

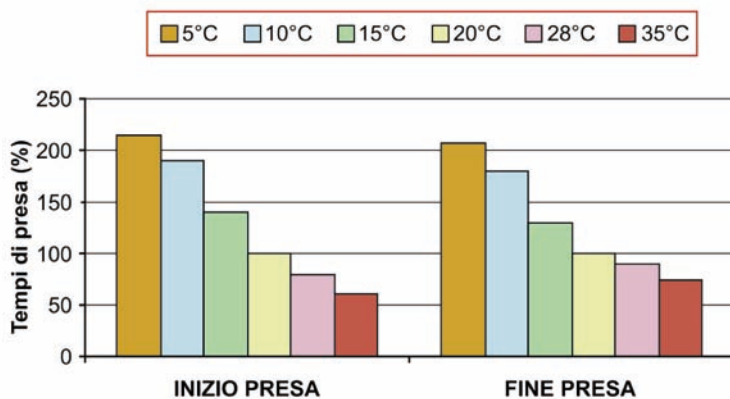
## 44 IL GETTO DEL CALCESTRUZZO IN CLIMA CALDO O FREDDO

**I**l confezionamento, la posa in opera e la maturazione del calcestruzzo avvengono a temperature che possono oscillare, almeno nei nostri climi, nel periodo invernale tra 10 e -5°C e, nel periodo estivo, tra 25 e 40 °C. A queste temperature le proprietà del calcestruzzo, sia allo stato fresco che indurito, risultano sensibilmente modificate rispetto a quelle che il conglomerato possiede alla temperatura canonica di riferimento di 20°C in quanto varia la cinetica del processo di idratazione del cemento (temperature elevate accelerano le reazioni chimiche di tutti i costituenti mineralogici del clinker con l'acqua mentre le basse temperature le rallentano). Pertanto, la temperatura ambientale riveste un ruolo significativo durante le fasi di lavorazione del conglomerato in clima caldo e freddo influenzando:

- la scelta degli ingredienti;
- la composizione del calcestruzzo;
- e modalità di lavorazione;
- la tipologia di cassero;
- le procedure di maturazione e protezione umida dei getti nelle fasi che seguono immediatamente l'ultimazione delle operazioni di posa.

Una prima conseguenza pratica è rappresentata dalla modifica della perdita di lavorabilità durante il trasporto del calcestruzzo dalla centrale di betonaggio al cantiere. La perdita di lavorabilità, infatti, aumenta con le alte temperature comportando una rapida perdita di plasticità e un accorciamento dei tempi di presa, mentre si attenua fortemente durante le stagioni particolarmente fredde (vedi figura).

*Tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo (CE II/B-LL 32.5; a/c=0.62; c=290 kg/m<sup>3</sup>) in funzione della temperatura del conglomerato (I valori sono espressi in percentuale rispetto ai tempi di presa del calcestruzzo alla temperatura di 20°C posti pari a 100).*

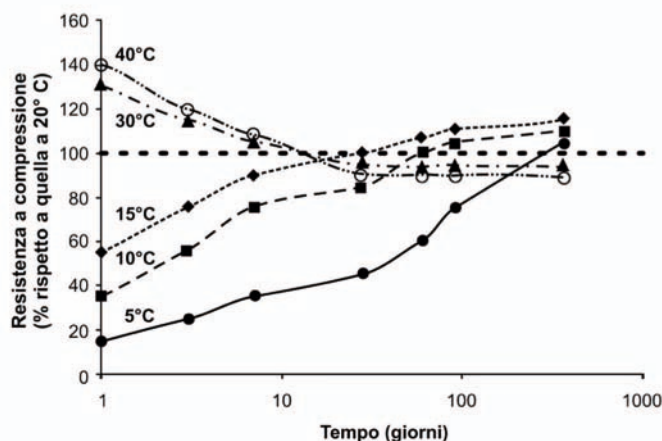


L'effetto di accelerazione dell'idratazione determina un anticipo sui tempi di indurimento del calcestruzzo che alle brevi stagionature (nei primi 7-10 giorni) è caratterizzato da resistenze meccaniche a compressione più elevate di quelle che lo stesso impasto evidenzerebbe alle basse temperature. Alle stagionature più lunghe, per contro, la maturazione del calcestruzzo a temperature elevate penalizza la resistenza a compressione del conglomerato rispetto a quella di un analogo impasto maturato a temperature più basse.



