

Dip. di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale

Università Federico II di Napoli

Corso di Laurea in Ingegneria Edile (A.A. 2024-25)

“Tecnologia dei Materiali e Chimica Applicata”

(Prof. Fabio Iucolano)

Calcestruzzi speciali



Calcestruzzi speciali

Il cls è già di per sé un materiale che deve essere progettato di volta in volta in funzione dell'applicazione a cui è destinato.

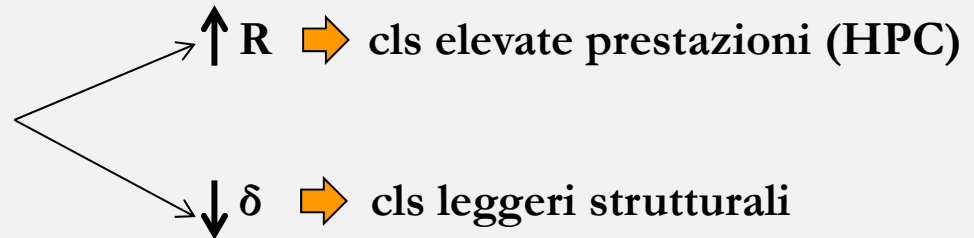
Tuttavia vi sono **applicazioni particolari** per le quali sono richiesti cls che si differenzino notevolmente, per una o più proprietà, dai cls ordinari.

Limitazioni del calcestruzzo → Cls speciali

- Basso rapporto Resistenza/Densità

$$R/\delta = \text{resistenza specifica}$$

- Bassa lavorabilità e necessità di vibrazione



→ cls autocompattanti (SCC)



DI
C
Ma
PI

Dipartimento
di Ingegneria Chimica,
dei Materiali e della
Produzione Industriale
Università degli Studi
di Napoli Federico II

Calcestruzzi ad alte prestazioni

HPC – High Performance Concrete

Sono caratterizzati da R_C molto elevata, e perciò venivano inizialmente denominati **cls ad elevata resistenza**. Tuttavia, per la maniera in cui vengono confezionati, presentano anche **un'elevata durabilità**, per cui si parla, più genericamente, di **cls ad alte prestazioni**!

Come viene confezionato un HPC?

1. Legante: cemento di miscela (principalmente con fumo di silice)
2. Rapporto a/c molto basso (0.3-0.2)
3. Uso di superfluidificanti

- Per quanto riguarda la R_C , gli HPC arrivano fino a circa **80MPa**.

- Per quanto riguarda la durabilità, bisogna tener presente che l'uso degli HPC risale agli inizi degli anni '80, e dunque ci sono ancora pochi dati. Tuttavia è certo che tali materiali garantiscono il più importante requisito nei confronti di qualsiasi forma di degrado: una **bassissima permeabilità**!



DI
C
Ma
PI

Dipartimento
di Ingegneria Chimica,
dei Materiali e della
Produzione Industriale
Università degli Studi
di Napoli Federico II

Calcestruzzi leggeri

LWC – Light Weight Concrete

Un calcestruzzo ben compattato e senza bolle d'aria inglobata presenta una densità tipica di $2300 \div 2400 \text{ kg/m}^3$.

Col termine **calcestruzzi leggeri** si indicano invece quei conglomerati con una densità compresa tra **200 e 2000 kg/m³**.

La densità si riduce aumentando il contenuto di vuoti all'interno del cls, in questo modo **aumentano la leggerezza e l'isolamento termico**, ma **peggiora la resistenza meccanica**.

Come si ottiene un LWC?

1. Uso di aggregati leggeri, che hanno una forte porosità (*cls alleggeriti*);
2. Uso di additivi aeranti o schiumogeni, che producono bolle d'aria all'interno della pasta cementizia (*cls cellulari*);
3. Uso di solo aggregato grosso, in modo da ottenere una grossa quantità di vuoti interstiziali (*no-fine concrete*).



