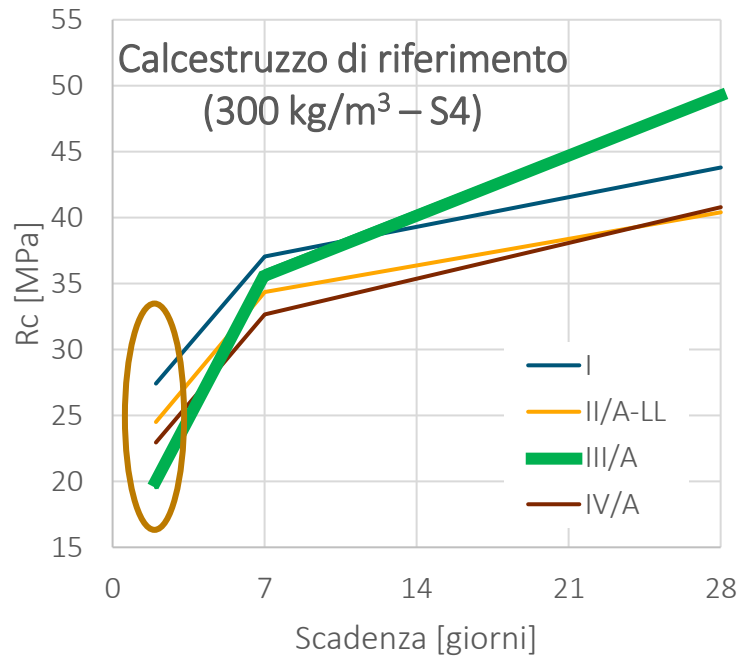
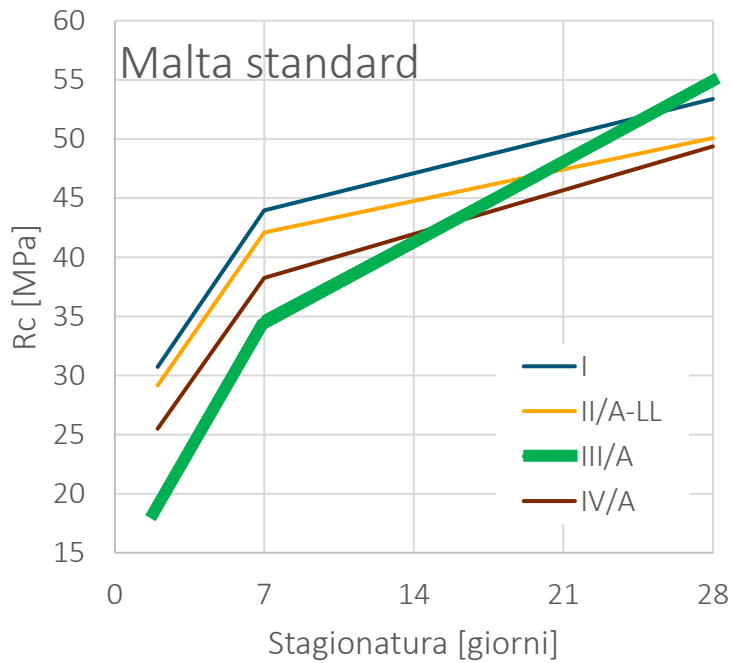


Ma è possibile?





