



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA di FOGGIA



COMUNE di FOGGIA



Progetto Uno

Progetto Uno s.r.l. via Napoli, 116 - cap. 95127 Catania (CT)
amm.: Oliver Lutz - cod. fisc. 0585151074 Tel.:3386386396

PROGETTO DEFINITIVO

Progetto per la realizzazione di un impianto eolico denominato "Wind 1" della potenza nominale di 54,4 MW nel Comune di Foggia loc. Cantone

Decreto Legislativo 29 dicembre 2003 n° 387- Attuazione della direttiva 2001/77/CE
Promozione dell'energia elettrica da fonti rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità'

ELABORATO

Relazione sui Materiale e Dosature

FORMATO	SCALA	CODICE DOCUMENTO					NOME FILE
A4	/	SOC.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.	PRO-PROG-REL-007
		PRO	PROG	REL	007		

Coordinamento e Progettazione	 <p>Studio Tecnico Associato ing. Giovanni Bruno - arch. G.Farinola Viale Europa, 62/a Foggia (FG) Tel. 0881373998 - 3356013949 E-mail: ingbruno@tiscali.it</p>	Studio Archeologico	 <p>Dott. Antonio Mesisca Via Aldo Moro B/5 82021 Apice (BN) Tel. 3271616306 E-mail: mesisca.antonio@virgilio.it</p>
Studio Geologico e consulenza ambientale	<p>Geol. Francesco Ferrante Studio di Geologia Tecnica e Ambientale Via Attilio Benvenuto, 76 - Foggia (FG) Tel. 0881742216 - 3385654577 E-mail: ferrantegeo@gmail.com</p>	Studio Agronomico	<p>Dott. Antonio Totaro Viale L. Da Vinci, 1 Manfredonia (FG) Tel. 3486403829 E-mail: atotaro033@gmail.com</p>
Studio Paesaggistico	<p>Arch. Giuseppe Farinola Viale Europa, 62/a Foggia (FG) Tel. 0881373998 - 3387535391 E-mail: agfarinola@virgilio.it</p>	Studio Elettrico	 <p>Sciacca & Partners S.r.l. C.so Vittorio Emanuele III, 51 96015 Francofonte (SR) CF e P.IVA: 01871700892 E-mail: noi@sciaccapartners.it</p>
Rilievo Topografico	 <p>Studio Tecnico Dott. Agr. Rocco Iacullo Via Padre Antonio da Olivadi, 89 - Foggia Tel. 0881665592 - 3930051965 E-mail: studioiacullo@gmail.com</p>	Studio Acustico	<p>Ing. Michele Russo Via Mascagni, 1 - Margherita di Savoia (BT) Tel. 3495343724 E-mail: russomicheleing@gmail.com</p>

Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-007
	Relazione sui Materiali e Dosature	Data: 27/01/2023
Revisione: 00		
Pagina: 2		

Sommario

1	Quadro di riferimento normativo.....	3
2	Specifiche progettuali e di capitolato.....	3
3	Verifiche ed operazioni preliminari alla messa in opera del calcestruzzo.....	4
3.1	Casseforme.....	4
3.2	Strutture di supporto.....	5
3.3	Barre di armatura.....	6
4	Trasporto, messa in opera e compattazione del calcestruzzo.....	7
4.1	Trasporto del calcestruzzo.....	7
4.2	Controllo della resistenza a compressione.....	9
4.3	Movimentazione del calcestruzzo	9
4.4	Operazioni e riprese di getto.....	10
4.5	Compattazione del calcestruzzo.....	14
5	Stagionatura e protezione del calcestruzzo.....	16
6	Disarmo	18
7	Controllo del calcestruzzo in opera.....	18
8	Controllo delle armature metalliche.....	19

Progetto Uno	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-007
	Relazione sui Materiali e Dosature	Data: 27/01/2023
Revisione: 00		
Pagina: 3		

1 Quadro di riferimento normativo

Il documento di riferimento è rappresentato dal D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle *Norme Tecniche per le Costruzioni*" ed in particolare a quanto contenuto al cap. 11. Materiali e Prodotti ad Uso Strutturale.

Per il cls:

- UNI ENV 13670-1: 2001;
- Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive – Febbraio 2008 - C. S. LL. PP.;
- UNI EN 206-1: 2006.

