

# Praticamente ... SCC

Stefano Garlati, Beppe Arrigoni  
Axim Italia Italcementi Group

- 0 - Introduzione
- 1 - Caratterizzazione dell'impasto
- 2 - Il test di campo, la produzione e ottimizzazione miscela.
- 3 - SCC in funzione del getto
- 4 - Conclusioni
- 5 - Bibliografia

## **INTRODUZIONE**

Lo scopo di questo articolo è cercare di raccogliere le esperienze di laboratorio e soprattutto di cantiere relative alla produzione e al confezionamento di calcestruzzi autocompattanti (SCC). Questa raccolta di dati, impressioni, considerazioni e sensazioni vorrebbe portare a fornire al produttore di calcestruzzo un riferimento pratico e funzionale per ricavare il massimo delle prestazioni dall' SCC. Il presente articolo rimanda alla miriade di pubblicazioni relative alle caratteristiche dell'impasto, alla strumentazione necessaria per il controllo dei parametri, nonché ai riferimenti della normativa UNI 11040:2003.

## **CARATTERIZZAZIONE DELL'IMPASTO**

Come per il calcestruzzo tradizionale, SCC va preventivamente proporzionato in laboratorio prima di effettuare delle prove di campo e proprio come per un calcestruzzo tradizionale, si dovranno tenere in considerazione e valutare, in fase di progetto, tutti quei fattori quali temperatura, tempo di trasporto, posa in opera ecc. che consentiranno di individuare SCC con le migliori caratteristiche che meglio risponderanno alle nostre esigenze.

Una prima valutazione va fatta sul tipo di aggiunta che si intende adottare. In genere si utilizza come aggiunta del filler calcareo o delle fly ash. La scelta a volte è vincolata dalla disponibilità in loco del filler, dall'approvvigionamento o dalla possibilità di stoccare o meno questo ulteriore componente in cantiere. La scelta del filler può essere influenzata anche dalla costanza nel tempo. Il filler calcareo è una componente inerte che può avere una variabilità dipendente essenzialmente dalla natura della formazione rocciosa da cui proviene. Per quanto riguarda le fly ash, che altro non sono che ceneri volanti, residuo della combustione delle centrali termiche, hanno una buona attività pozzolanica, ma anch'esse possono avere variabilità sia nella composizione che nella finezza.

In generale, utilizzando filler calcareo si ha un cls più chiaro, utilizzando fly ash il cls risultante è più scuro.

Altro fattore determinante per la buona riuscita di SCC è la scelta degli aggregati.

Aggregati naturali e di buona qualità saranno sicuramente più adatti, rispetto ad aggregati provenienti esclusivamente da frantumazione così come sabbie con moduli di finezza compresi tra 2.5÷3 sono da ritenersi più consone al confezionamento di SCC.

E' comunque possibile confezionare SCC sia con aggregati naturali che con aggregati frantumati; il fattore fondamentale è riuscire a rispettare i parametri necessari ad ottenere un impasto idoneo con le specifiche caratteristiche di autocompattazione.

Dall'esperienza di cantiere, si può affermare che il diametro massimo consigliato per un SCC non dovrebbe superare i 25mm; in alcuni casi (specialmente quando il flow richiesto non è elevato e non ci sono casseri stretti ed armature fitte) si può arrivare anche a 30 mm. Anche la scelta dell'additivo riveste un ruolo molto importante in quanto per ottenere e rispettare le caratteristiche principali dell'SCC allo stato fresco, la capacità di deformarsi liberamente, la capacità di scorrere e la resistenza alla segregazione, sono in parte regolati

da un corretto e appropriato rapporto A/C, ottenibile solo con l'utilizzo di un additivo superfluidificante.

Oggi sono da consigliare additivi superfluidificanti di nuova generazione (a base acrilica), capaci di offrire prestazioni migliori rispetto ad additivi tradizionali (a base di betanaftalensolfonato), con i quali si può ottenere un buon calcestruzzo autolivellante ma non un SCC.

Oltre agli additivi superfluidificanti, per confezionare SCC esistono anche additivi modificatori di viscosità (VMA). Questi prodotti sono di primaria importanza per la realizzazione di una miscela ottimale. La presenza di questi prodotti nell'impasto crea una "rete tridimensionale" che evita la segregazione e rende l'impasto stabile anche quando abbiamo un eccesso di acqua ( es. errata valutazione umidità aggregati).

Esistono in commercio additivi specifici per SCC, l'utilizzatore dovrà fare particolare attenzione alle indicazioni tecniche date dai produttori di additivi che di norma specificano sulla documentazione tecnica se l'additivo è idoneo o no al confezionamento di SCC.

