

SUPSI

Materiali cementizi con inerti riciclati

Indagine preliminare delle proprietà meccaniche e fisiche del calcestruzzo con aggregati provenienti da rifiuti inerti edili (materiale locale)

Ing. Samuel Antonietti, settore Tecnologia e Durabilità

Ing. Alessio Salmina, settore Tecnologia e Durabilità

Dr. Christian Paglia, direttore Istituto Materiali e Costruzioni

Indice

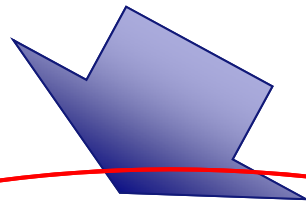
1. Stato dell'arte
2. Alcune ricerche già effettuate in Svizzera
3. Indagine IMC
 - 3.1 Caratteristiche degli inerti
 - 3.2 Risultati del CLS fresco
 - 3.3 Risultati CLS indurito
4. Conclusioni
5. Prospettive

Motivazione

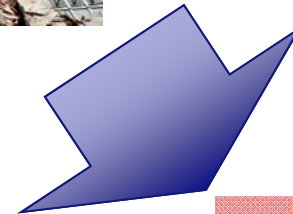
Risorse e riciclaggio



1. Stato dell'arte



Direttiva UFAM
UV-0631-I



Altri rifiuti edili

- Legno
- Metalli (es. armature)
- Materiali combustibili
- Materiali sintetici (es. isolamenti)
- Rifiuti di compostaggio
- Materiale non smistato

Rifiuti edili inerti

Conglomerato bituminoso

Materiale di demolizione non separato

Calcestruzzo di demolizione

Materiale non legato (sabbia ghiaiosa)

1. Stato dell'arte

Le quattro categorie possono essere usate per il calcestruzzo riciclato.



Norma
SIA 2030:2010

Due tipologie possono essere allora definite come:

<u>Rifiuti edili inerti</u>			
Conglomerato bituminoso	Calcestruzzo di demolizione	Materiale di demolizione non separato (misto)	Materiale non legato (sabbia ghiaiosa)

Rc - C		<1%	$\left. \begin{array}{l} >25\% \\ \text{di cui} \end{array} \right\}$ \downarrow <5%	<75%
Rc - M		<1%	$\left. \begin{array}{l} >25\% \\ \text{di cui} \end{array} \right\}$ \downarrow >5%	<75%

2. Ricerche già effettuate in Svizzera

Lavoro EMPA:

C. Hoffmann, O. Huth. Konstruktionsbeton aus recycelter Gesteinskörnung. 2006.

- Svariate miscele con diversi riciclati (provenienza, caratteristiche...)
- Test su fresco, meccanici, ritiro, porosità...

Caratteristiche e materiali:

- $a/c = 0.38 - 0.44$
- Aggiuntivo fluidificante = ca. 1%
- Assorbimento acqua degli aggregati: 1.5% per aggregati di calcestruzzo
2.7% per aggregati misti

2. Ricerche già effettuate in Svizzera

Lavoro EMPA:

C. Hoffmann, O. Huth. Konstruktionsbeton aus recycelter Gesteinskörnung. 2006.

Risultati interessanti:

	Miscela 1	Miscela 2	Miscela 3
Inerti riciclati usati	90% aggr. di calcestruzzo	60% aggr. misto	30% di calcestruzzo + 30% misto
Porosità [%]	15.4	17.2	14.8
Res. comp. cubi 28 gg. [N/mm ²]	45.4	54.3	54.4
Modulo E [MPa]	32'433	30'667	33'333
R.G.S [g/m ²]	5167 (bassa)	2700 (bassa)	3333 (bassa)

2. Ricerche già effettuate in Svizzera

Lavoro Technische Forschung und Beratung (TFB):