Per l'acciaio:

- UNI EN ISO 9001: 2000;
- UNI 6809 :1972 ;
- UNI 6806 : 1972.

2 Specifiche progettuali e di capitolato

È stato esaminata la documentazione necessaria alla realizzazione delle opere in calcestruzzo armato complementari per la costruzione del parco in epigrafe ed in particolare:

- la relazione di calcolo relativa alle singole parti della struttura (elementi, vincoli, ecc.) e all'intero organismo strutturale;
- la documentazione di progetto costituita da:
 - a) la **Relazione Tecnica Generale**, contenente una dettagliata descrizione delle opere, accompagnata dai relativi elaborati grafici con le informazioni riguardanti la geometria dell'organismo strutturale e delle sue parti, la quantità e la posizione delle armature, fori ed inserti, le tolleranze e le prescrizioni relative alle superfici, e, per gli elementi prefabbricati, i dispositivi di stoccaggio, trasporto e movimentazione, nonché i magisteri di impiego in opera (modalità di montaggio, armature di unione con getti successivi, ecc.);
 - b) la **Relazione di Calcolo sulle Fondazioni** ed i complementari elaborati grafici di riferimento;
 - c) il **Disciplinare Descrittivo e Prestazionale degli Elementi Tecnici** contenente tutte le indicazioni necessarie alla messa in opera e all'esecuzione, con particolare riferimento a materiali e/o componenti di impiego inusuale o innovativi; le procedure e le sequenze per le lavorazioni successive, nonché le istruzioni per il collaudo in corso d'opera (la redazione di prescrizioni di capitolato tecnico dettagliate, la loro applicazione e relativa sorveglianza, hanno una forte incidenza sulla riuscita di opere affidabili e durevoli).

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-007
	Relazione sui Materiali e Dosature	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 4

3 Verifiche ed operazioni preliminari alla messa in opera del calcestruzzo

Prima di iniziare la messa in opera del calcestruzzo verranno effettuate le operazioni e le verifiche riguardanti almeno: le casseforme, le strutture di supporto e le armature metalliche.

3.1 Casseforme

Le casseforme e le relative strutture di supporto, progettate e realizzate in modo da supportare le azioni alle quali sono sottoposte nel corso della messa in opera del calcestruzzo saranno abbastanza rigide per garantire il rispetto delle dimensioni geometriche e delle tolleranze previste.

In base alla configurazione di progetto saranno realizzate cassafornie smontabili, in grado di verificare lo stato del getto dopo la presa e la maturazione.

Per rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali, verranno utilizzate casseforme indeformabili in grado di resistere alla pressione del calcestruzzo ed alla vibrazione degli strumenti di compattazione.

Nel quadro sottostante sono indicati i principali difetti delle casseforme, le conseguenze e le possibili precauzioni per evitare, o almeno contenere, i difetti stessi.

Tabella 3-1: difetti delle casseforme, conseguenze e precauzioni

Difetti	Conseguenze	Precauzioni
<i>Per le casseforme</i>		
Deformabilità eccessiva	Sulle tolleranze dimensionali.	Utilizzare casseforme poco deformabili, casseforme non deformate, pannelli di spessore omogeneo.
Tenuta insufficiente	Perdita di boiaccia e/o fuoriuscita d'acqua d'impasto. Formazione di nidi di ghiaia.	Connettere correttamente le casseforme. Sigillare i giunti con materiali idonei o guarnizioni.
<i>Per i pannelli</i>		
Superficie troppo assorbente	Superficie del calcestruzzo di colore chiara ed omogenea.	Saturare le casseforme con acqua. Usare un idoneo prodotto disarmante e/o impermeabilizzante.

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-007
	Relazione sui Materiali e Dosature	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 5

Superficie non assorbente	Presenza di bolle superficiali	Distribuire correttamente il disarmante. Far rifluire il calcestruzzo dal basso
Superficie ossidata	Tracce di macchie e di ruggine.	Pulire accuratamente le casseforme metalliche. Utilizzare un prodotto disarmante anticorrosivo.
<i>Per i prodotti disarmanti</i>		
Distribuzione in eccesso	Macchie sul calcestruzzo. Presenza di bolle d'aria.	Utilizzare un sistema idoneo a distribuire in modo omogeneo un film sottile di disarmante. Pulire accuratamente le casseforme dai residui dei precedenti impieghi.
Distribuzione insufficiente	Disomogeneità nel distacco	Curare l'applicazione e l'applicazione del prodotto disarmante.

