

# ADDITIVO PER LA ELIMINAZIONE DELLA CONTRAZIONE DEL CEMENTO

Vorrei fare alcune considerazioni sopra gli additivi antiritiro del cemento, calcestruzzo e cemento armato.

In questi ultimi tempi sembra destato un forte interesse sopra il problema del ritiro del cemento, considerandolo come problema determinante e primario del degrado dello stesso e per aumentarne la durabilità.

Tutto questo mi sembra molto giusto, tanto è vero che presentai nel 1992 domanda di brevetto per un additivo antiritiro e/o espansivo.

Si stanno proponendo nel mercato, da parte delle grandi aziende, vari prodotti, specificando però che si limitano a ridurre in maniera parziale il ritiro e non completamente. Si leggono molte pubblicazioni a proposito, anche da parte di molti luminari del settore.

Io non sono un luminare del settore però ci sto lavorando da più di quaranta anni e vorrei precisare alcune cose.

Sono perfettamente d'accordo sul fatto che il problema primario che determina la contrazione è il rapporto A/C e il rapporto I/C, ma maggiormente il rapporto A/C, in quanto ben si sa che per poter lavorare il cemento necessitiamo di molta più acqua di quella che a lui serve, e sappiamo anche che questa acqua occupa un spazio abbastanza importante che poi rimane vuoto al momento dell'evaporazione della stessa, quindi per logica si potrebbe dedurre che se andiamo a risolvere questo problema dell'acqua in eccesso, dovremmo eliminare definitivamente il problema della contrazione.

Per risolvere il problema dell'acqua in eccesso secondo il mio parere ci sono poche possibilità:

- o inventare un iperfluidificante in grado di rendere fluido l'impasto con la sola acqua necessaria al cemento, però in questo caso dobbiamo considerare come risolvere il problema dell'evaporazione e come possiamo quantificarla in maniera esatta. Questo mi sembra un pò difficile, in quanto le variabili sono quasi infinite e il mondo è grande e molto diverso.

- o inventare un sistema per cui l'acqua evapori solo dopo che il cemento sia talmente indurito da non potersi contrarre più, e anche questo mi sembra quasi impossibile.

Premesso questo e, valutando che a livello di fluidificanti in questi ultimi anni sono stati fatti enormi progressi e non credo che per il momento potremmo arrivare al top del fluidificante miracoloso, e che ultimamente si sta parlando molto del nuovo o quasi nuovo additivo definito SRA (Shrinkage Reducing Admixture), il quale però contrariamente a quanto si pensa, non riduce l'evaporazione dell'acqua, ma agisce diminuendo la contrazione da ritiro igrometrico a seguito della diminuzione della tensione superficiale dell'acqua che rimane nei pori capillari, tanto è vero che i produttori parlano di riduzione della contrazione e non della eliminazione della stessa, alcuni autori stanno parlando di un compaund di additivi, almeno tre, che sono : fluidificante; SRA e ossido di calce; questa mi sembra una buona soluzione, anzi direi forse la unica che possa risolvere il problema, però vediamo di

anallizzare la cosa attentamente.

Relativamente ai fluidificanti sembra che abbiamo una scelta sufficiente ed efficiente da adattarsi a qualsiasi tipo di impiego.

SRA del quale ancora sappiamo poco, però il sufficiente per capire che è un agente tensioattivo in grado di intervenire sulla tensione superficiale dei menischi dell'acqua presente nei pori capillari, fino al punto che forse non serve nemmeno proteggere il manufatto nelle prime ore dal termine del lavoro. (cosa sempre consigliabile quando possibile)

Tutto il problema sta quindi nei micro capillari contenenti l'acqua in eccesso, e che questa tende ad evaporare in tempi più o meno brevi in funzione di molti fattori che tutti conosciamo.

E' noto, infatti, che a seguito della perdita di acqua in ambienti insaturi di vapore con UR minore 95%, si formano i menischi di acqua responsabili dell'attrazione tra le superfici del solido, costituito prevalentemente da fibre di C-S-H (silicato di calcio idrato). L'attrazione delle fibre, e quindi la contrazione da ritiro, riguarda soprattutto i pori con diametro tra 2,5 e 50 nm (nanometri) ed è tanto maggiore quanto maggiore è la tensione superficiale.

Per concludere quindi i prodotti chimici che costituiscono l'SRA provocano una riduzione della tensione superficiale dell'acqua e di conseguenza sono responsabili della riduzione della deformazione da ritiro senza modificare il trasferimento di acqua dal CLS verso l'ambiente insaturo di umidità.

Mi sembra a questo punto che per risolvere il problema del ritiro dobbiamo prendere in considerazione questi capillari.

In generale sappiamo che non appena l'acqua evapora questi tendono a chiudersi ed abbiamo la contrazione, che sarà maggiore in fase plastica e andrà diminuendo man mano che il cemento indurisce, e sembra secondo alcuni che queste contrazioni continuino per molti anni, ho letto di un autore che addirittura afferma che dopo 28 anni si riscontravano ancora contrazioni.

Ora mi viene spontanea la domanda, come è possibile garantire durabilità di 50 e di 100 anni come prescrive la nuova normativa Europea?

