

25020 Via Isorella Fiesse (BS) loc. Cadimarco **TECNOCOMPONENTI**

tel +39 (030) 9950722 fax +39 (030) 9950703

S.p.A.

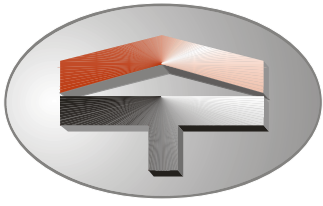
Ing. Andrea riboli

Tecnocomponenti S.p.A.

le fessure nei pannelli prefabbricati

<http://www.tecnocomponenti.com>

ING. ANDREA RIBOLI



25020 Via Isorella Fiesse (BS) loc. Cadimarco

TECNOCOMPONENTI

tel +39 (030) 9950722 fax +39 (030) 9950703

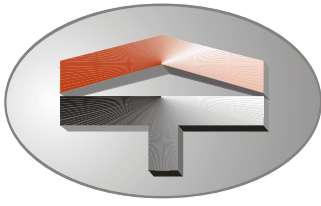
S.p.A.

- **PREMESSA**

La fessurazione è il problema tecnico più frequente che si manifesta nei pannelli prefabbricati principalmente in correlazione con la tipologia del manufatto, sia con tecnologia di produzione, sia alle variazioni climatiche stagionali.

Vediamo come le precedenti proprietà influenzano il fenomeno:

1. La tipologia è simile, per certi versi, a quella dei pavimenti industriali in cui larghezza e lunghezza sono preponderanti rispetto allo spessore, chiaramente su questi rapporti geometrici non è possibile agire. A seguito dell'evaporazione dell'acqua dalla superficie del calcestruzzo si ha il conseguente ritiro plastico e di conseguenza si possono formare le cosiddette "fessure da ritiro plastico".
2. Nel periodo invernale, i pannelli, alleggeriti con polistirene, sono scaldati per diminuire i tempi di maturazione. Si possono formare "fessure da shock termico".
3. Le variazioni climatiche relative a temperatura del getto e dell'aria, umidità relativa UR, irraggiamento solare e velocità del vento, influenzano sia il fenomeno del ritiro plastico, sia lo shock termico.



25020 Via Isorella Fiesse (BS) loc. Cadimarco

TECNOCOMPONENTI

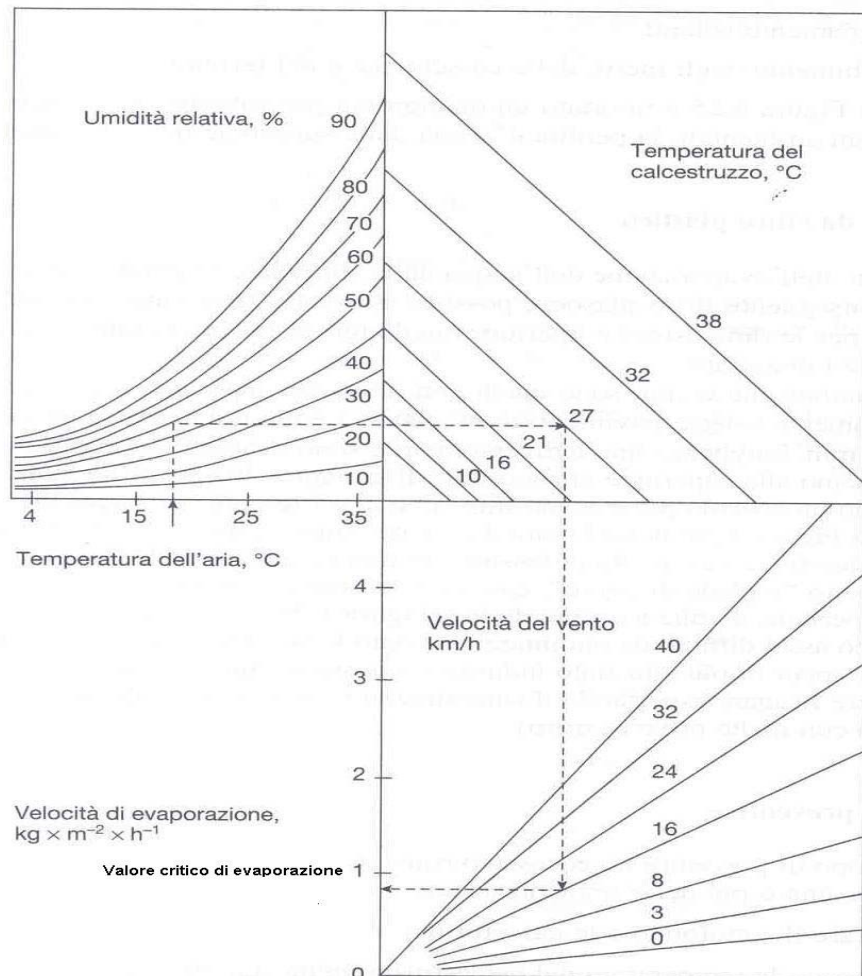
tel +39 (030) 9950722 fax +39 (030) 9950703