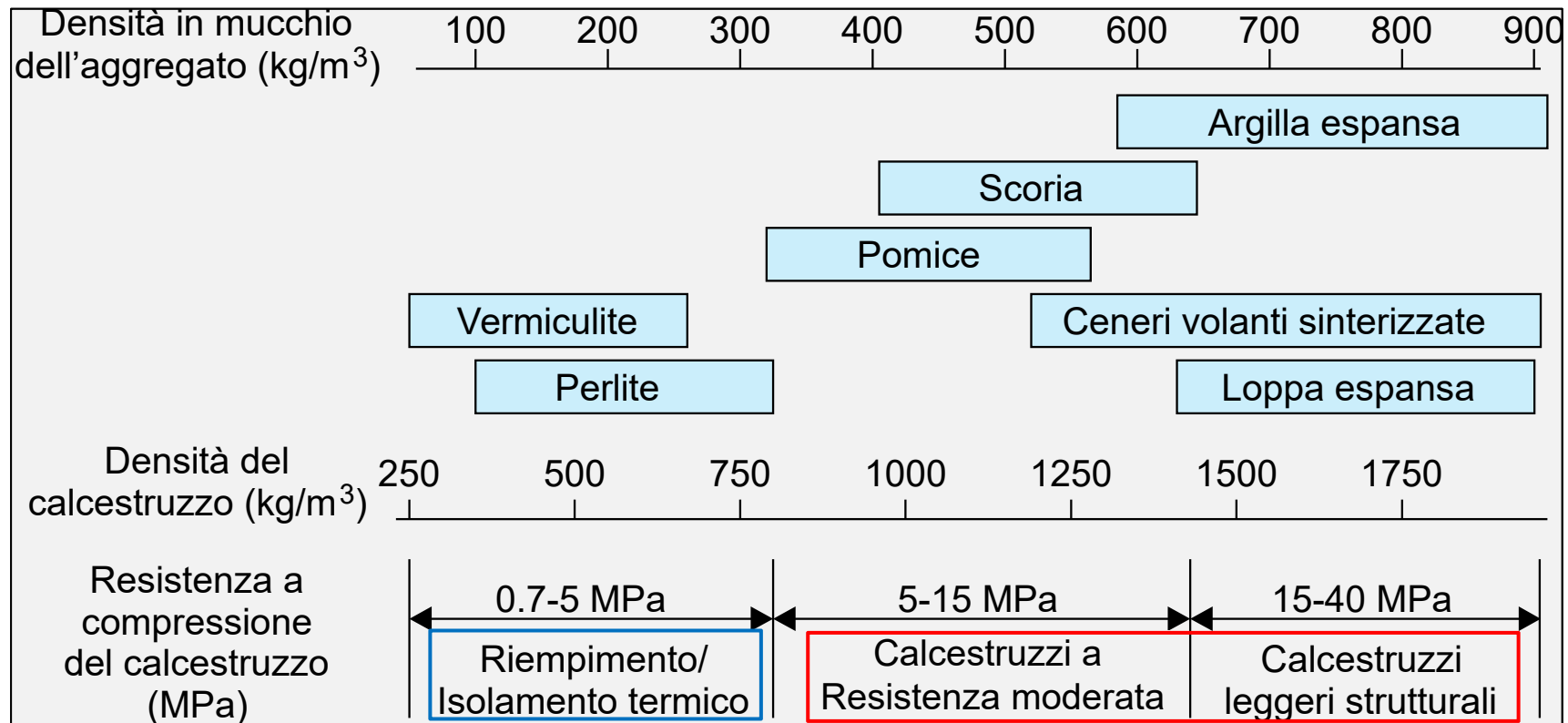
DI
C
Ma
PI

Dipartimento
di Ingegneria Chimica,
dei Materiali e della
Produzione Industriale
Università degli Studi
di Napoli Federico II

Calcestruzzi leggeri

LWC – Light Weight Concrete

Densità e R_c di cls leggeri in funzione della densità dell'aggregato



Ottimo nelle ristrutturazioni dove non si possono aggiungere pesi eccessivi a solai esistenti.