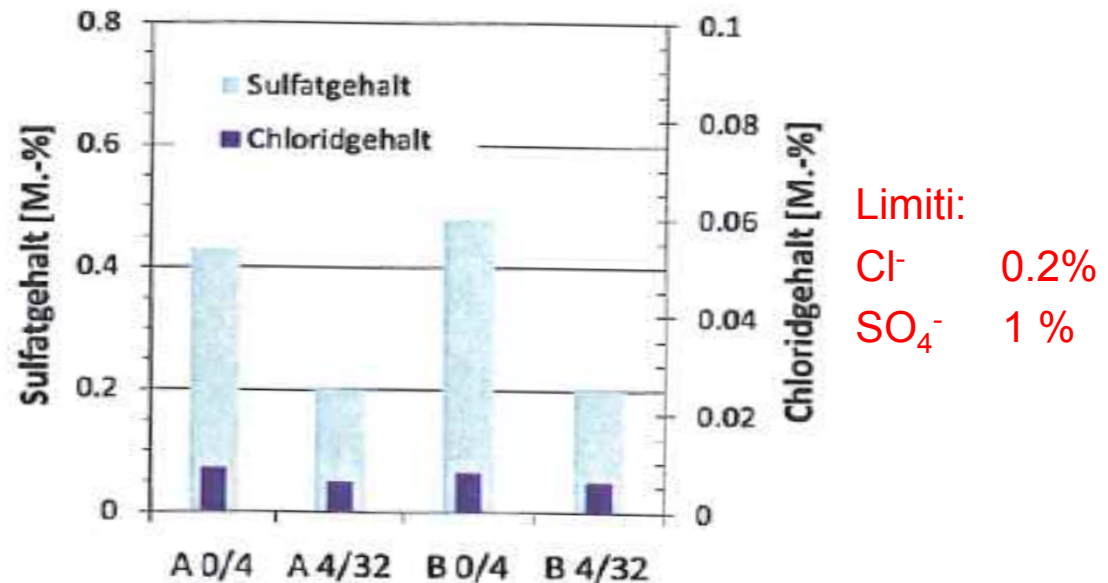
Convegno Bau und Wissen "Einsatz von Recyclingbeton: Möglichkeiten und Risiken",
Dübendorf 13 Aprile 2013. Capitolo 4.

La qualità del calcestruzzo da cui provengono gli aggregati riciclati influisce direttamente sulla durabilità del calcestruzzo riciclato.

Esattamente come accade per gli inerti naturali, anche quelli riciclati devono sottostare alla norma SN EN 12620 per rilevare la presenza di un'eventuale contaminazione.