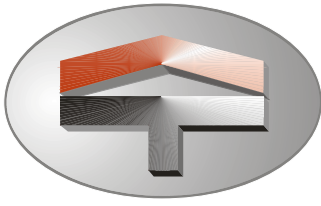
S.p.A.

- **RITIRO PLASTICO**

Il fenomeno del ritiro plastico è dovuto alla contrazione che subisce il calcestruzzo quando si trova ancora nella fase plastica del getto per l'evaporazione dell'acqua dalla superficie del calcestruzzo verso un ambiente insaturo di vapore ($UR < 95\%$).

Nei pannelli prefabbricati, l'evaporazione dell'acqua può avvenire con velocità tanto maggiore, quanto più bassa è la UR dell'aria, quanto maggiore è la temperatura del calcestruzzo, quanto maggiore è la velocità del vento. Se le condizioni ambientali sono tali da far e-





25020 Via Isorella Fiesse (BS) loc. Cadimarco

TECNOCOMPONENTI

tel +39 (030) 9950722 fax +39 (030) 9950703

S.p.A.

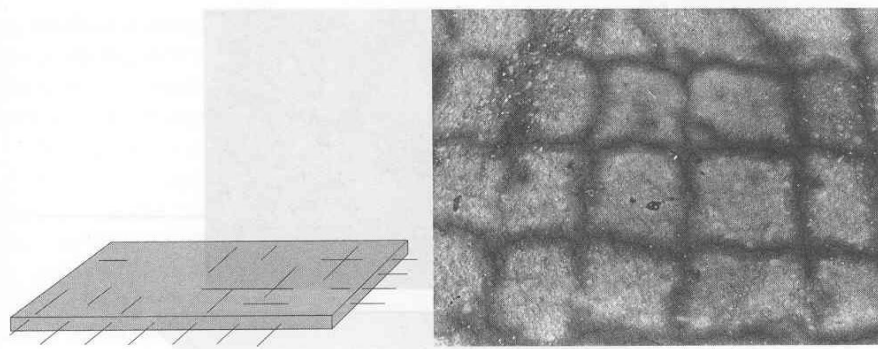
vaporare l'acqua ad una velocità superiore a $1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \times \text{ora})$ esiste un rischio di fessurazione indotto dal ritiro plastico [1]. Infatti, il ritiro ϵ_p si trasmuta in una tensione di trazione σ_t a causa del ritiro impedito della parte epidermica, coinvolta nell'essiccamento e quindi potenzialmente nel ritiro, rispetto alla parte di calcestruzzo sub corticale che rimane protetta dall'essiccamento. Dal diagramma di figura 1 si possono ricavare le condizioni critiche per la formazione di fessure da ritiro plastico [2].