Elementi prefabbricati leggeri (pannelli per pareti o solai prefabbricati). Facili da trasportare e installare. Riduzione dei carichi sulle strutture portanti. Molto usato nei piani superiori dove la riduzione del carico è cruciale



Calcestruzzi leggeri

LWC – Light Weight Concrete

La UNI EN 206 per gli LWC fa riferimento solo a quelli ottenuti con aggregati leggeri, e li definisce in base alle **classi di densità e di resistenza**

Classe	D1,0	D1,2	D1,4	D1,6	D1,8	D2,0
Densità minima (kg/m ³)	800	1000	1200	1400	1600	1800
Densità massima (kg/m ³)	1000	1200	1400	1600	1800	2000

Classe	LC8/9	LC12/13	LC16/18	LC20/22	LC25/28	LC30/33	LC35/38	LC40/44	LC45/50	LC50/55
f_{ck}	8	12	16	20	25	30	35	40	45	50
R_{ck}	9	13	18	22	28	33	38	44	50	55

NB: f_{ck} e R_{ck} sono le res. a compressione misurate, rispettivamente, su **cilindro** e su **cubo**

Possibili problemi dei calcestruzzi leggeri:

- **assorbimento d'acqua** da parte dell'aggregato;
- **segregazione** (galleggiamento dell'aggregato grosso e leggero);
- **durabilità** (legati all'eccessiva permeabilità ed ai cicli gelo/disgelo).

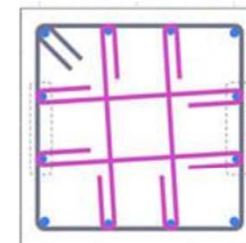


Consistenza dei cls ordinari

La **consistenza** è una caratteristica del cls allo stato fresco: definisce **l'attitudine della miscela ad essere sufficientemente lavorabile**, ed occupare così tutti gli spazi delle casseforme e **penetrare tra le barre di armatura**, senza modificare l'omogeneità e dar luogo a segregazione.



Una adeguata **classe di consistenza** consente di ottenere un maggior grado di compattazione allo stato indurito, aumentare la resistenza meccanica, ridurre la porosità e **confinare** le armature.



Esistono diverse prove per valutare la consistenza dei cls, ma tutti i metodi sono basati sulla **deformazione che subisce l'impasto quando è soggetto ad una certa sollecitazione**.

La più diffusa è la misura dell'abbassamento (**slump**) al **Cono di Abrams**

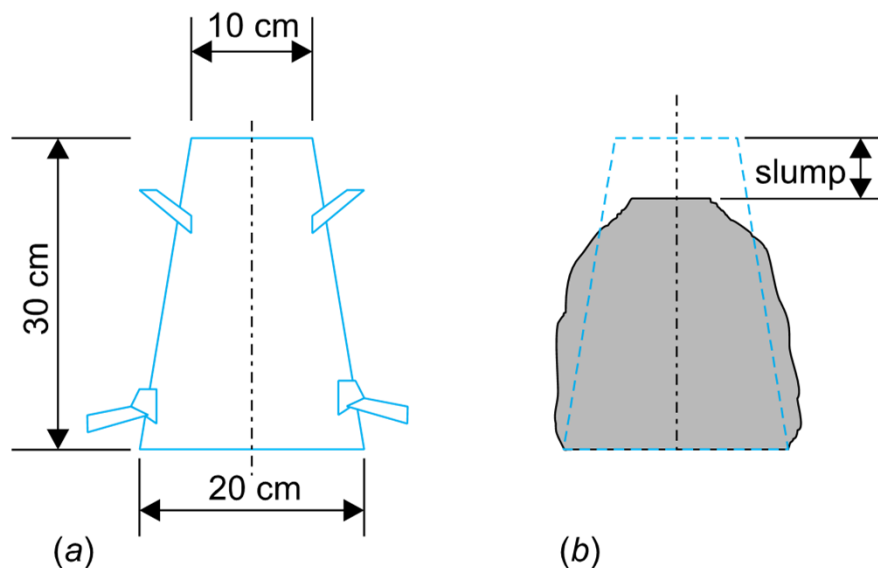




Consistenza dei cls ordinari

- Cono di Abrams (*slump test*) -

Si riempie lo stampo tronco-conico con tre strati successivi, pari a circa 1/3 dell'altezza. Si costipa ogni strato con 25 colpi dati con un pestello con punta arrotondata. Dopo l'assestamento dell'ultimo strato, si raso la superficie del cls, si rimuove il cono e si misura l'abbassamento (**slump**).