Il dosaggio dell'additivo superfluidificante di norma viene calcolato in % sul peso totale dei finissimi, mentre per gli additivi modificatori di viscosità il dosaggio dovrà essere opportunamente calibrato in funzione della eventuale tendenza alla segregazione del calcestruzzo. L'aggiunta di questi ultimi è opportuno effettuarla solo a fine carico.

SCC con caratteristiche particolari possono avere altre "aggiunte" quali silica fume, prodotti antiritiro, prodotti per il controllo del ritiro idraulico etc. Queste aggiunte vanno ad imprimere al cls caratteristiche come la resistenza all'attacco di agenti aggressivi, la possibilità di eseguire muri di notevole sviluppo etc.

Dopo aver scelto tutti i componenti siamo pronti per proporzionare la miscela in laboratorio (cercando di rispettare i parametri vedi tabella 1) e successivamente, dopo eventuali correzioni è possibile effettuare la prova di campo.

**Tabella 1**

<b>PARAMETRI DA RISPETTARE PER OTTENERE MISCELE DI SCC OTTIMALI</b>		
<b>Parametro</b>	<b>Valore minimo</b>	<b>Valore massimo</b>
Finissimi totali (in peso)	500 Kg	600 Kg
Finissimi totali (in volume)	180 lt	240 lt
Acqua/polveri (in volume)	0,8	1,1
Volume pasta	380 lt	400 lt
Volume aggregato grosso	300 lt	350 lt
% agg. grosso in peso	45	55
% agg. grosso in volume	28	35

### **IL TEST DI CAMPO E OTTIMIZZAZIONE DELLA MISCELA**

La prova di campo è la parte più significativa della caratterizzazione in quanto consentirà di verificare la bontà degli studi e le considerazioni effettuate in laboratorio.

SCC può essere confezionato sia con miscelatore che con autobetoniera. Logicamente, vista l'elevata quantità di fini che caratterizza queste miscele è consigliabile l'utilizzo di un mescolatore forzato più adatto ad omogeneizzare l'impasto.

Purtroppo il mercato Italiano del calcestruzzo è decisamente orientato verso la miscelazione in autobetoniera e questo comporta dei risultati che sicuramente non possono essere definiti ottimali. Le operazioni di carico possono tuttavia essere effettuate in maniera tradizionale, provando se possibile la migliore sequenza di immissione delle componenti per favorire la migliore miscelazione.

Il test di campo effettuato su volumi superiori di calcestruzzo comportano delle variazioni rispetto alla situazione che si era presentata in laboratorio. Fondamentalmente avremo che l'efficacia dell'additivo sarà differente e che l'aspetto della miscela potrà subire variazioni in funzione della costanza dell'aggregato che si utilizza.

### **I consigli pratici della prova di campo sono:**

Indispensabile e di primaria importanza è la verifica dell'umidità degli aggregati per evitare errori nelle considerazioni di A/C; evitare di immettere tutto l'additivo di progetto (in prima battuta abbassarsi del 10% rispetto al progetto), prima di effettuare aggiunte far sempre eseguire una buona miscelazione alla autobetoniera.

Dopo avere eseguito l'impasto ed aver valutato in modo visivo l'aspetto del calcestruzzo, si procede alla valutazione delle caratteristiche e dei parametri che contraddistinguono un scc rispetto ad un buon calcestruzzo autolivellante. Di solito in cantiere è possibile valutare Flow- Cone e V-Funnel. La misura del Flow-Cone dovrà essere funzione del tipo di getto che si necessita eseguire. Il V-Funnel risulta essere un parametro importantissimo per la valutazione della stabilità del calcestruzzo e della sua viscosità. Di seguito alleghiamo la Tabella 2, dove vengono indicate le caratteristiche allo stato fresco ed i relativi valori di accettazione.

**Tabella 2**

CARATTERISTICA	INTERVALLO DI ACCETTAZIONE	METODO DI PROVA
Fluidità	>600 mm	UNI 11041
Tempo di spandimento (per arrivare a 500mm)	≤ 12 sec	UNI 11041
Deformabilità (tempo di efflusso da V-Funnel)	4÷12 sec	UNI 11042
Scorrimento confinato (attraverso J-ring)	$\Delta\phi \leq 50$ mm rispetto allo scorrimento senza anello	UNI 11045
Scorrimento confinato (scatola ad L)	$H_2/h_1 > 0,80$	UNI 11043
Scorrimento confinato (Scatola ad U)	$\Delta h \leq 30$ mm	UNI 11044
Stabilità alla sedimentazione (V-funnel dopo 5 min)	Valore iniziale + 3 sec	UNI 11042

Avendo a disposizione questi parametri che ci consentono di valutare le caratteristiche reologiche dell'impasto, dobbiamo essere in grado di valutare la bontà della nostra miscela.