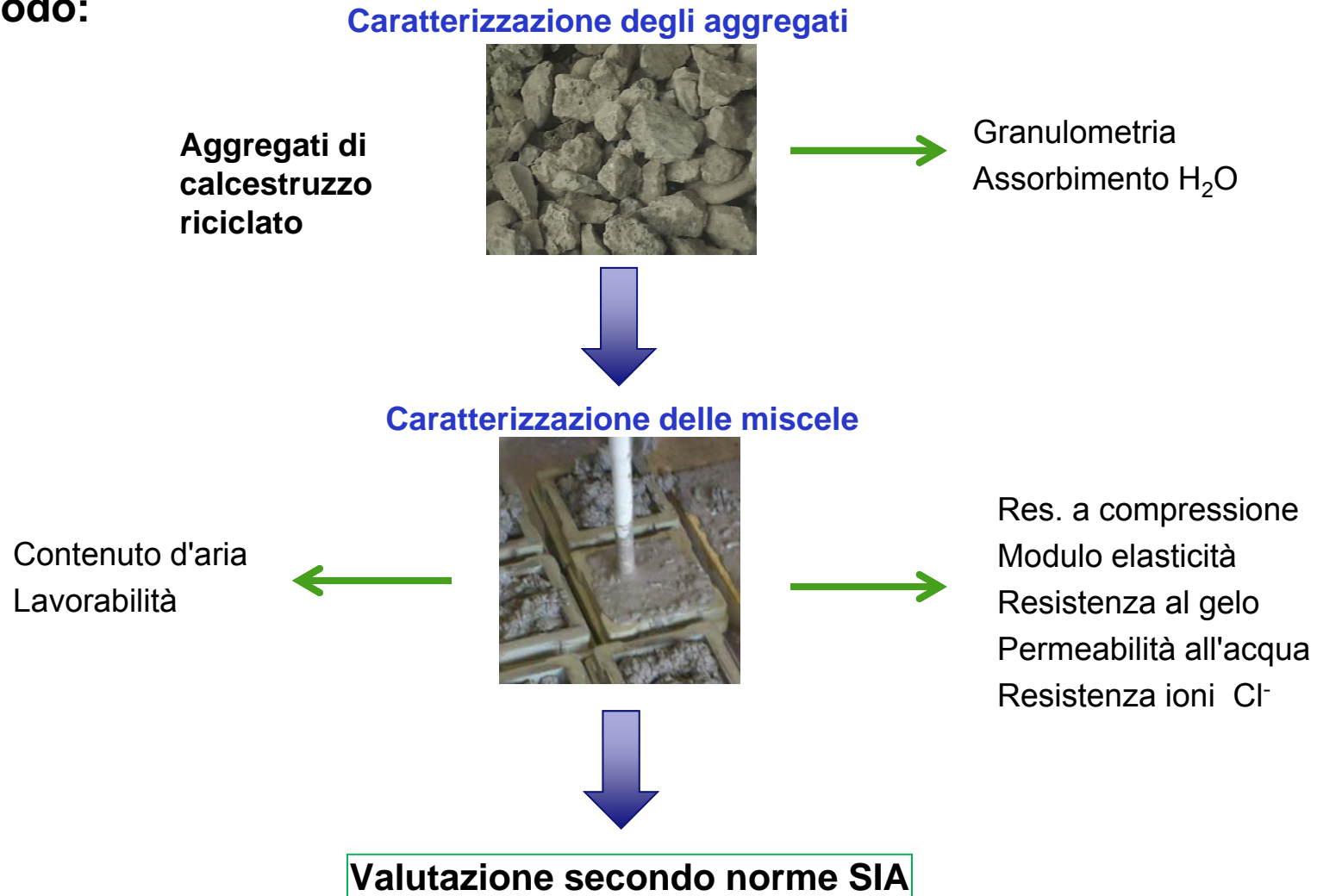
Esempio:

Le frazioni esaminate rientrano nei limiti di contenuti in Cl^- e SO_4^- posti dalla norma EN 12620