UNI EN 206

Classe di consistenza	Slump (mm)
S1	10-40
S2	50-90
S3	100-150
S4	160-210
S5	≥ 220

Poco lavorabile

Molto lavorabile



DI
C
Ma
PI

Dipartimento
di Ingegneria Chimica,
dei Materiali e della
Produzione Industriale
Università degli Studi
di Napoli Federico II

Consistenza dei cls ordinari

- Cono di Abrams (slump test) -

Si riempie lo stampo tronco-conico con tre strati successivi, pari a circa $1/3$ dell'altezza. Si costipa ogni strato con 25 colpi dati con un pestello con punta arrotondata. Dopo l'assestamento dell'ultimo strato, si rassa la superficie del cls, si rimuove il cono e si misura l'abbassamento (**slump**).



Consistenza S1
slump 10 - 40 mm



Consistenza S2
slump 50 - 90 mm



Consistenza S3
slump 100 - 150 mm



Consistenza S4
slump 160 - 210 mm



Consistenza S5
slump > 220 mm

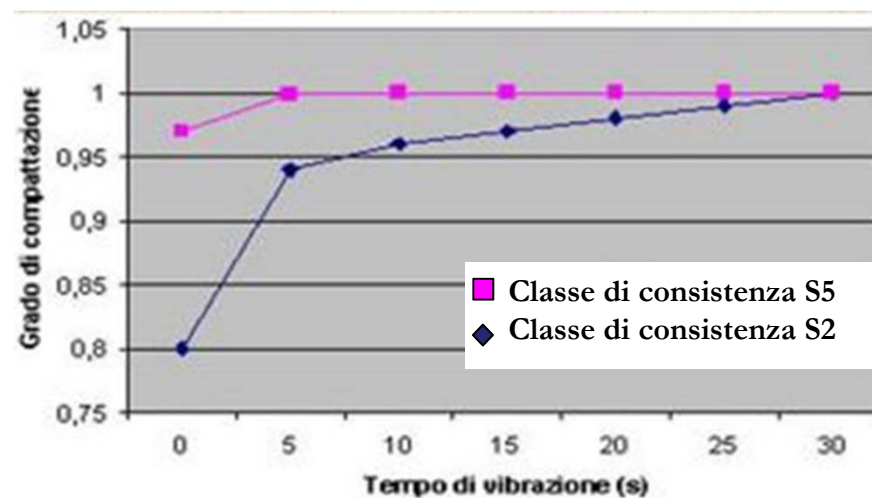
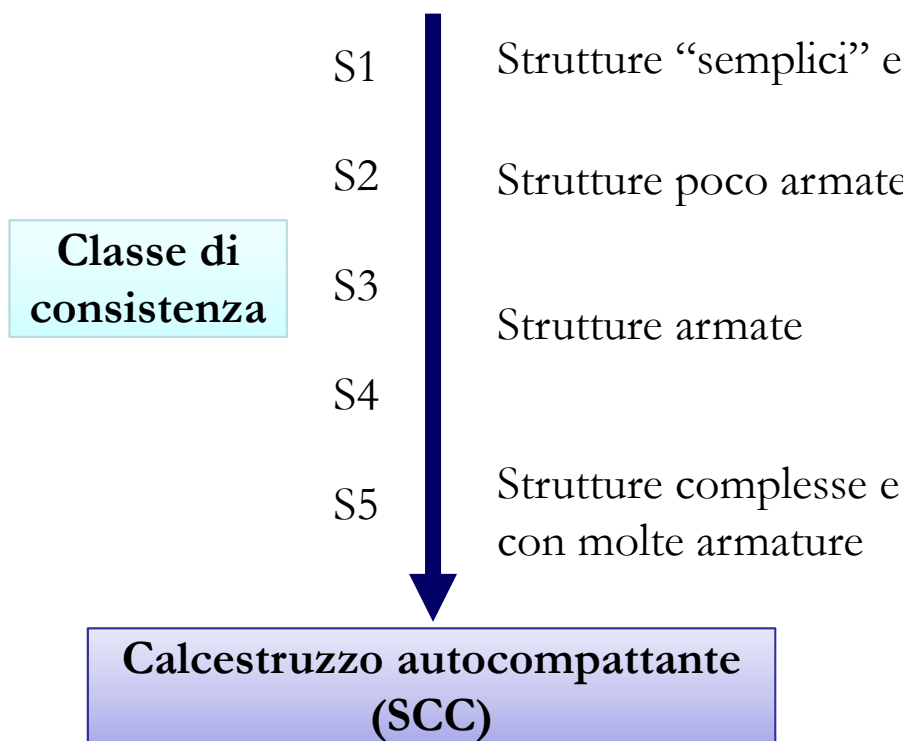