Qui entra in campo il terzo additivo citato prima, l'ossido di calcio, parliamone un pò.

L'ossido di calcio (CaO) non è altro che calcare cotto a temperature variabili tra 950 e 1050 °C, volgarmente chiamato "calce viva", la quale a contatto con l'acqua reagisce in maniera violenta e rapidissima, ed il calcare dal quale nasce è lo stesso utilizzato dalle cementerie per produrre il cemento, quindi compatibilità assoluta con il cemento essendo figli della stessa madre.

Molti stanno già commercializzando, usando e parlando dell'utilizzo dell'ossido di calcio quale agente antiritiro e questo mi compiace, ricordandovi il mio brevetto presentato nel 1992.

Però, c'è sempre un però che sconvolge tutto. Qualche autore scrive che utilizzare un ossido di calce purchè sia cotto a temperatura di almeno 1000 °C sia la cosa migliore; qualcun'altro scrive, invece sia meglio utilizzare per la cottura temperature maggiori di 1000 °C, senza però precisare quanto maggiori. anche i 1050 °C che ho citato prima per la produzione di calce viva, sono maggiori di 1000°C, ma abbiamo detto che il calcare cotto a temperature entro 950 e 1050 °C produce calce viva e che la calce viva a contatto con l'acqua reagisce rapidamente

e violentemente. Ponendo quindi la calce nell'impasto, non appena aggiungiamo l'acqua, essendo questa avida di acqua è la prima a prenderla e a reagire e quindi noi avremo l'espansione durante la mescola. Se vogliamo essere più pignoli possiamo dire che una buona parte reagisce durante la mescola e l'altra un po' ritardata da tutti i componenti e gli additivi dell'impasto, reagisce un po' dopo e cioè: una parte durante il trasporto, una durante la posa in opera e l'altra nelle primissime ore dopo la posa quando il preparato è ancora in fase plastica, pertanto mi sembra che non è in grado di risolvere il nostro problema!

Giustamente chi vende questa calce o questo ossido, come lo vogliamo chiamare, ha pensato di trovare una soluzione, ritardare la reazione in vari modi e con vari prodotti, ad esempio rivestendo le particelle in modo che l'acqua ritardi la sua penetrazione. Questo lo si può fare e si può ritardare per tempi variabili ed anche abbastanza lunghi, però, ed un'altra volta il però che sconvolge tutto, vogliamo tenere conto che noi, possiamo sì ritardare la reazione rivestendo le particelle, ma dobbiamo tenere presente, che una volta che l'acqua riesce a penetrare attraverso questa protezione, la reazione della calce sarà istantanea e violenta e reagirà tutta in una volta o quasi. Sicuramente le particelle più piccole reagiranno un poco prima e le più grandi un poco dopo, però sempre in questione di massimo 2/3 ore, mai in giorni!

Detto questo vediamo i risultati:

- se la rivesto poco, avrò tutta la reazione all'inizio della fase plastica, (se ho fortuna) e non mi resterà nulla per le fasi di indurimento;
- se la rivesto molto, non avrò nulla nella fase plastica e tutto nella fase di indurimento e mai avrò una reazione controllata nel tempo, in quanto la calce, come tutti quelli del settore fanno, quando viene cotta alle temperature più sopra citate, perde quasi tutta la CO<sub>2</sub>, in ragione di circa il 43%.

Il volume rimane invariato, pertanto uscirà dal forno con le stesse dimensioni ma molto più leggera, perchè si sono creati dei vuoti che l'hanno resa molto porosa.

Questo contribuisce in maniera notevole alla sua immediata reazione al contatto con l'acqua, la quale non ha difficoltà a penetrare rapidamente al suo interno, favorita da questi vuoti.

Quindi il fatto di rivestirla per ritardarne la reazione, mi sembra che serva a poco, perchè o prima o dopo reagirà tutta di colpo e questo non ci serve.

Se reagisce tutta in fase plastica, avremo una contrazione in fase di indurimento.

Se reagisce in fase indurita, avremo già avuto la contrazione in fase plastica.

Essendo la calce indurita non avrà la forza di espandere, per fortuna, perchè se l'avesse ci creerebbe fessure, in più dobbiamo anche prendere in considerazione che le quantità necessarie variano dai 35 ai 50/60 kg. Per metrocubo.

Per risolvere questo problema, che mi ero già posto a suo tempo, mi sono messo ad indagare sulle possibilità di ritardare in maniera naturale la reazione della calce a contatto con l'acqua.

Dopo lunghe ricerche, iniziate intorno agli anni ottanta e terminate nel '92, sono riuscito non senza sforzi e costi, ad trovare la soluzione, che era abbastanza semplice, però nel contempo complicata.

In quanto, tutti e dico tutti i produttori di calce, dai vecchi ai nuovi, hanno parlato e parlano sempre del terrore della sopracalcinazione o comunemente chiamata calce "cotta a morte", sostenendo che questa non serviva a nulla, che era uno

spreco di denaro, perchè dopo aver speso di più in combustibili la si doveva buttare, perchè inutilizzabile. Questo mi fuorviava e mi faceva perdere tempo cercando soluzioni impossibili, quando a portata di mano avevo la soluzione abbastanza facile, e dico abbastanza, perchè non è così facile come sembra, quella di stracuocere la calce fino alla sinterizzazione.