3. Indagine Istituto Materiali e Costruzioni SUPSI

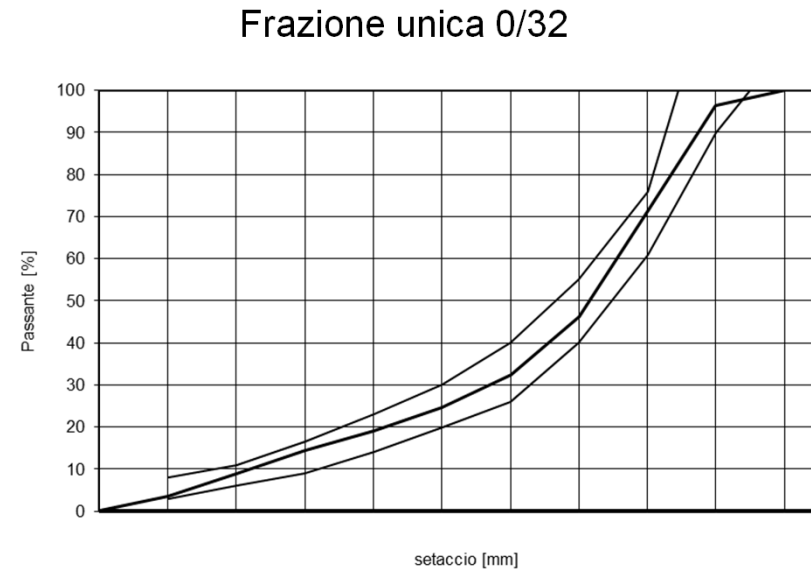
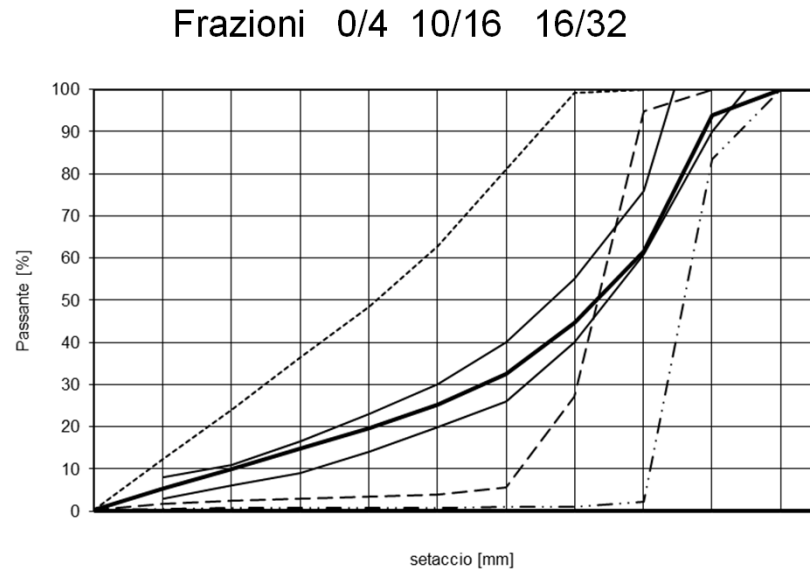
Metodo:



3. 1 Caratteristiche degli Inerti

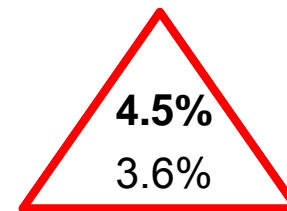
Granulometria calcestruzzo di demolizione:

(limiti: utilizzo della vecchia norma SIA 162/1 perché più restrittiva)



Assorbimento d'acqua:

alla saturazione
dopo 30':



3. 2 Risultati CLS Fresco

- Obiettivi:**
- Produrre un calcestruzzo con buone resistenze meccaniche
 - Produrre un calcestruzzo durevole

Miscele:

- 100% di aggregati di calcestruzzo di demolizione (Rc-C)
- 2 frazioni: "unica 0/32" e "0/4 10/16 16/32" (risultanti da due lavorazioni diverse)
- 1% additivo fluidificante
- 0.2% additivo aerante (per migliorare resistenza al gelo)
- Rapporto a/c = 0.53 → con 3.6% assorbimento $a_{\text{eff}}/c = 0.35$
- Dosaggio cemento 340 kg/m³