DI
C
Ma
PI

Dipartimento
di Ingegneria Chimica,
dei Materiali e della
Produzione Industriale
Università degli Studi
di Napoli Federico II

Consistenza dei cls ordinari

Il progettista deve prescrivere la lavorabilità del calcestruzzo in funzione del **tipo di elemento costruttivo** e della sua **complessità geometrica**:





DI
C
Ma
PI

Dipartimento
di Ingegneria Chimica,
dei Materiali e della
Produzione Industriale
Università degli Studi
di Napoli Federico II

Calcestruzzi autocompattanti

SCC – Self Compacting Concrete

I cls autocompattanti sono conglomerati caratterizzati da **un'elevata lavorabilità** (superiore a quella della classe S5 dei cls ordinari) e da una **buona coesione** (che previene la segregazione dell'impasto).

- Pertanto **non necessitano di vibrazione**, sono in grado di scorrere e compattarsi sotto l'azione del solo peso proprio e di riempire completamente le casseforme, **passando attraverso armature, condotti**, ecc, mantenendo una composizione omogenea.

- Si ottengono mediante un **opportuno proporzionamento dei costituenti della miscela** (elevati dosaggi di superfluidificanti, elevato volume di materiali fini, ridotta dimensione massima dell'aggregato, additivi vari.)



DI
C
Ma
PI

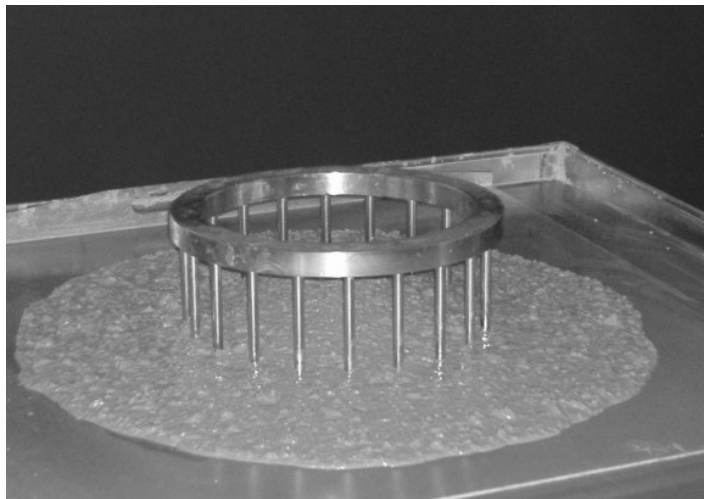
Dipartimento
di Ingegneria Chimica,
dei Materiali e della
Produzione Industriale
Università degli Studi
di Napoli Federico II

Lavorabilità dei calcestruzzi SCC

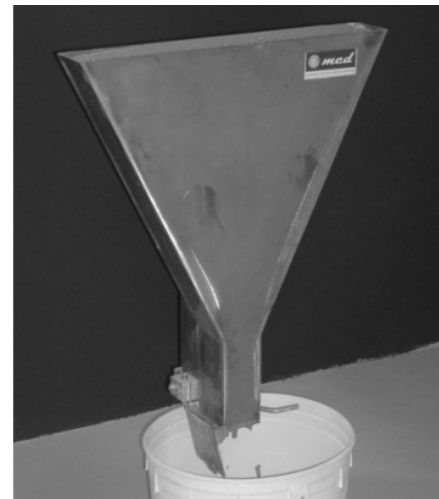
Sono state sviluppate diverse prove specifiche per misurare la **lavorabilità dei cls autocompattanti**.

Si basano tutte sulla misura del **tempo impiegato** dal cls per **scorrere attraverso ostacoli ed aperture** dalle geometrie differenti.

J-ring



V-funnel



L-box, U-box