## Il comportamento dei diversi leganti



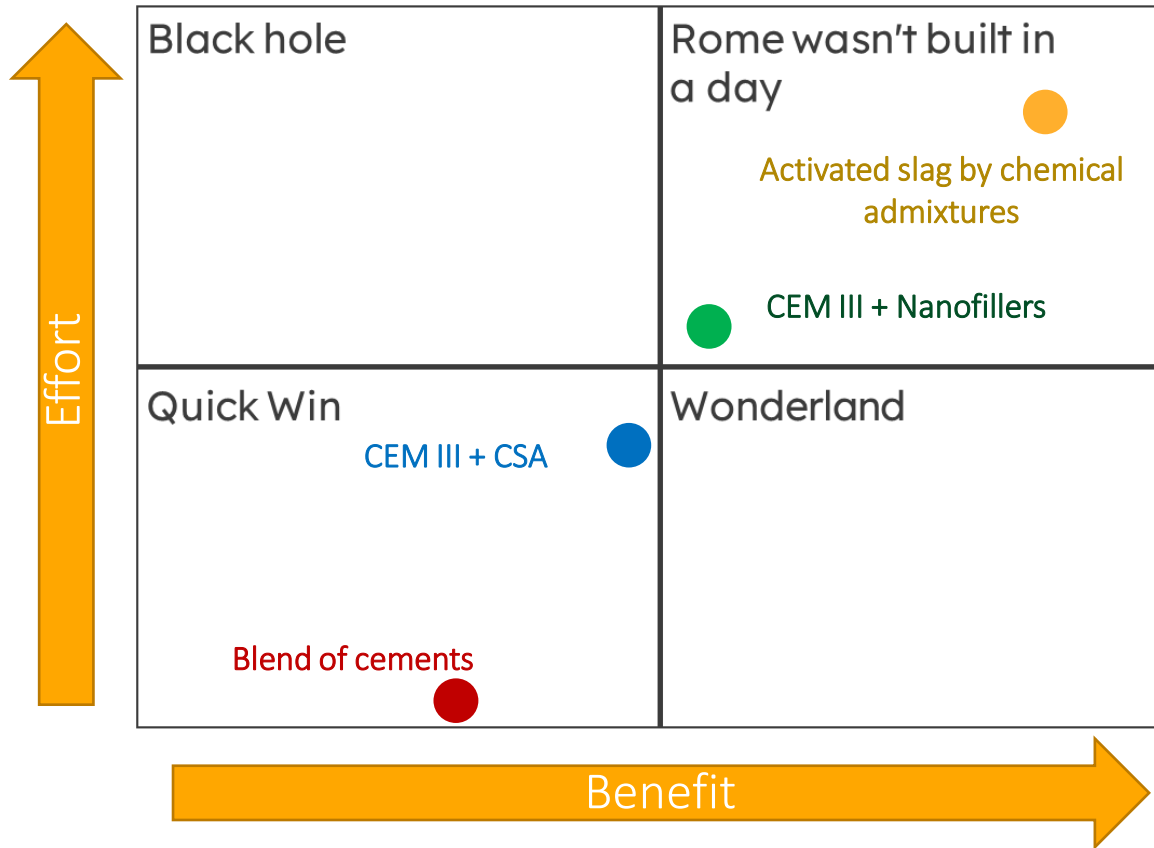
Il cemento III/A ha una diversa curva di sviluppo della resistenza:

- Basse RC iniziali
- Alte RC finali

Innovazione  
tecnologica



## Attività di ricerca e innovazione

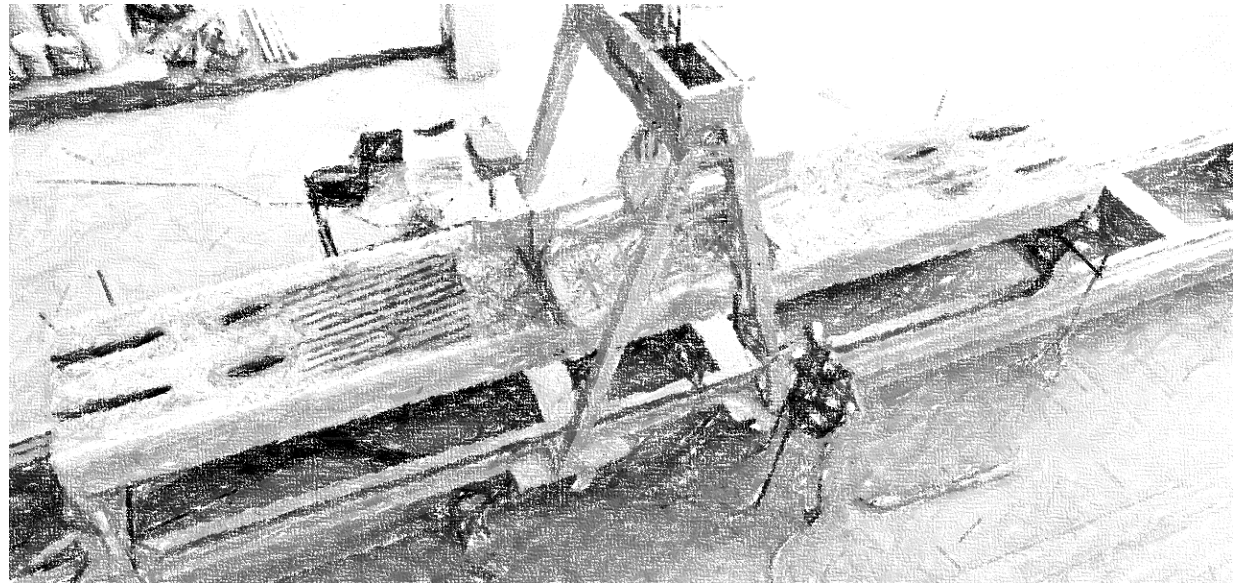
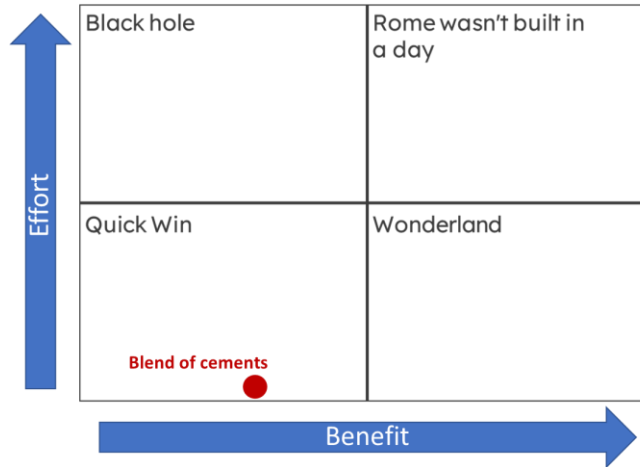


Azioni per incrementare lo sviluppo di resistenza iniziale di cementi alla loppa e, in generale, a basso contenuto di clinker.

## Attività di ricerca e innovazione

Test industriale

- Requisito → 30 MPa @ 20h
- 5% di materiale riciclato (aggregati naturali)



Riduzione CO<sub>2</sub> dal 10% al 30% - Contenuto di riciclato > 5%

# Attività di ricerca e innovazione



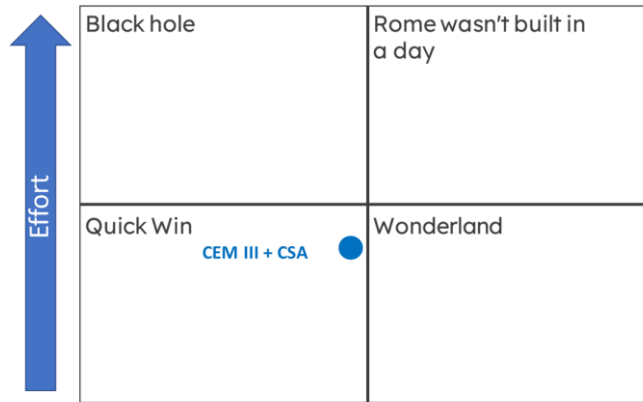
**CSA**

Cemento solfoalluminoso  
(marcato CE)