23 ottobre 2014

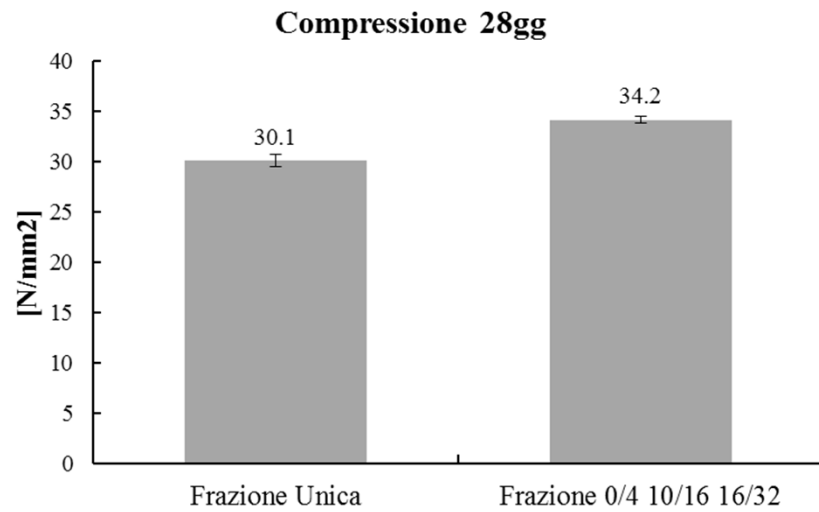


3. 2 Risultati CLS Fresco

	Frazione unica 0/32	Frazioni 0/4 10/16 16/32	Calcestruzzo Classico
Massa volumica [kg/m ³]	2202	2225	2000 - 3000
Contenuto d'aria [%]	4.0	3.5	Nessun limite
Indice di compattabilità [-] (prova Walz)	1.04 Dopo 30': 1.13 ↓	1.06 Dopo 30': 1.31 ↓↓	C3 (1.10 - 1.04)
Rapporto acqua efficace / cemento	0.35	0.35	≤ 0.65