Gruppo Cementirosi S.p.A.

Resistenza meccanica a compressione in funzione del tempo di calcestruzzi maturati a temperature variabili tra 5 e 40 °C (I valori della resistenza sono espressi in percentuale rispetto a quelli del conglomerato maturato a 20°C).



### La lavorazione del calcestruzzo in clima caldo

Le principali problematiche e i rispettivi inconvenienti che possono presentarsi quando le operazioni di betonaggio avvengono durante il periodo estivo sono sostanzialmente due:

**A)** una eccessiva perdita di lavorabilità durante il trasporto a cui solitamente nei cantieri si pone rimedio aggiungendo acqua in betoniera al momento della consegna per poter conseguire la lavorabilità necessaria per effettuare il getto, con conseguente aumento del rapporto a/c e diminuzione delle prestazioni meccaniche del calcestruzzo in opera. Nei casi in cui invece non si aggiunga acqua, ma si procede alla messa in opera dell'impasto con una lavorabilità più bassa di quella richiesta rimane alta la possibilità che, soprattutto in strutture di piccolo spessore ed alta percentuale di armatura, il cassero non venga completamente riempito o la compattazione risulti difficile al punto da determinare un residuo di aria intrappolata maggiore di quello fisiologico con conseguente abbattimento delle prestazioni meccaniche del calcestruzzo;

**B)** un accorciamento dei tempi di inizio presa non compatibili con le operazioni di posa in opera e di compattazione dei getti. Particolarmente rischioso se si debbono realizzare strutture che richiedono elevati volumi di calcestruzzo in quanto sussiste la possibilità di creare giunti freddi in corrispondenza delle riprese di getto se tra l'arrivo di una betoniera e quella successiva dovesse intercorrere un tempo superiore a quello di inizio presa del conglomerato precedentemente gettato.

Per ovviare alla comparsa di questi inconvenienti è necessario impiegare:

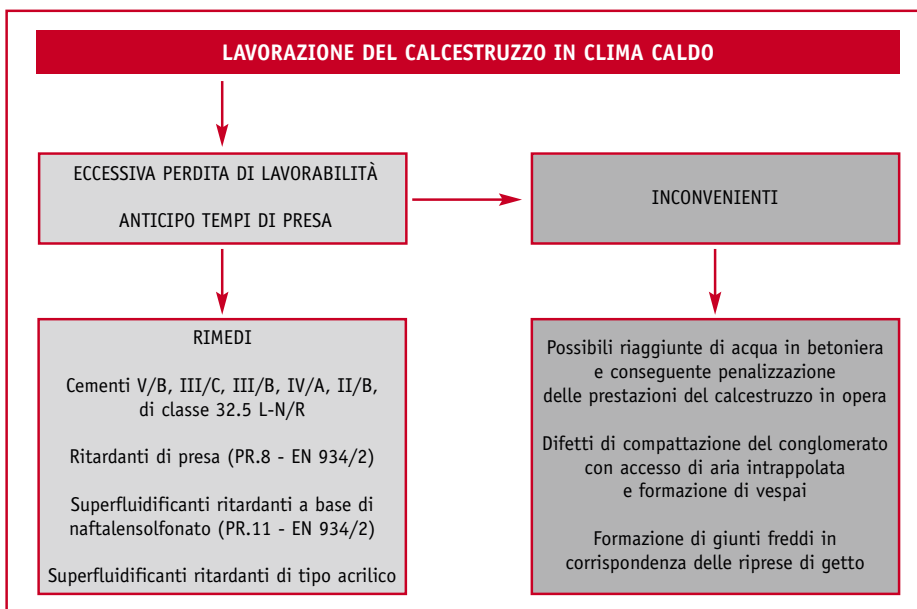
- cementi con una lenta cinetica di idratazione:

- a) cementi di classe 32.5 N - L (caratterizzati dalla minore perdita di lavorabilità);
- b) a parità di classe, i cementi poveri di clinker (cementi tipo III, V e IV) in quanto permettono di attenuare la perdita di lavorabilità.

- additivi ritardanti di presa o ai superfluidificanti ritardanti ed, in particolare, a quelli di tipo acrilico.

Resta, infine, da segnalare che durante il periodo caldo soprattutto nelle giornate ventose e asciutte, la velocità di evaporazione dell'acqua dalla superfici non casserate può superare quella che si accumula per effetto del bleeding con conseguente esasperazione dei fenomeni di ritiro ed assestamento plastico che possono produrre una intensa fessurazione del conglomerato.

Principali inconvenienti che insorgono durante le lavorazioni in clima caldo e possibili provvedimenti da adottare per la loro eliminazione.



### La lavorazione del calcestruzzo in clima freddo

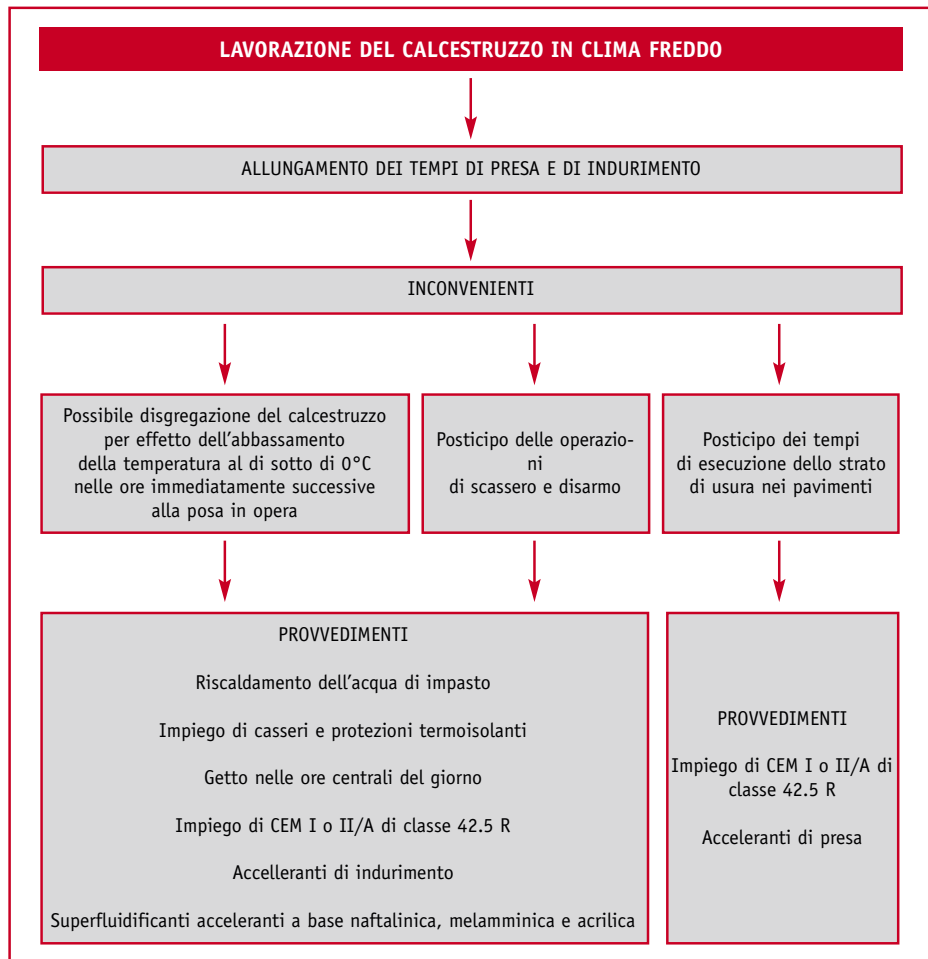
Alle basse temperature le principali problematiche insorgono non tanto durante il trasporto del conglomerato e nelle successive fasi di getto del conglomerato, quanto nelle fasi immediatamente successive alla posa in opera del calcestruzzo. Il rallentamento dei tempi di presa e di indurimento, infatti, può determinare una serie di inconvenienti quali:

- la completa disgregazione del calcestruzzo se la temperatura dovesse scendere al di sotto di 0°C nella notte immediatamente successiva alla posa in opera;
- un ritardo nell'esecuzione dello strato di usura nelle pavimentazioni che potrebbe addirittura dover essere posticipata di un giorno con inevitabili ripercussioni sul costo del manufatto;
- un ritardo nelle operazioni di scasso e disarmo degli elementi strutturali che finirebbero per incidere sull'organizzazione del cantiere e sulla prosecuzione dei lavori.



Gruppo Cementirosi S.p.A.

Principali inconvenienti che insorgono durante le lavorazioni in clima freddo e possibili provvedimenti da adottare per la loro eliminazione.



Tra gli inconvenienti menzionati, come si può facilmente intuire, l'abbassamento della temperatura al di sotto di 0°C nelle ore immediatamente successive al getto rappresenta sicuramente l'inconveniente più grave. Infatti, se nel momento in cui la temperatura scende al di sotto del punto di congelamento dell'acqua, il calcestruzzo non ha sufficiente resistenza può completamente disintegrarsi (scagliatura superficiale nelle superfici non casserate o intensa fessurazione nelle strutture di modesto spessore) per effetto delle tensioni che insorgono a seguito della trasformazione in ghiaccio dell'acqua contenuta all'interno della matrice cementizia e degli aggregati. Generalmente, a questi inconvenienti è difficile rimediare e nella maggior parte dei casi si deve procedere alla demolizione e ricostruzione ex novo dell'elemento dissestato.

Per prevenire i fenomeni di dissesto è sufficiente che il calcestruzzo posseda al momento in cui la temperatura si abbassa al di sotto di 0°C una resistenza a compressione di almeno 3.5 N/mm<sup>2</sup>, ottenibile impiegando cementi con classe di resistenza 42.5R a rapido indurimento caratterizzati da un elevato contenuto di clinker unitamente all'impiego di acceleranti di indurimento e adottando rapporti a/c relativamente bassi. In condizioni climatiche estreme con temperature molto basse (< -5°C) la soluzione al problema consiste nel ridurre la dissipazione del calore prodotto dall'idratazione del cemento verso l'ambiente esterno mediante l'utilizzo di casseri termo-isolanti e coprendo le superfici non casserate con materassini di polistirolo o di polistirene estruso per almeno 3-7 giorni.

È opportuno evidenziare come gli accorgimenti da adottare per i getti in clima freddo (temperatura < 5°C) sono completamente diversi da quelli necessari per rendere la struttura resistente ai cicli alternati di gelo-disgelo. In quest'ultima evenienza, infatti, la durabilità viene conseguita impiegando conglomerati cementizi con basso rapporto a/c, confezionati con additivi aeranti e aggregati resistenti al gelo e progettando le strutture in modo da consentire un facile smaltimento delle acque evitando punti di ristagno della stessa che possano favorire un aumento del grado di saturazione del calcestruzzo e, conseguentemente, il degrado delle opere.

*Cicli di gelo-disgelo durante l'esecuzione dell'opera e su strutture in servizio e relativi provvedimenti da adottare per prevenire il degrado.*