### **Cosa bisogna fare se la miscela non risponde alle nostre aspettative?**

Cerchiamo di capire quali possono essere i difetti e come possiamo intervenire per risolverli.

#### **L'impasto segrega?**

Se l'impasto segrega i motivi possono essere: errato assortimento della curva granulometrica, basso contenuto di fini, eccesso di additivo, mancanza di VMA (agente viscosizzante), eccesso di acqua.

Bisogna capire su quali dei suddetti fattori bisogna intervenire; logicamente bisogna intervenire su un fattore per volta.

#### **L'impasto è molto viscoso e scorre troppo lentamente?**

In questo caso le cause possono essere: eccesso di finissimi, eccesso di additivo, curva granulometrica troppo "chiusa" che impedisce lo scorrimento, mancanza di acqua. Anche in questo caso bisogna ricontrollare i parametri della miscela e decidere dove agire con modifiche.

**L'impasto è molto fluido ma non si livella, non raggiunge il Flow richiesto ed il tempo di V-Funnel è troppo breve?**

Quando si presenta questo fenomeno significa che potrebbe esserci un eccesso di acqua (importanza della valutazione dell'umidità) nell'impasto e che è necessario riequilibrare la miscela relativamente al contenuto di acqua al contenuto di fini ed anche al contenuto di additivo. Riequilibrando la miscela si dovrebbe essere in grado di avere un impasto fluido ma nello stesso tempo dotato di buona capacità di posizionarsi nel cassero in modo corretto.

A volte la presenza eccessiva di aria in SCC (sopra il 2-3%) può causare mancanza di scorrimento dell'impasto anche con un impasto decisamente fluido. La presenza di aria può essere legata al riduttore di acqua oppure alla presenza di un quantitativo elevato di silice fume o alla presenza di parti fini con proprietà particolari.

**L'impasto ha le caratteristiche ideali ma bastano pochi litri di acqua in più o poco additivo in più per portarlo in segregazione.**

Questa tipologia di impasto necessita con ogni probabilità dell'utilizzo di un agente modificatore di viscosità (VMA). E' possibile confezionare SCC anche senza l'utilizzo di un VMA. Quando si è in fase di produzione la soluzione più sicura è l'utilizzo di un VMA in quanto questo tipo di aggiunta permette di avere un "paracadute" in caso di errori in fase di carico dei componenti. Il dosaggio del VMA va calibrato molto bene in quanto questa tipologia di additivi evita la segregazione ma purtroppo un dosaggio errato può limitare la capacità di scorrimento del calcestruzzo.

**Ci sono bollicine che fuoriescono dal calcestruzzo in fase di getto, è un problema?**

Se il calcestruzzo non è segregato le bollicine che fuoriescono non sono un problema; si tratta di aria che il cls ha inglobato (in fase di confezionamento o in fase di getto) e che sta per essere espulsa. In questi casi si può dire che l'aria che fuoriesce è simile all'aria che vediamo quando il calcestruzzo tradizionale viene vibrato.

Ci sono moltissime altre domande alle quali rispondere; a nostro avviso questi sono i principali problemi che si possono riscontrare.

Dopo aver verificato che la miscela è adatta ad essere posata in opera o che con alcune opportune modifiche è possibile l'utilizzo, siamo in grado di iniziare il lavoro da realizzare in SCC.

Durante i primi getti sarà importante informare impiantisti, autisti di autobetoniera e operatori di cantiere che il materiale con il quale stanno lavorando ha caratteristiche diverse rispetto al calcestruzzo standard, per questo sarà importante effettuare numerosi controlli in cantiere per far capire alle persone interessate dal processo le peculiarità di SCC.

Dopo alcuni lavori effettuati con SCC i controlli potranno diventare come quelli che si effettuano per un cls standard.