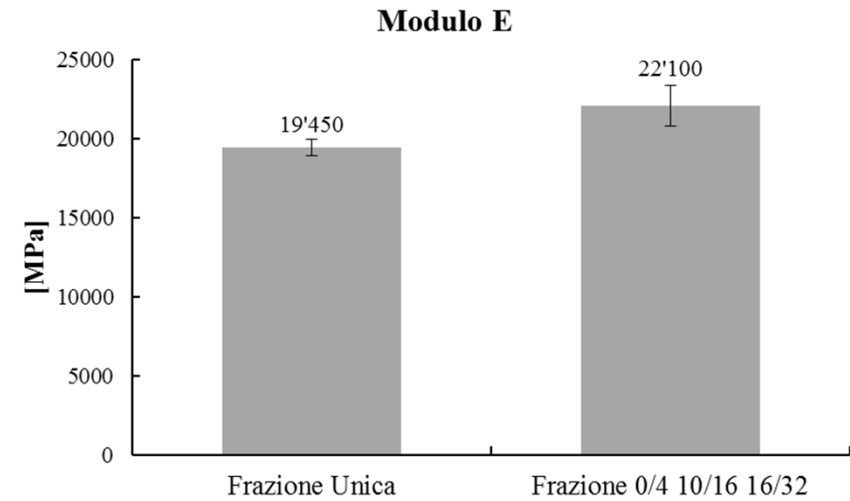
3. 3 Risultati CLS Indurito

Proprietà meccaniche



↓
C 20/25

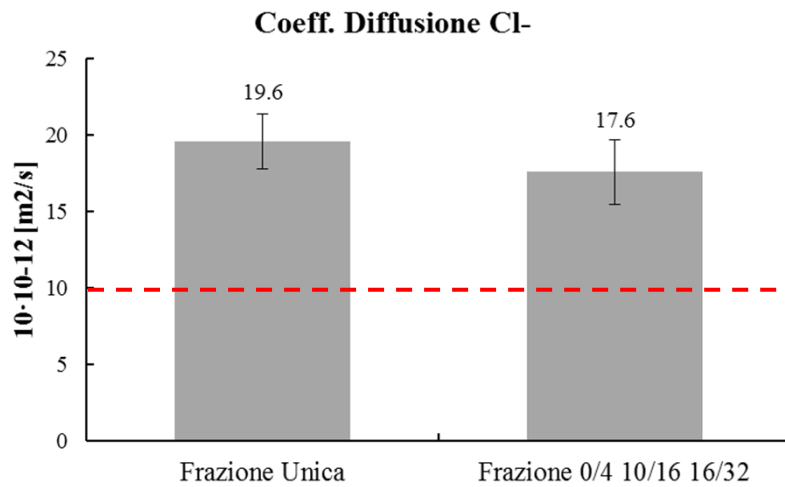
↓
C 25/30



↓ ↓
Tendenzialmente bassi
rispetto ad un
calcestruzzo classico

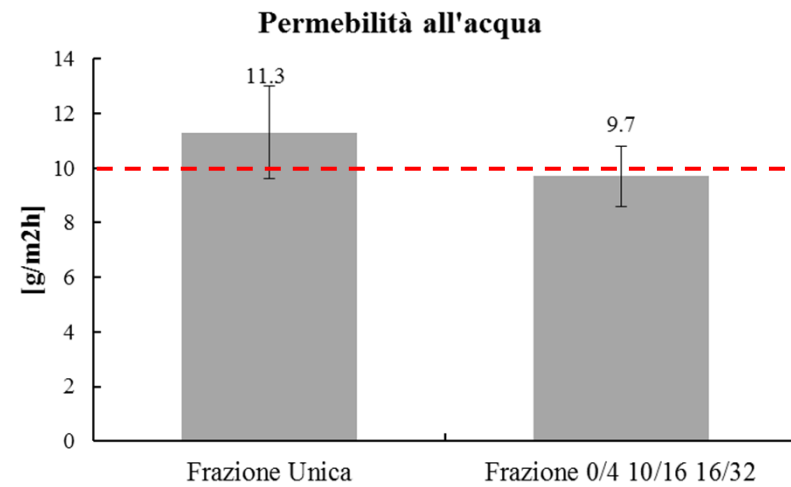
3. 3 Risultati CLS Indurito

Durabilità



↓

Requisiti Norma SIA 262/1 non soddisfatti



↓

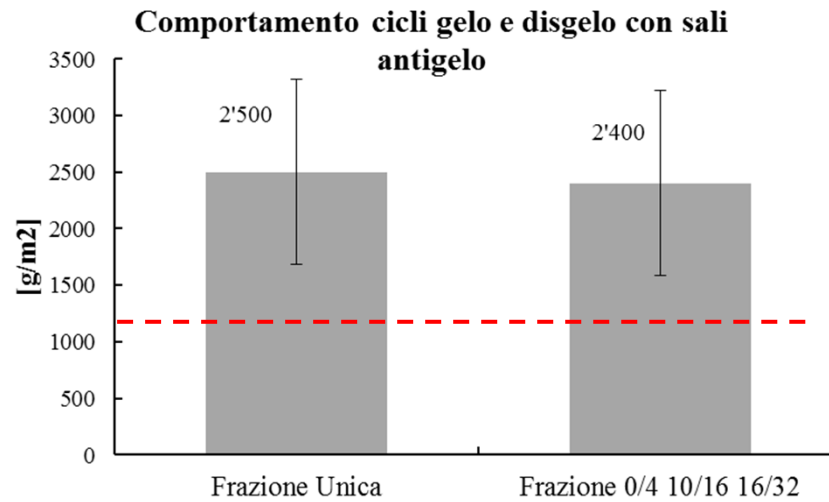
Requisiti Norma SIA 262/1 non soddisfatti

↓

Possibili classi di esposizione XC3 (CH)

3. 3 Risultati CLS Indurito

Durabilità



L'additivo aerante ha fatto effetto, ma non sufficientemente da rientrare nei requisiti della norma SIA 262/1

3. 3 Risultati CLS Indurito

- La miscela con la frazione **Unica** 0/32:
 - ha una classe di resistenza C20/25
 - soddisfa la classe di esposizione XC1 (CH) e XC2 (CH)

Pertanto può essere inserita nella tipologia di calcestruzzo **CPN A**

- La miscela con la frazione **Composta** 0/4 10/16 16/32:
 - ha una classe di resistenza C25/30
 - soddisfa la classe di esposizione XC3 (CH)

Pertanto può essere inserita nella tipologia di calcestruzzo **CPN B** (incl. CPN A)