Test industriale

- Manufatti con calcestruzzi a diverse consistenza
- Requisito → rapido disarmo



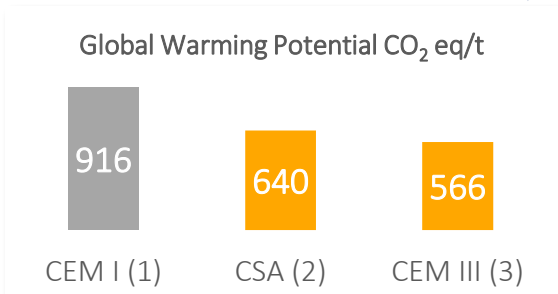
10% - 40%



Riduzione CO<sub>2</sub> dal 10% al 25%

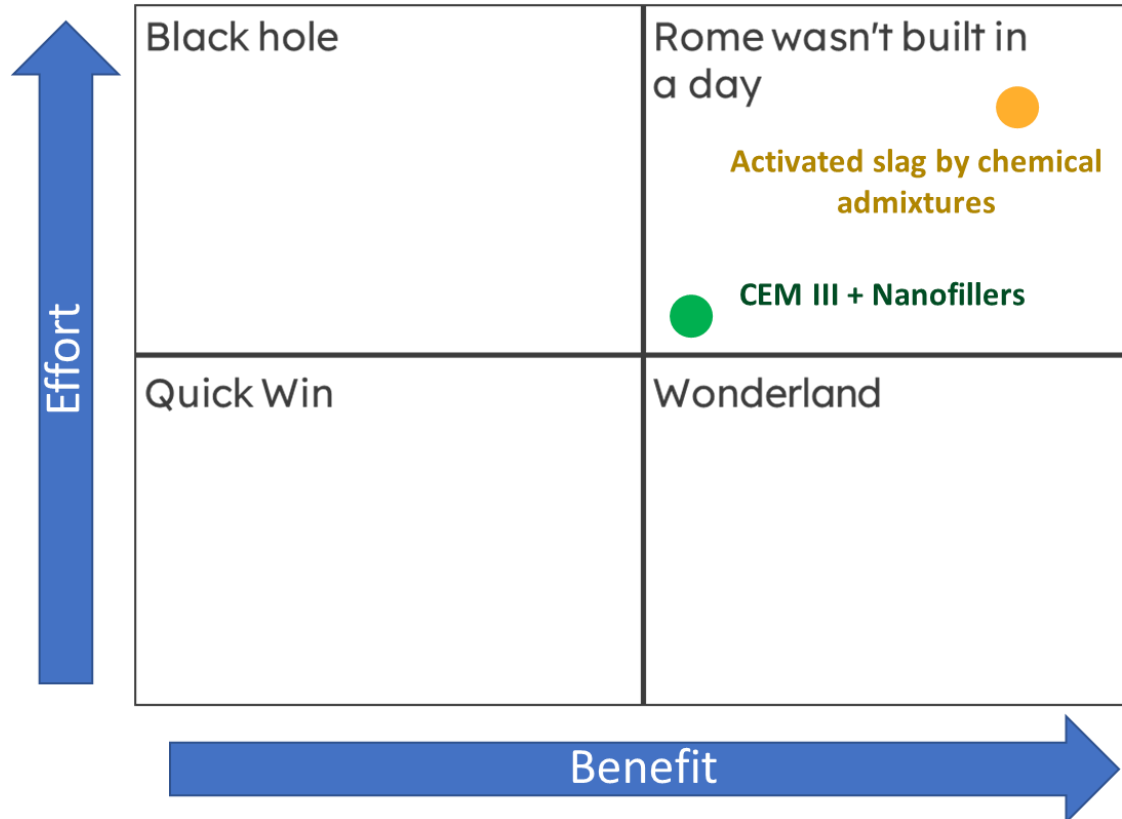


10% - 25%



(1) ENVIRONDEC: S-P-00880  
(2) ENVIRONDEC: S-P-00404  
(3) EPD Process – P4687

## Attività di ricerca e innovazione

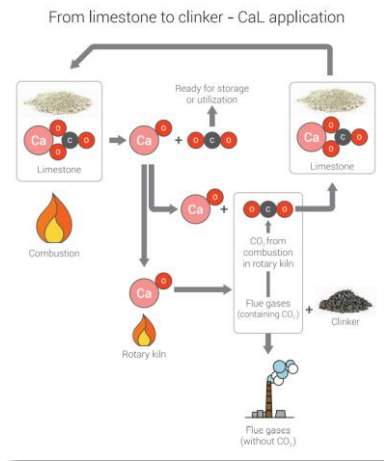


# La sfida della decarbonizzazione: Carbon Capture

## Calcium looping



Progetto Europeo finanziato per lo sviluppo di una tecnologia di cattura della CO<sub>2</sub> negli impianti di produzione cemento



<http://www.cleanker.eu/the-project/project-contents>



Temperatura forno



Materie prime nel forno



Schema di principio semplificato

## Esistono diverse tecniche di cattura della CO<sub>2</sub>



Previsto l'avvio nel 2024 del primo impianto industriale di cattura della CO<sub>2</sub> a Brevik in Norvegia (50% della CO<sub>2</sub> prodotta).

In programma la riconversione dell'impianto di Slite in Svezia per la cattura dal 2030 del 100% della CO<sub>2</sub> prodotta.

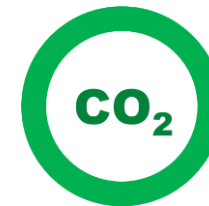


# Evoluzione normativa





# Innovazione normativa: UNI EN 197-5



- Norma EN pubblicata a maggio 2021 (giugno 2021 come UNI)
- Non si introducono nuovi costituenti, ma nuovi cementi con una più bassa % di clinker
- La norma non consente la marcatura CE
