

**SAIE 2005**  
**Convegno: Il Cemento armato – L'innovazione tecnica della filiera**  
**Bologna, 12 Ottobre 2005**

**L'additivo: fattore di innovazione tecnologica.**

Giuseppe Zambetti  
ASSIAD – Consulta per il Calcestruzzo

Lo sviluppo tecnologico e le crescenti esigenze del settore della costruzioni, hanno progressivamente richiesto non solo il miglioramento qualitativo, bensì anche una notevole diversificazione delle prestazioni del calcestruzzo, così da consentirne l'impiego nel miglior modo possibile in relazione ai diversi metodi di applicazione. Si sente, in sostanza, la necessità di una più spiccata specializzazione del conglomerato cementizio, esigenza che questo materiale, di per se stesso, può soddisfare solo entro limiti ben determinati.

Il calcestruzzo, infatti, è definibile come un prodotto costituito da un sistema rigido, le cui proprietà sono strettamente legate, a parità di tipo e classe del cemento e delle caratteristiche dell'aggregato, alla qualità della pasta cementizia ed al rapporto tra la quantità di pasta legante e l'aggregato stesso. In particolare, la qualità della pasta è determinata dal rapporto ponderale tra il cemento e l'acqua e quella del calcestruzzo, a pari qualità della pasta cementizia, dal rapporto ponderale della pasta stessa con l'aggregato.

In generale, se si opera modificando il rapporto tra l'acqua ed il legante, aumentando il peso del liquido, si determina il decadimento delle resistenze meccaniche e, fattore ancora più importante, aumenta la sua porosità con effetto negativo sulla durabilità del calcestruzzo; se si modifica il rapporto tra la pasta legante e l'aggregato, aumentando il volume della prima, si ha un miglioramento della fluidità della miscela, positiva agli effetti della posa in opera del conglomerato, ma si peggiorano altre proprietà, quali il ritiro, sia allo stato plastico, sia indurito, e le conseguenti fessurazioni, nonché, per lo sviluppo del calore, quelle da contrazione per raffreddamento. Altro aspetto negativo, in particolare per quanto concerne i manufatti in c.a. precompresso, si determina l'aumento della deformazione plastica del calcestruzzo, il fluage.

Oggi, oltre alle classiche proprietà del calcestruzzo, allo stato fresco ed indurito, quindi la classe di consistenza, le resistenze meccaniche, le deformazioni, si pone maggiore attenzione alla sua durabilità nel tempo per la vita utile delle strutture. Questo aspetto è molto ben chiarito dal Prof. Swamy nell'articolo "Progresso sostenibile e Costruzioni in c.a." (Enco Journal n° 22 del 2003), con la definizione **"Un elemento strutturale in c.a. ad alta durabilità è quello progettato per dare caratteristiche prestazionali ottimali, in riferimento alla presenza di carichi in servizio, alle**

**condizioni di esposizione ambientale, ai requisiti reologici per la messa in opera, alla vita di servizio attesa ed alla sua sostenibilità”.**

L’additivo, quale fattore di innovazione tecnologica, è il componente del calcestruzzo cui è affidata la missione di consentire il conseguimento di tutte queste prestazioni, sopperendo alla richiamata rigidità del sistema formato dai tre costituenti fondamentali del materiale, il cemento, l’aggregato, l’acqua.

Le Aziende che operano nel mondo della chimica per le costruzioni, sono prevalentemente rappresentate da ASSIAD, Associazione Italiana Produttori di Additivi e Prodotti per calcestruzzo, che ha la finalità di promuovere la diffusione di questi prodotti nel mercato e la loro evoluzione, spesso anticipando la richiesta dell’utente.

ASSIAD, inoltre, collabora attivamente con EFCA, European Federation Concrete Admixtures, che ha dato un rilevante contributo allo sviluppo della normativa europea e della tecnologia.

Questo ha condotto alla redazione della Norma UNI EN 934-2, che detta i requisiti specifici per le diverse famiglie di additivi ed è la base di riferimento per la marcatura CE di questi prodotti, oggi tutti commercializzati con questo marchio di garanzia per l’utente.

L’additivo per calcestruzzo è definito come “prodotto aggiunto in piccole quantità rispetto al peso del cemento, prima o durante la miscelazione o durante un’ulteriore operazione di miscelazione, al fine di ottenere prescritte modifiche delle normali proprietà del calcestruzzo”.