4. Conclusioni

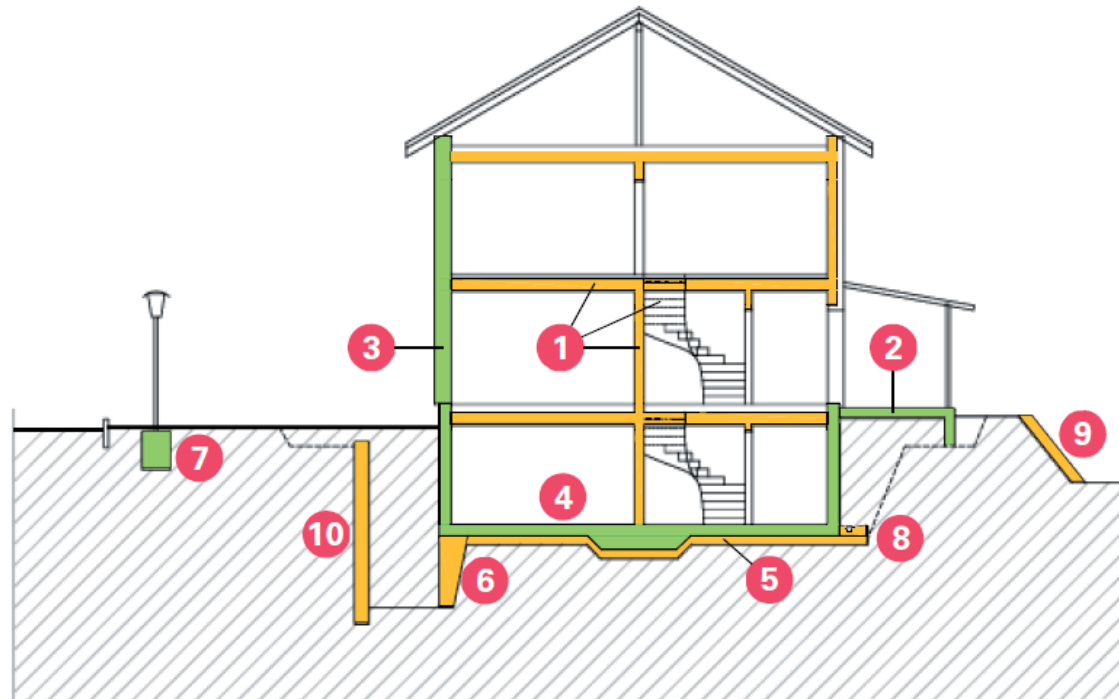
- Le miscele permettono di raggiungere calcestruzzi del tipo CPN A e CPN B.
- Le resistenze meccaniche e le durabilità raggiunte nei confronti della corrosione indotta da carbonatazione, sono interessanti per un futuro utilizzo in cantiere dei di calcestruzzi riciclati, in particolare per la realizzazione di determinate parti d'opera.
- Per quanto riguarda la durabilità, una resistenza al gelo sufficiente è difficilmente raggiungibile con il 100% di riciclato.
- Considerando che è stato usato il 100% di rifiuti inerti edili, i risultati mostrano un evidente potenziale di utilizzo dei calcestruzzi riciclati.

5. Prospettive future

- Utilizzando percentuali inferiori di riciclato (50%), si possono ottenere calcestruzzi con maggiori qualità prestazionali, e una durabilità superiore
- Utilizzare il materiale riciclato solo per determinate frazioni
- Per far fronte all'inomogeneità dei rifiuti edili è necessaria un'implementazione dei controlli di qualità degli inerti riciclati. I costi rimangono comunque minimi rispetto al guadagno (economico e ambientale) dovuto al riutilizzo dei materiali
- Sensibilizzare maggiormente l'ambito edilizio ticinese sulla potenzialità del calcestruzzo riciclato

5. Prospettive future

- Con il calcestruzzo riciclato è possibile eseguire manufatti più performanti di un semplice "magrone"!!



Geeignet für Beton RC-M, RC-C	M	C	Adapté au béton RC-M, RC-C
Geeignet nur für Beton RC-C	C		Adapté uniquement au béton RC-C

* Tratto da: KBOB "Recommandation utilisation béton de recyclage"

Contatto

Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana
Dipartimento Ambiente Costruzioni e Design
Istituto Materiali e Costruzioni
Trevano CP 12
6952 Canobbio

Dr. Christian Paglia

Tel. 058 666 63 93

christian.paglia@supsi.ch

www.imc.supsi.ch