- Il CVT consente l'impiego dei cementi conformi a questa norma, in conformità alle NTC 2018

Table 1 — Portland-composite cement CEM II/C-M and Composite cement CEM VI

Main types	Notation of the products (types of cement)		Composition (percentage by mass <sup>a</sup> )										Minor additional constituents	
			Main constituents									Limestone		Minor additional constituents
			Clinker	Blast-furnace slag	Silica fume	Pozzolana		Fly ash		Burnt shale	Limestone			
natural	natural calcined	siliceous				calcareous	T	L <sup>c</sup>	LL <sup>c</sup>					
Type name	Type notation	K	S	D <sup>b</sup>	P	Q	V	W	T	L <sup>c</sup>	LL <sup>c</sup>			
CEM II	Portland-composite cement <sup>d</sup>	CEM II/C-M	50-64	←----- 36-50 -----→								0-5		
CEM VI	Composite cement <sup>d</sup>	CEM VI (S-P)	35-49	31-59	–	6-20	–	–	–	–	–	–	0-5	
		CEM VI (S-V)	35-49	31-59	–	–	–	6-20	–	–	–	–	0-5	
		CEM VI (S-L)	35-49	31-59	–	–	–	–	–	–	6-20	–	0-5	
		CEM VI (S-LL)	35-49	31-59	–	–	–	–	–	–	–	6-20	0-5	

<sup>a</sup> The values in the table refer to the sum of the main and minor additional constituents.  
<sup>b</sup> The proportion of silica fume is limited to 6-10 % by mass.  
<sup>c</sup> The proportion of limestone (sum of L, LL) is limited to 6-20 % by mass.  
<sup>d</sup> The main constituents other than clinker shall be declared by designation of the cement (for examples, see Clause 6).

