



HIGHLIGHTS LA CHIMICA ALLO SPECCHIO

a cura di *Claudio Della Volpe* - claudio.dellavolpe@unitn.it

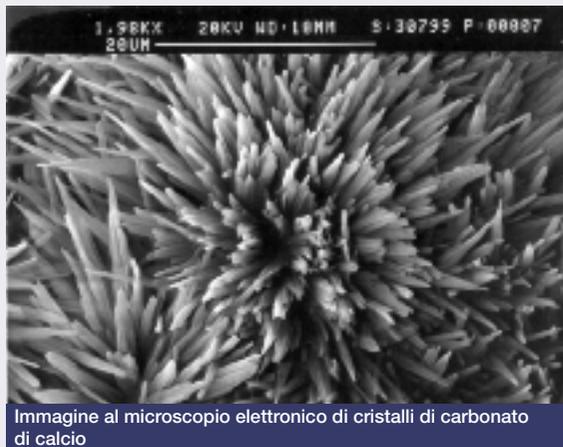
Il cemento della Chimica

di *Rosa Di Maggio*

È recente la ferita inferta dal terremoto alle case e agli edifici pubblici in Abruzzo. Crolli e cedimenti si sono verificati a macchia di leopardo e fortunatamente non sono stati generalizzati. Tant'è che la stima attuale fornita dalla protezione civile indica in circa 50% gli edifici abitabili. A cosa si deve che edifici adiacenti abbiano potuto avere un destino molto diverso? Possiamo mettere sotto accusa per questo la qualità del cemento ed in particolare la produzione dello stesso negli impianti industriali? No, questa volta possiamo tirare un sospiro di sollievo. Sarà il caso di approfondire la questione.

Le tecnologie costruttive attuali prevedono principalmente l'uso del calcestruzzo armato (e non come spesso si sente dire "cemento armato"). Il calcestruzzo è intrinsecamente fragile, ma ha una buona resistenza a compressione, ragione per la quale viene largamente utilizzato. L'armatura in acciaio dolce serve a lavorare unitamente con il calcestruzzo, in particolare per opporsi a tutte le sollecitazioni diverse da quelle di pura compressione. In caso di terremoto, l'energia sprigionata è in grado di generare diversi stati tensionali che possono superare enormemente i bassissimi valori di resistenza a trazione o a taglio del calcestruzzo. Un'armatura in acciaio ben progettata e correttamente eseguita serve appunto a sopportare i carichi che il calcestruzzo non è più in grado di sostenere. Calcestruzzo ed armatura devono lavorare unitamente suddividendosi i compiti.

I progettisti che fuoriescono dalle Facoltà di Ingegneria sono preparati al compito di progettare strutture composite in calcestruzzo armato in grado di sopportare terremoti di scala molto ampia e sicuramente della stessa scala di quello dell'Abruzzo. Cosa non ha funzionato allora? Molte potrebbero essere le ragioni e sicuramente saranno state di volta in volta diverse. Proviamo ad elencarne qualcuna. Con molta probabilità in qualche caso (ma personalmente ritengo veramente in pochi) ci sarà anche stata di cattiva progettazione. Più in generale si sarà trattato di cattiva realizzazione unita ad obsolescenza delle strutture. La cattiva realizzazione delle strutture è dovuta essenzialmente a due fattori entrambi legati alla volontà di abbassare i costi di costruzione (e certo non per abbassare i costi finali dell'opera!): la riduzione della qualità e soprattutto della quantità delle materie prime ad alto costo (acciaio e cemento) per la produzione del calcestruzzo armato e la mancanza nei cantieri di un direttore dei lavori in grado di accorgersi dell'abbassamento delle caratteristiche prestazionali delle strutture. Va anche detto che non è facile portare alla luce eventuali mancanze e quindi una buona costruzione è sempre frutto di un "sistema" basato sul senso di responsabilità. Infatti al di là di criminali azioni volte a ridurre i costi in



modo fraudolento, spesso la cattiva qualità delle strutture è semplicemente legata a scarsa conoscenza dei criteri per la realizzazione di un buon calcestruzzo. Infatti la qualità dell'acciaio è sempre fuori discussione, in quanto quello per armatura non ha caratteristiche particolarmente ricercate e risulta sempre protetto dalla corrosione finché si trova immerso in un calcestruzzo non ammalorato. Si intuisce subito che l'obsolescenza delle strutture in calcestruzzo armato può dipendere solo da un buon calcestruzzo e tanto saranno

migliori le sue caratteristiche iniziali tanto più sarà lunga la sua durata. Una caratteristica fondamentale per l'ottenimento di un buon calcestruzzo è la percentuale di porosità capillare della pasta cementizia che avvolge e lega l'aggregato ed un basso ritiro a fine stagionatura. Esse dipendono dalle condizioni di stagionatura, che dovrebbero essere umide per almeno 7 giorni, e dal rapporto acqua/cemento (a/c) utilizzato nella centrale di betonaggio per produrre l'impasto fresco. Il calcestruzzo irrigidisce sviluppando resistenza meccanica grazie alla reazione di idratazione delle sue componenti, che ha come sottoprodotto la formazione di cristalli di idrossido di calcio. Il valore percentuale di porosità residua è tanto maggiore quanto più alto è il rapporto a/c rispetto a quello ottimale per minimizzare (e persino eliminare) la porosità. L'incremento di porosità è sempre grave perché oltre a ridurre la sezione resistente, è sede di molte reazioni di degradazione che coinvolgono dapprima l'idrossido di calcio e successivamente gli idrati resistenti, quando l'idrossido è stato consumato. Banalmente anche dell'acqua piovana, in cui si sia solubilizzata anidride carbonica, ristagnando nella porosità del calcestruzzo è in grado nel tempo di disciogliere l'idrossido e trasformarlo in carbonato di calcio. Questo processo porta anche ad un aumento della porosità che spinge sempre più all'interno la degradazione. Si parla in questo caso di carbonatazione del calcestruzzo e può essere visualizzata con un indicatore di basicità, per esempio fenolftaleina. Il conseguente abbassamento del pH dell'acqua a contatto con il calcestruzzo mette a rischio l'armatura metallica, che corrodendosi riduce la propria resistenza. Non è colpa della chimica, ma è sempre meglio conoscerla.

Rosa Di Maggio, professore associato della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Trento, è docente di Tecnologia dei materiali nei corsi di Laurea di Ingegneria Civile ed in quello di Edile-Architettura. Negli ultimi anni, ha diviso i suoi interessi di ricerca tra lo sviluppo e la caratterizzazione di materiali macromolecolari ibridi organico-inorganici e lo studio della degradazione dei calcestruzzi e delle malte, con particolare attenzione allo sviluppo di sistemi di protezione a basso costo.
rosa.dimaggio@ing.unitn.it