Questo vuol dire superare i 1600 °C, per raggiungere questa temperatura con il calcare, che deve essere il più puro possibile, con il contenuto di carbonato sopra il 95%, non è una cosa facile, in quanto, come gli esperti sanno, servono prima di tutto refrattari speciali, un forno rotativo e non verticale particolarmente adattato con uno speciale bruciatore, perchè il calcare, senza la presenza di fondenti è molto difficile da cuocere. Nella mia esperienza mi sono accorto che fino ai 1300/1400 °C ci si arriva con qualche difficoltà, oltre iniziano i seri problemi e se ne presentano di nuovi continuamente.

Che cosa accade a queste temperature?

Le particelle costituenti la calce si trasformano addensandosi trasformando una calce, o meglio un ossido di calce, in un prodotto compatto molto pesante e di difficile penetrazione da parte dell'acqua, la quale è costretta ad entrare piano piano, un poco alla volta, formando idrato e poi superandolo per formare nuovo idrato, e così via, fino ad arrivare al nucleo.

Per fare questo l'idratazione richiede molto tempo, dipendendo anche dalla grandezza della particella, e qui entra in gioco la macinazione e la curva granulometrica, la quale deve avere certe particolarità, in modo da permettere la reazione controllata. Siamo noi quindi a stabilire che quantità deve reagire in fase plastica, quale nella fase del primo indurimento, quale nel secondo e così via per molto tempo. Questo vuol dire che siamo noi a stabilire i tempi di reazione e non la casualità, ciò ci permette di contrastare il ritiro del cemento e di adattare il prodotto alle varie esigenze dei clienti, arrivando al punto di personalizzarlo.

Cosa avviene in particolare?

- l'ossido, avido di acqua si insinua nei capillari e quando dovrebbe avvenire l'evaporazione dell'acqua e quindi lo svuotamento del capillare e la relativa contrazione del cemento, il nostro ossido ne assorbe una parte, lasciandone evaporare l'eccedente, e aumenta di volume fino ad aderire alle pareti dei capillari, creando una leggera pressione, e aspetta:
- quando il cemento tende a contrarsi ulteriormente questi esercita la pressione necessaria per mantenerlo stabile, e questo dura per molti anni. Quando termina l'azione, perchè si è idratato anche il nucleo, ormai il cemento è fermo. Queste sono le differenze tra una calce normale trattata e questo ossido appositamente preparato, oltre alle quantità che sono decisamente minori, in quanto sono sufficienti 10/15 kg. per metrocubo.

Non ho parlato fino ad ora dei prodotti a base di solfoalluminati, i quali agiscono formando ettringite, perchè secondo gli esperti l'ettringite definita primaria è benefica, la secondaria può fare molti danni. Già sappiamo che questa si forma con il proprio cemento, se poi noi ne andiamo ad aggiungere altra come additivo, e a quanto prescrivono i produttori, abbastanza, di 50/60 kg. per metrocubo, che succederà?

Vorrei ora parlare delle pavimentazioni industriali, le quali dato lo spessore ridotto e le grandi superfici, sono quelle che più creano problemi di fessurazione, principalmente dovute alla rapida evaporazione dell'acqua, ai tempi di posa, alle dimensioni ed alle situazioni climatiche.

Tutti concordano che per ridurre questo fenomeno, si devono prendere varie precauzioni, tipo ridurre il più possibile il rapporto A/C, aumentare per quanto possibile il rapporto I/C, proteggere il manufatto con teli di plastica o trattarlo con agenti antievaporanti il più presto possibile, porre una armatura di ferro nel terzo superiore dello spessore o aggiungere fibre,

Tutti concordano che l'armatura in questo caso non serve per rinforzare la struttura, ma per contrastare il ritiro, mettendosi in tensione.

Dopo tutto questo, oltre ai giunti di costruzione, si debbono creare i giunti di contrazione, che non sempre sono ben fatti.

Ora, parlando delle maglie di ferro da mettere in opera nel terzo superiore, quante volte pensiamo che questo si verifichi, considerando le difficoltà dei getti, il transito dei mezzi e/o degli operai, ed in più quante difficoltà e costi maggiori questi creano alle imprese, tipo il valore della maglia, la sua posa in opera, le difficoltà degli operai, le pompe per il pompaggio del calcestruzzo, ecc.

Prendiamo in esame la opportunità di evitare tutto questo, avendo la possibilità di fare pavimentazioni di qualsiasi dimensione, senza giunti, esclusi i giunti di costruzione, senza reti metalliche, senza agenti di curing, ponendo soltanto nella mescola i tre additivi fondamentali, un eccellente fluidificante, un SRA e una piccola quantità di ossido di calcio appositamente preparato.

Oppure volendo risparmiare ulteriormente, eliminare l'additivo SRA, utilizzando soltanto un eccellente fluidificante e lo speciale ossido di calcio, facendo però una maturazione umida per almeno due giorni, meglio una settimana.