CE → CVT

# Innovazione normativa: UNI EN 197-6

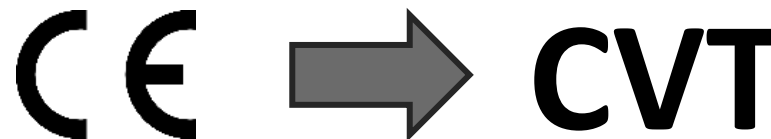


- Norma EN pubblicata a luglio 2023 (in attesa di pubblicazione come UNI)
- Si introduce il nuovo costituente F: fini di calcestruzzo riciclato
- La norma non consente la marcatura CE
- Il CVT consente l'impiego dei cementi conformi a questa norma, in conformità alle NTC 2018

Table 1 — Cement with recycled concrete fines

Main types	Notation of the products (types of cement)		Composition (percentage by mass) <sup>a</sup>										Minor additional constituents	
			Main constituents											
			Clinker	Recycled concrete fines	Blast-furnace slag	Silica fume	Pozzolana		Fly ash		Burnt shale	Limestone		
							natural	natural calcined	siliceous	calcareous		L <sup>c</sup>		LL <sup>c</sup>
Type name	Type notation	K	F	S	D <sup>b</sup>	P	Q	V	W	T	L <sup>c</sup>	LL <sup>c</sup>		
CEM II	Portland-recycled-fines cement	CEM II/A-F	80-94	6-20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM II/B-F	65-79	21-35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
	Portland-composite cement <sup>d</sup>	CEM II/A-M	80-88	6-14	6-14									0-5
		CEM II/B-M	65-79	6-29	6-29									0-5
		CEM II/C-M	50-64	6-20	16-44									0-5
CEM VI	Composite cement	CEM VI	35-49	6-20	31-59	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5

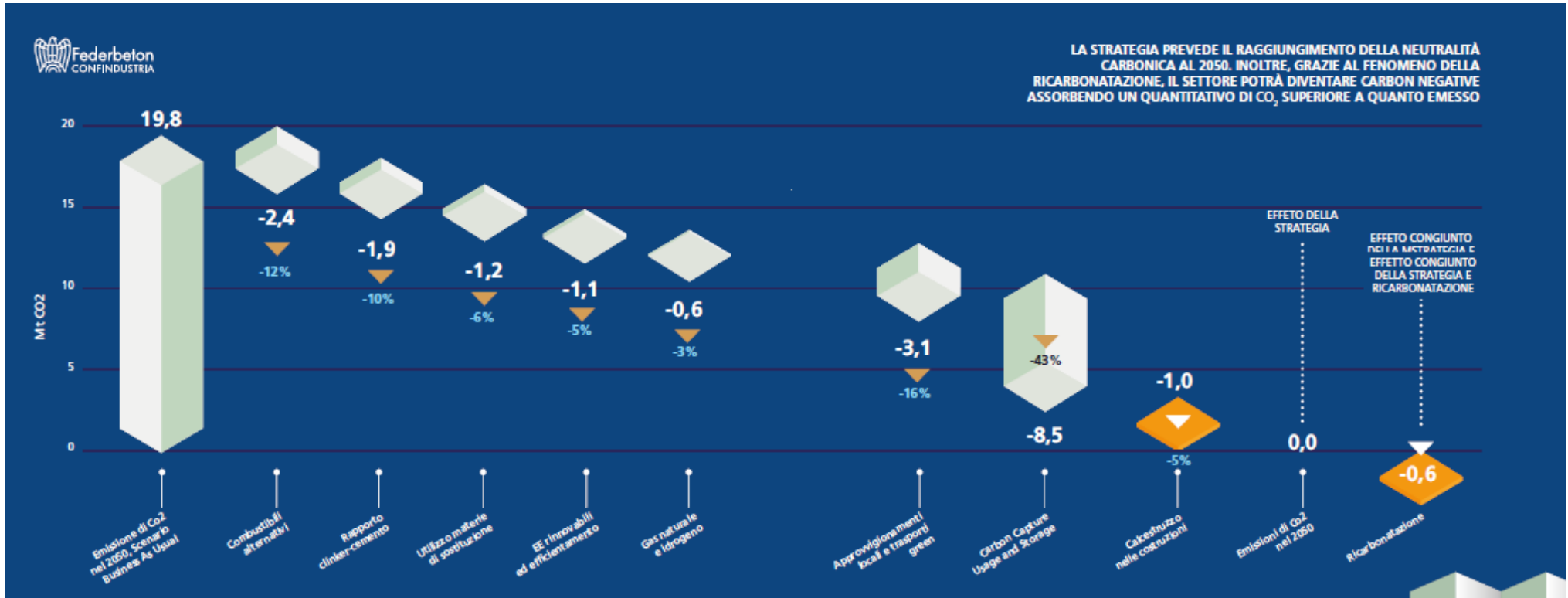
<sup>a</sup> The values in the table refer to the sum of the main and minor additional constituents.  
<sup>b</sup> In case of the use of silica fume, the proportion of silica fume is limited to 6 % to 10 % by mass.  
<sup>c</sup> In case of the use of limestone, the proportion of the sum of limestone and recycled concrete fines (sum of L, LL and F) is limited to 35 % by mass.  
<sup>d</sup> The number of main constituents other than clinker is limited to two and these main constituents shall be declared by designation of the cement (for examples, see Clause 6). In case of the use of both F and (L or LL) in the composition, the number of main constituents other than clinker is limited to three and these main constituents shall be declared by designation of the cement.