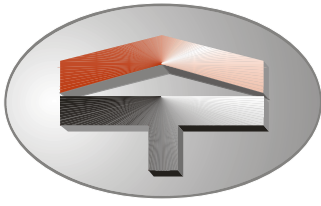
figura 1: Nomogramma per la determinazione della velocità di evaporazione dell'acqua in

funzione della temperatura del cls e delle condizioni ambientali

- **FESSURE DA RITIRO PLASTICO**

Se la trazione σ_t $> R_t$ allora si manifesta la fessurazione, dove R_t è la resistenza a rottura per trazione del calcestruzzo. I manufatti più colpiti





25020 Via Isorella Fiesse (BS) loc. Cadimarco

TECNOCOMPONENTI

tel +39 (030) 9950722 fax +39 (030) 9950703

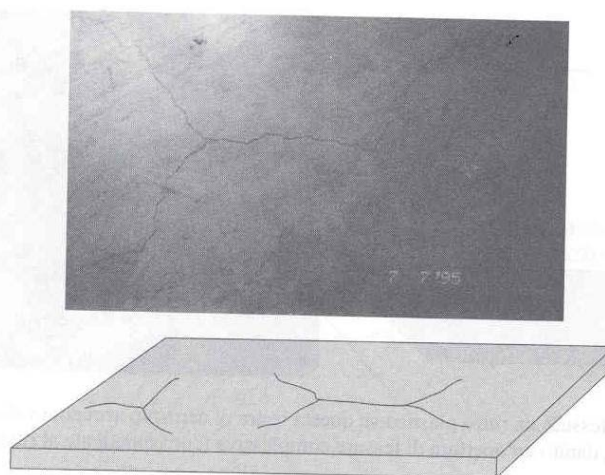
S.p.A.

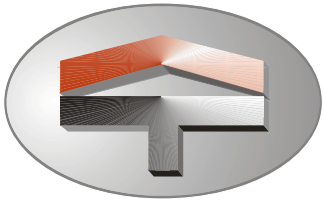
sono quelli con estesa superficie libera orizzontale e piccoli spessori. Le fessure possono avere aperture variabili da 0,2 a 3mm, lunghezza fino a diversi metri e profondità, nei casi più estremi, fino a 15 cm.

Se vicino alla superficie ci sono ferri di armatura, le fessure seguono i ferri, formando un reticolo più o meno fitto (figura 2). Se non ci sono ferri che intercettano le fessure, ad esempio perché superficiali, esse assumono l'aspetto "a piede di corvo", cioè di tre fessure che si diramano da un unico punto a 120°, a volte a gruppi di due (figura 3).

figura 2: Le fessure da ritiro plastico su questa lastra di cemento armato, evidenziate dalla pioggia, danno un'apertura di fessura complessiva (corrispondente al ritiro) prossima all' 1%.

figura 3:
Il ritiro plastico ha causato le fessure a gruppi di tre che si dipartono da un unico punto, formando angoli di 120°, tipiche delle





25020 Via Isorella Fiesse (BS) loc. Cadimarco

TECNOCOMPONENTI

tel +39 (030) 9950722 fax +39 (030) 9950703

S.p.A.

superfici orizzontali non armate.

- **SHOCK TERMICO DA RAFFREDDAMENTO**

Questo fenomeno è evidente soprattutto nella stagione fredda, in cui i pannelli subiscono un ciclo termico di maturazione. I cordoli di calcestruzzo pieno si raffreddano meno velocemente della cartella superiore (spessore 5,5 cm), che è a contatto inferiormente con il polistirene e superiormente con l'atmosfera, perché hanno una massa di calcestruzzo più elevata. La cartella, pertanto, tenta di ritirarsi più velocemente ma è impedita dai cordoli.

