



Claudio Della Volpe
UNITN, SCI, ASPO-ITALIA
claudio.dellavolpe@unitn.it

CONTRO IL CALCESTRUZZO ARMATO

Nel passato i Romani si sono distinti per l'impiego di calcestruzzo (basato sull'uso della pozzolana, una roccia vesuviana) nelle loro costruzioni; essi adottarono materiali e soluzioni che hanno resistito per quasi due millenni alle intemperie, arrivando fino ai giorni nostri. Il Pantheon di Roma, costruito tra il 120 e il 124 dopo Cristo, è un esempio incredibile di questo: ha una cupola dal diametro di 43 metri realizzata con diverse miscele di calcestruzzo, senza un'armatura di metallo. E rimane ancora oggi la cupola emisferica più larga mai realizzata in calcestruzzo non armato.

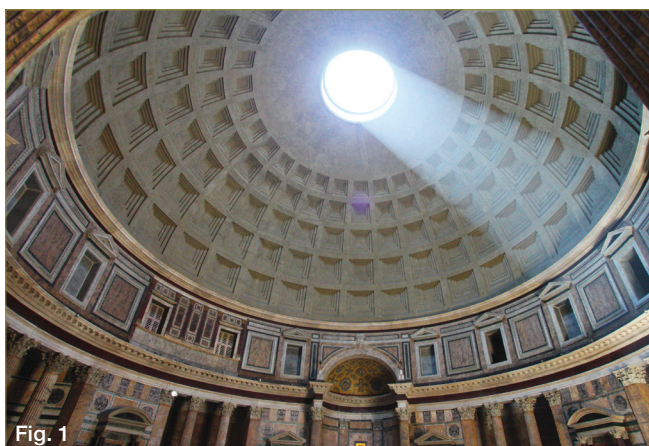


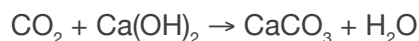
Fig. 1

Il calcestruzzo armato in ferro, inventato alla metà del XIX secolo ed usato, prima che per le case, per le navi e per i vasi, sembrò una soluzione magica ed eterna; metteva insieme la resistenza a trazione del ferro con quella a compressione del cemento miscelato con piccole rocce e altri leganti.

Ma la storia ha dimostrato che le cose stanno diversamente.

La questione è squisitamente chimica; non mi riferisco qui all'enorme quantità di gas serra emessi in fase di produzione del cemento che lo rendono uno dei contributori principali del riscaldamento globale.

No, mi riferisco alla scarsissima durabilità dei manufatti. Dopo il getto il pH del cemento è all'incirca di 12 e questo mette il ferro in uno stato di passivazione che ne migliora le caratteristiche. Ma con il passare degli anni il diossido di carbonio atmosferico diffonde in modo crescente all'interno e reagisce con l'idrossido di calcio presente nella malta generando carbonato di calcio ed acqua:



Questo processo si chiama carbonatazione del cemento e, fra l'altro, occorre dire che recupera nel tempo parte almeno della CO_2 emessa in produzione; questo è un aspetto positivo dal punto di vista climatico, anche se non ben considerato nei conti IPCC; ma è un tragico problema per la struttura. Le conseguenze della carbonatazione sono a loro volta complesse e contraddittorie.

Il pH si abbassa fino a 8,5 con un aumento della resistenza e della durezza del cemento ma fa contrarre la pasta cementizia perché il carbonato ha densità maggiore (2,9 vs 2,2-2,4) e tale contrazione porta alla fessurazione del manufatto, all'esposizione delle armature e all'ulteriore corrosione. La cosa è facile da rivelare con una semplice soluzione alcolica di colorante come la fenolftaleina: spruzzandola sul cemento, se non diventa rosa ma rimane color cemento, vuol dire che il pH è sceso e il manufatto è pronto alla distruzione. In sintesi la carbonatazione non ha un effetto direttamente negativo sul cemento perché anzi ne aumenta le prestazioni, ma favorisce la corrosione dell'acciaio.

Quando l'acciaio si ossida aumenta di svariate volte il suo volume creando fortissime pressioni laterali che tendono a lesionare ulteriormente il cemento, espellendo il cosiddetto copriferro, la zona più vicina all'armatura; le armature rimangono così

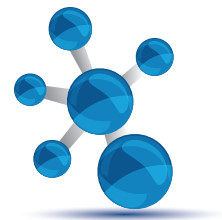


Fig. 2



Fig. 3

esposte agli ulteriori attacchi ambientali che ne diminuiscono la sezione utile.

È un processo in corso nella maggior parte dei manufatti edilizi degli ultimi settant'anni, del secondo dopoguerra, alla base del crollo del ponte Morandi, per esempio.

Come lo si può contrastare? Sui manufatti così vecchi è troppo costoso, lo si può fare su quelli nuovi almeno per un certo tempo usando acciaio inossidabile o additivi specifici.

Ma ne vale la pena?

Secondo me no, oggi sappiamo che ci sono altri materiali che si possono usare al posto del ferro per costruire compositi migliori: sto parlando delle fibre organiche, di carbonio o di altri materiali (non di vetro che pure è sensibile all'acqua), che hanno prestazioni a trazione varie volte superiori all'acciaio, vengono da sorgenti rinnovabili o, se minerali, non hanno limiti e non sono soggette a corrosione; si può perfino pensare a fibre minerali, silicatiche, prodotte a partire da basalto fuso ad alta temperatura ed opportunamente trattate.

Tale tipo di composito è già stato usato e si trova in letteratura che ha prestazioni nettamente superiori a quelle del cemento armato tradizionale; ci sono numerosi esempi di ponti costruiti in vari continenti compresa l'Europa (il Carola-brucke di Dresda) e che si pensa possa durare secoli come si pensava fosse vero per il cemento armato tradizionale. Non si sa se è così, ma certamente si riducono le necessità di manutenzione. Rimane poi che si è costruito per secoli con altri materiali, legno e pietra principalmente, con risultati eccezionali che

hanno superato la barriera del tempo; perché fidsarsi sul mediocre cemento armato?

È tempo che i chimici dicano la loro agli ingegneri che si sono sbizzarriti ad usare un materiale soggetto a corrosione in costosi manufatti e soprattutto nei palazzi in cui abitiamo; sta a noi chimici rimediare a questa scelta sbagliata, legata alla scarsa cultura chimica ed elettrochimica dei comuni progettisti, una carenza formativa che è stata (vedi ponte Morandi) e potrà essere pagata cara da tutta la società.

BIBLIOGRAFIA

- [1] <https://www.deakin.edu.au/about-deakin/media-releases/articles/deakin-researchers-design-maintenance-free-bridge-for-geelong-park>
- [2] <https://cecollection2.files.wordpress.com/2020/05/440.6m-08-specification-for-carbon-and-glass-fiber-reinforced-polymer-bar-materials-for-concrete-reinforcement-metric.pdf>