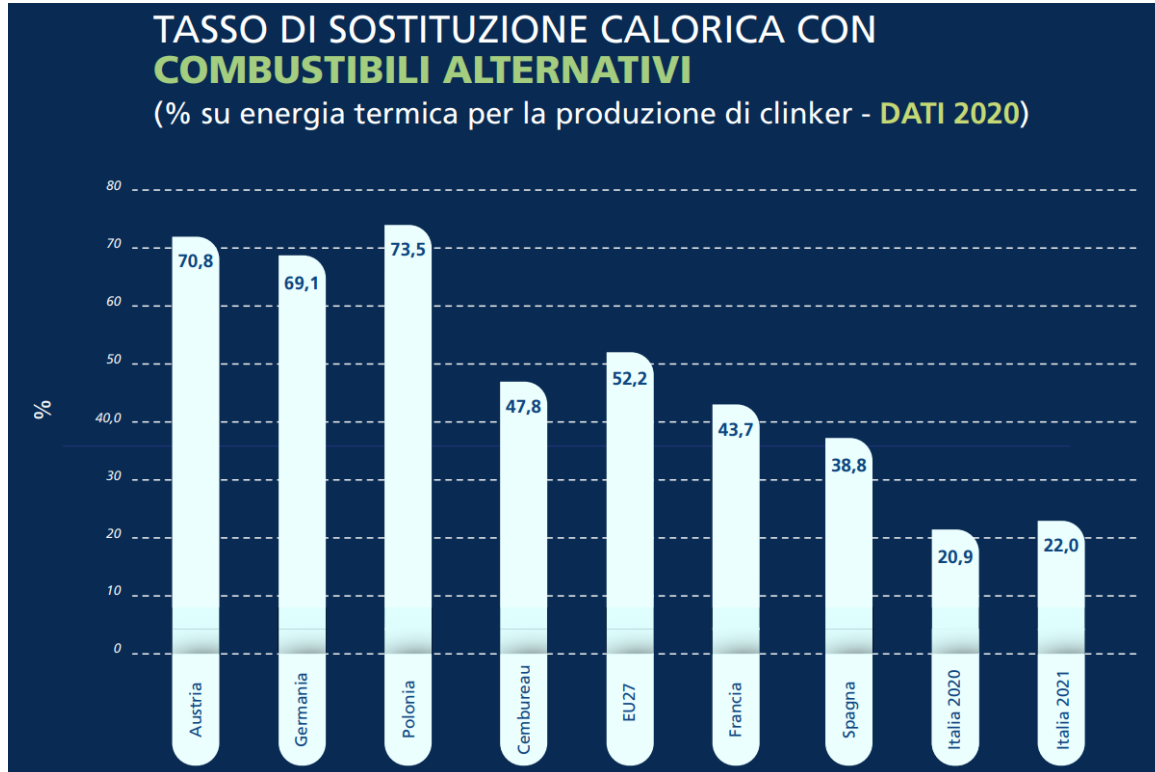
La sfida per la filiera



# Roadmap di filiera



## La sfida della decarbonizzazione: combustibili alternativi





L'Italia sconta un forte gap rispetto alla media europea.