Se la tensione di trazione $\sigma_t > R_t$ allora si manifesta la fessurazione. La σ_t è funzione della differenza di temperatura ΔT tra la superficie del cordolo e quella della cartella:

$$\delta_t = \alpha \Delta T \times E$$

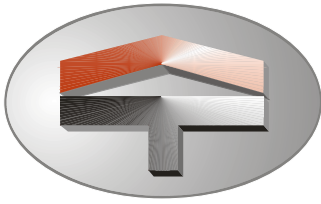
dove α

$\Delta T = 0,000012$ è il coefficiente di dilatazione termica

ΔT è la differenza di temperatura tra la superficie del cordolo e quella della cartella

E modulo elastico del calcestruzzo.

Se ipotizziamo una resistenza del calcestruzzo nella crosta superficiale pari a $R = 200 \text{ daN/cm}^2$, allora con un'escursione termica di raffreddamento di 7°C il 5% dei pannelli subirà fessure (la resistenza a trazione con frattile del 5% è



25020 Via Isorella Fiesse (BS) loc. Cadimarco

TECNOCOMPONENTI

tel +39 (030) 9950722 fax +39 (030) 9950703

S.p.A.

di $0,70 f_{ctm}$).

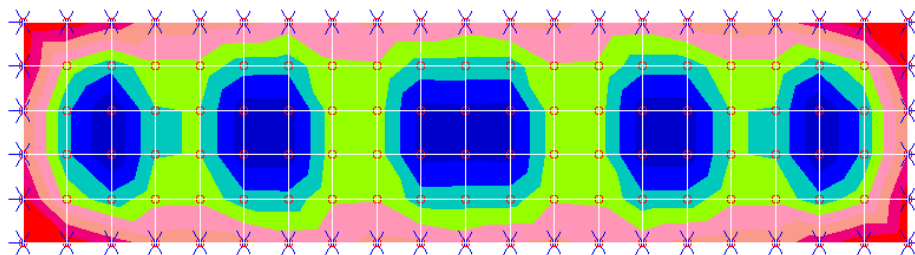
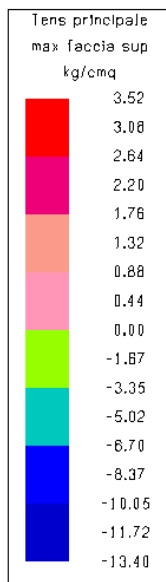
Armati di un semplice termometro a contatto, è facile constatare come in giornate particolarmente fredde o ventose, questo limite sia superato e come le fessure siano già presenti prima di scassare il pannello.

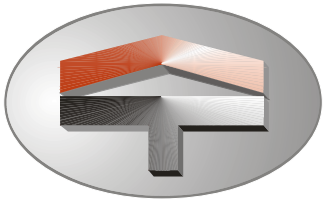
Questo fenomeno produce lo stesso effetto di "ritiro impedito" provocato dal "ritiro plastico" e, purtroppo, ne incrementa l'effetto.

figura 4: La distorsione termica causa tensioni di trazione nelle zone in cui è presente l'alleggerimento con il polistirene.

Lato staggiato DT=7°C

Positive le compressioni





25020 Via Isorella Fiesse (BS) loc. Cadimarco

TECNOCOMPONENTI

tel +39 (030) 9950722 fax +39 (030) 9950703

S.p.A.

- **CONCLUSIONI**

È importante sottolineare il fatto che le fessure causate dai fenomeni sopraccitati si formano nella parte del pannello alleggerita, per quanto riguarda quelle dovute al ritiro plastico, e tra la parte con il polistirolo e il cordolo pieno, le altre.

In ambedue i casi la parte portante della struttura del pannello prefabbricato non viene intaccata da tali fenomeni; la capacità portante del pannello non viene perciò compromessa.

La presenza della rete metallica $\varnothing 5$ 20x20 nelle due parti superficiali del pannello prefabbricato, oltre a limitare la propagazione delle fessurazioni nel tempo impedisce il distacco della crosta intaccata dalle fessure.

BIBLIOGRAFIA

[1] Mario Colleparidi; "Il nuovo calcestruzzo" ed. Tintoretto.

[2] Vito Alunno Rossetti; "Il calcestruzzo. Materiali e tecnologia" ed. McGraw-Hill