In sostanza, l’innovazione portata dall’impiego di questi prodotti ha consentito, con flessibilità ed economia, di migliorare determinate caratteristiche del conglomerato cementizio, sia allo stato fresco che indurito:

- ✚ la reologia del calcestruzzo;
- ✚ la presa e l’indurimento della pasta cementizia;
- ✚ la resistenza meccanica alle varie stagionature;
- ✚ la resistenza alle azioni degradanti, fisiche, meccaniche e chimiche.

Il loro impiego rappresenta, inoltre, l’elemento di innovazione per ottimizzare l’organizzazione del cantiere, in particolare come componenti insostituibili per la nuova tecnologia dell’ SCC, riducendo anche la dispersione dei risultati e quindi l’affidabilità del calcestruzzo in opera.

La famiglia di additivi per calcestruzzo oggi più conosciuta dall’utente e diffusa sul mercato, è quella dei superfluidificanti, prodotti che consentono di modificare le caratteristiche reologiche dei calcestruzzi, intervenendo sulla riduzione del rapporto acqua: cemento, a pari consistenza o sulla fluidità senza aumentare negativamente la richiesta di acqua o peggiorare il rapporto aggregato: cemento. Nel primo caso si consegue il miglioramento delle prestazioni meccaniche del calcestruzzo indurito e la riduzione della porosità della pasta di cemento, nel secondo il miglioramento della messa in opera del conglomerato, anche con l’impiego delle pompe, riducendo la durata e l’intensità della vibrazione meccanica.

Il superfluidificante è l’additivo che, negli ultimissimi anni, ha contribuito maggiormente all’innovazione tecnologica di tutta la filiera del cemento armato, consentendo la produzione della vera innovazione nel campo della produzione del calcestruzzo, il Self Compacting Concrete, meglio conosciuto con l’acronimo SCC, destinato ad incidere profondamente sulla qualità ed affidabilità delle costruzioni.

Solo attraverso la ricerca dell’industria della chimica applicata all’edilizia, combinata con l’esigenza di facilitare la messa in opera del calcestruzzo, eliminando gli effetti nocivi della vibrazione sulla salute del lavoratore e della cattiva vibrazione sulla qualità dell’opera, si è arrivati a proporre non solo un prodotto, bensì un sistema, il Sistema SCC, che prende in considerazione le varie fasi del lavoro, quindi:

- ✚ la progettazione della struttura;
- ✚ la sua produzione e controllo;
- ✚ la sua peculiare caratteristica di messa in opera;
- ✚ l’organizzazione del cantiere.

- ✚ L'apporto degli additivi, come già anticipato, è fondamentale ed è possibile attraverso l'impiego di innovativi polimeri, detti genericamente acrilici ma specificatamente basati sugli eteri polistearici modificati o PCE, e degli agenti viscosizzanti, i VMA, che hanno il compito di garantire l'equilibrio tra la mobilità del calcestruzzo, tipica dell'SCC, e la sua coesione che deve essere tale da evitare il rischio di segregazione dei suoi costituenti. Le caratteristiche reologiche dell'SCC possono aprire innovative soluzioni che devono essere conosciute dal Progettista, vedi la realizzazione di strutture sottili e fortemente armate, ma anche dal Costruttore per vantaggiose tecniche di messa in opera del calcestruzzo, tra le quali il riempimento dei casseri con pompaggio dal fondo, ecc.

SCC è l'attualità dell'innovazione ma altri sono i fronti che vedono l'additivo quale elemento fondamentale di innovazione tecnologica:

- ✚ la produzione di calcestruzzi auto stagionanti;
- ✚ la produzione di calcestruzzi a ridotto o nullo ritiro igrometrico;
- ✚ i calcestruzzi a ritiro compensato o autocompressi;
- ✚ i calcestruzzi a corretto tempo di ispessimento per il miglioramento del lavoro nel settore delle pavimentazioni industriali;
- ✚ i calcestruzzi proiettati, detti shotcrete, strutturali e non provvisionali;
- ✚ i calcestruzzi AP e AR, con rapporto acqua:cemento 0,28;
- ✚ i calcestruzzi pompabili a lunga distanza o con ridottissimo dosaggio di cemento o con aggregato carente di fini;
- ✚ i calcestruzzi a prolungato mantenimento della fluidità, senza effetto negativo sulle sue resistenze iniziali, con eliminazione del retempering.