Le ragioni non sono di carattere tecnico o tecnologico.

# La (ri)carbonatazione





# Il calcestruzzo ricattura una quota della CO2 emessa

Materie prime nel forno

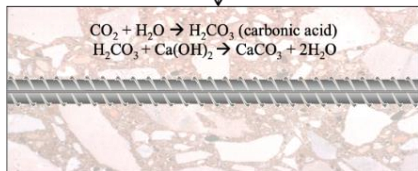
$\text{CaCO}_3 \Rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$

Temperatura forno

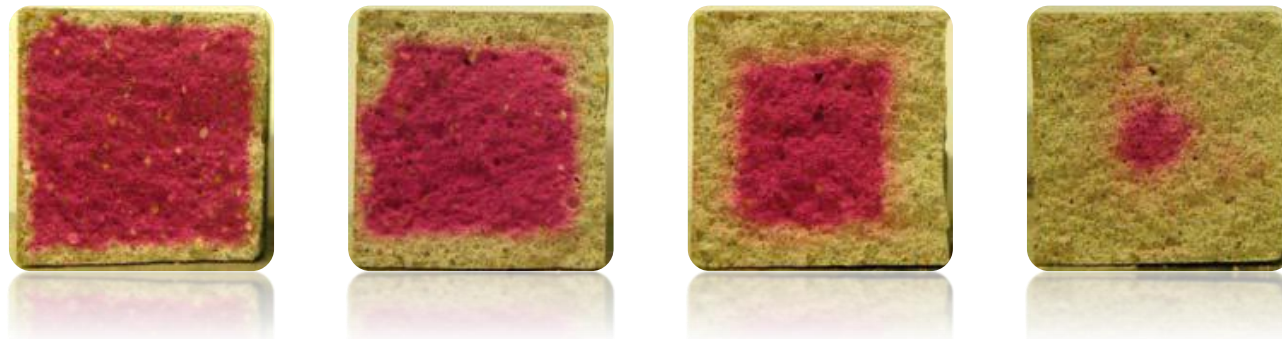
$1450\text{ °C} \Rightarrow \text{CO}_2$

Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>)



$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$  (carbonic acid)  
 $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

<https://www.linkedin.com/pulse/concrete-durability-101-carbonation-ted-moffatt-ph-d>



Si stima che il **23%** delle emissioni di CO<sub>2</sub> per calcinazione siano riassorbite dal calcestruzzo durante la vita di esercizio (20%) e la successiva fase end-of-life (3%).

[www.ivl.se/projektwebbar/co2-concrete-uptake/calculation/calculation-of-co2-uptake.html](http://www.ivl.se/projektwebbar/co2-concrete-uptake/calculation/calculation-of-co2-uptake.html)

# La sfida della sostenibilità si può vincere solo insieme

## Azioni sui cementi esistenti

Aree di lavoro:

- Produzione
- Prestazioni

## Azioni sulle scelte progettuali

Aree di lavoro:

- Sviluppo nuove soluzioni e normativa
- Formazione progettisti ed utilizzatori



Investimenti



Contributo  
alla  
sostenibilità



Cambio culturale





*Grazie per l'attenzione*

*Costruire è una magia.*

Renzo Piano

Ponte di Genova San Giorgio - Discorso inaugurale 03/08/2020

CEMENTO E CALCESTRUZZO: IL CONTRIBUTO ALLA  
SOSTENIBILITÀ E ALLA DECARBONIZZAZIONE DELLE  
COSTRUZIONI

Seminario CTE  
Milano, 26 settembre 2023  
R. Cucitore  
Italcementi SpA