**SCC IN FUNZIONE DEL GETTO**

Non tutte le tipologie di getto possono essere eseguite con SCC, un buon venditore di calcestruzzo dovrà capire dove l'impresa può trarre maggior profitto dall'utilizzo di un SCC. Una raccomandazione importante è quella di fare particolare attenzione alla qualità del cassero, alla tenuta (sigillare i casseri in corrispondenza dei giunti) ed ai rinforzi (per evitare deformazioni dovute alla maggiore pressione idraulica di SCC). Questo perché un buon calcestruzzo in un cassero di cattiva qualità significa rovinare il calcestruzzo. Sono in atto degli studi relativi alla distribuzione degli sforzi nei casseri (nell'ambito del progetto Ulisse in collaborazione con università dell'Aquila) quando si utilizzano SCC, al momento

non esistono dati ufficiali a disposizione e l'unica indicazione che si può dare è che SCC "spinge" in modo maggiore rispetto al calcestruzzo tradizionale.

Per ottenere un buon risultato sarà opportuno organizzare l'approvvigionamento di cls in cantiere, questa attività dovrà cercare di mantenere una alimentazione continua del getto per evitare la formazione di riprese di getto.

#### **Fondazioni, platee etc...**

Per queste applicazioni SCC può risolvere problemi quando esiste una fitta armatura e risulta impossibile una vibrazione del calcestruzzo. In ogni caso l'utilizzo di SCC può velocizzare notevolmente le fasi di posa in opera. In questo caso non si necessita di un SCC con elevati valori di Flow-Cone. Un valore al limite inferiore di quanto prescritto dalla norma è sufficiente.

#### **Pali di fondazione**

L'utilizzo di SCC nei pali è molto diffuso. Il beneficio fondamentale è che con questo materiale è possibile velocizzare la posa in opera ed è possibile annegare l'armatura dopo il riempimento della cavità.

#### **Pilastr**

Utilizzare SCC nei pilastr può velocizzare le operazioni di cantiere e migliorare il risultato estetico. L'aspetto importante da non trascurare è quello di avere una buona tenuta del cassero e di utilizzare idonei tubi getto altrimenti i risultati diventano peggiorativi.

#### **Solai**

I solai vengono gettati in opera come integrazione di solai con in alleggerimento pignatte in laterizio o solai con alleggerimento in polistirolo. In entrambi i casi l'utilizzo di SCC può creare problemi in quanto il calcestruzzo può entrare nelle pignatte (appesantendo la struttura) e la sua spinta può staccare le lastre di polistirolo creando problemi.

#### **Muri**

La realizzazione di muri è la prova più importante per un SCC. Quando si realizza un muro il beneficio più importante si ha nel caso in cui ci siano armature molto fitte, altezze elevate e necessità di gettare in soluzione unica. Un SCC che va in un muro viene messo alla prova relativamente a tutte le sue peculiarità: Scorrimento, capacità di riempimento, stabilità e facciavista.

Un muro realizzato in SCC può diminuire notevolmente i tempi di getto e migliorare il facciavista. Parlando dei muri andiamo a toccare un argomento importante come il facciavista. Di solito si tende a proporre SCC ad un cliente promettendo un facciavista marmoreo. Questo è possibile ma è necessario che il cls durante la posa in opera non abbia possibilità di inglobare aria. Di conseguenza durante la posa SCC deve rispondere alle caratteristiche di progetto ed è necessario che la posa venga eseguita utilizzando tubi getto e rispondendo a tutto quello che la buona pratica consiglia.

In prefabbricazione sono stati ottenuti ottimi risultati relativi al facciavista con miglioramenti sensibili rispetto a calcestruzzo tradizionale.

### **CONCLUSIONI**

SCC è un materiale innovativo che utilizza prodotti già esistenti da alcuni anni che combinati danno un materiale differente e nuovo. E' importante sensibilizzare tutte le persone interessate dal ciclo di produzione, trasporto e posa in opera in modo tale da far capire con che cosa hanno a che fare.

Questo materiale inizialmente necessita di una attenzione particolare in quanto le sue caratteristiche rendono la sua gestione differente rispetto alla gestione del calcestruzzo "normale" ma, una volta comprese la sua gestione non risulta più difficoltosa di un calcestruzzo "normale".

Questo tuttavia non deve frenare il produttore o il progettista ad utilizzare e proporre scc, ma anzi a stimolarli nel valutare e saper proporre scc per quelle applicazioni che

consentiranno di ottenere il massimo dei vantaggi da questo nuovo e particolare materiale che, non dimentichiamo, è sempre e comunque il " *nostro calcestruzzo*".

### **BIBLIOGRAFIA**

Norma UNI 11040:2003, calcestruzzo autocompattante. Specifiche, caratteristiche e controlli.

Mario Collepari: "Il nuovo Calcestruzzo".



Trave prefabbricata in SCC

Muro gettato in opera in SCC bianco