Queste è solo un sintetico quadro sul possibile apporto degli additivi, quale fattore di innovazione tecnologica per tutta la filiera del cemento armato, che in molti casi sono già da considerare delle realtà, con prodotti proposti sul mercato ma ancora non sufficientemente conosciuti dal possibile utilizzatore o, in molti casi, ancora non utilizzati per mancanza di effettiva richiesta della particolare prestazione.

Per le realizzazioni di cui sopra, parliamo di:

- ✚ additivi SRA (Shrinkage Reducing Admixtures), utilizzati soli o in combinazione con agenti espansivi. Gli SRA sono additivi veramente innovativi, in quanto non solo riducono la contrazione del calcestruzzo a seguito della diminuzione della tensione superficiale dell'acqua che rimane nei pori capillari, con riduzione del ritiro da essiccamento, ma, proprio per questa loro capacità, possono sostituire i classici stagionanti o curing compound agli effetti della riduzione dello stesso negativo effetto;
- ✚ additivi SRA utilizzati tal quale o in formulazioni con effetto superfluidificante o in combinazione con agenti espansivi, per ridurre od eliminare il ritiro igrometrico;
- ✚ superfluidificanti a prolungato mantenimento della fluidità ma a rapido sviluppo delle resistenze del calcestruzzo "verde", per ridurre i tempi necessari per effettuare l'operazione di lisciatura meccanica, conosciuta come "elicotteratura", nell'esecuzione delle pavimentazioni industriali, al fine di limitare il rischio di esecuzione di lavoro notturno;
- ✚ acceleranti detti alcali-free, al posto di quelli alcalini, per la produzione di shotcrete con elevate resistenze meccaniche anche alle lunghe stagionature, senza il forte decadimento tipico con l'impiego del classico silicato di sodio;
- ✚ superfluidificanti PCE particolarmente studiati per consentire alte classi di consistenza, anche S5, con rapporti  $a/c \leq 0,28$ ;
- ✚ coadiuvanti di pompaggio evoluti, che non inglobano aria e non influiscono negativamente sullo sviluppo delle resistenze meccaniche del calcestruzzo, per il pompaggio di miscele con dosaggio di cemento anche di 150 kg/mc, comunque con ridotto apporto di finissimo, o per pompare calcestruzzi ordinari anche a 1 – 2 km di distanza in orizzontale o 500 m in verticale;

- ✚ Additivi inibitori di corrosione, anche di tipo trasmigrante, per la totale protezione dei ferri di armatura.

Queste sono solo alcune delle possibili proposte dei produttori di additivi, risultato della loro continua ricerca nei propri centri R&D, che spesso anticipa il mercato, anche per la sinergia di molti degli operatori con i propri Gruppi, quasi sempre a carattere internazionale.

E' su questi ed altri temi che dovrà continuare a svilupparsi la collaborazione con i Produttori di calcestruzzo, attraverso la continua innovazione tecnologica, anche per la riduzione del contenzioso tipico di alcuni settori.

Altro tema incentivante sarà la promozione dell'immagine del calcestruzzo quale materiale idoneo per lo sviluppo sostenibile, in quanto non nocivo nei confronti dell'ambiente in tutti i suoi costituenti, tra i quali anche gli additivi che potranno essere identificati attraverso uno specifico marchio, l'EQ-Seal, promosso dall'EFCA.

Gli obiettivi dovranno essere il Progettista ed il Prescrittore, non dimenticando il Direttore dei Lavori, che avranno la sicurezza che la qualità richiesta potrà essere soddisfatta dal Produttore e, di conseguenza potranno utilizzare queste certezze per progettare e dimensionare con più accuratezza le strutture.

Solo attraverso una coordinata azione rivolta verso obiettivi di comune interesse, si potrà affermare l'idea del Sistema Calcestruzzo, quindi vedere il calcestruzzo stesso non solo come un prodotto a se stante, bensì come parte di un sistema operativo, che possiamo identificare con la Filiera del cemento armato, che deve articolarsi su fasi ben chiare e conseguenti:

- ✚ corretta progettazione e dimensionamento della struttura,
- ✚ capacità di progettazione, confezionamento e trasporto del calcestruzzo,
- ✚ corretta organizzazione del cantiere per la messa in opera del conglomerato cementizio, con ottimizzazione delle attrezzature e del lavoro.

Il tutto si tradurrà in continua richiesta di innovazione e in una migliore risposta qualitativa, con maggiore valore aggiunto per il Produttore ma anche con maggiore economia sull'opera finita.