Gli eventuali fori e/o nicchie formate nel calcestruzzo dalle strutture di supporto dei casseri saranno riempiti e trattati in superficie con un materiale di qualità simile a quella del calcestruzzo circostante.

Gli inserti destinati a mantenere le armature in posizione, quali distanziali, tiranti, barre o altri elementi incorporati o annegati nella sezione come placche e perni di ancoraggio, saranno:

- fissati solidamente in modo tale che la loro posizione rimanga quella prescritta anche dopo la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo;
- in grado di non indebolire la struttura, non nuocere alla funzionalità o alla durabilità dell'elemento strutturale, non ostacolare la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo.

Ogni elemento annegato avrà una rigidità tale da mantenere la sua forma durante le operazioni di messa in opera del calcestruzzo.

3.2 Strutture di supporto

Il progetto delle strutture di supporto prenderà in considerazione l'effetto combinato:

- del peso proprio delle casseforme, dei ferri d'armatura e del calcestruzzo;
- della pressione esercitata sulle casseforme dal calcestruzzo in relazione ai suoi gradi di consistenza più elevati, particolarmente nel caso di calcestruzzo autocompattante (SCC);
- delle sollecitazioni esercitate da: personale, materiali, attrezzature, ecc., compresi gli effetti statici e dinamici provocati dalla messa in opera del calcestruzzo, dai suoi eventuali accumuli in fase di getto e dalla sua

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-007
	Relazione sui Materiali e Dosature	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 6

compattazione;

- dei possibili sovraccarichi dovuti al vento ed alla neve.

Salvo che per specifiche previsioni progettuali, alle casseforme non saranno connessi carichi e/o azioni dinamiche dovute a fattori esterni quali, ad esempio, le tubazioni delle pompe per calcestruzzo. La deformazione totale delle casseforme, la somma di quelle relative ai pannelli e alle strutture di supporto, non dovrà superare le tolleranze geometriche previste per il getto. Qualora apposite istruzioni al riguardo non siano espressamente contenute nel Capitolato tecnico, è opportuno sia predisposto un documento in cui raccogliere le indicazioni necessarie al montaggio ed allo smontaggio delle strutture di supporto, alla loro movimentazione e regolazione, nonché le informazioni circa il comportamento sotto carico ed i carichi massimi supportabili. Per evitare la deformazione del calcestruzzo non ancora completamente indurito e le possibili fessurazioni, lo studio progettuale delle strutture di supporto prevedrà l'effetto della spinta verticale ed orizzontale del calcestruzzo durante la messa in opera e, nel caso in cui la struttura di supporto poggi, anche parzialmente, al suolo, occorrerà assumere i provvedimenti necessari per compensare gli eventuali assestamenti. Le sollecitazioni verticali sono provocate da carichi statici e mobili. I carichi statici sono: il peso delle casseforme, delle armature metalliche e del calcestruzzo mentre i carichi mobili (verticali) sono provocati dal transito degli operatori, delle attrezzature, dei materiali, dei loro eventuali accumuli, ed eventuali attrezzature di cantiere. La pressione laterale è esercitata sulle casseforme dal calcestruzzo fresco. Le casseforme devono essere progettate in modo da supportare la pressione idrostatica.

3.3 Barre di armatura

L'acciaio da calcestruzzo armato sarà qualificato secondo le procedure riportate nelle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".

L'acciaio per calcestruzzo armato sarà fornito sotto forma di:

- barre
- reti e tralicci elettrosaldati.

Tutti gli acciai saranno ad aderenza migliorata, e tutte le forniture accompagnate dalla "dichiarazione di conformità" qualora sussista l'obbligo della Marcatura CE ai sensi del DPR 21/04/1993 n. 246; laddove tale obbligo non sussista, le forniture di acciaio saranno accompagnate dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale. I dispositivi di raccordo e di ancoraggio saranno conformi alle norme vigenti. La superficie delle armature sarà esente da ruggine e da sostanze che possono deteriorare le proprietà dell'acciaio o del calcestruzzo o l'aderenza fra loro. Per evitare i possibili danni indotti dall'ossidazione dei ferri ordinari d'armatura potranno essere utilizzate barre d'armatura in acciaio inossidabile, barre protette con zincatura (galvanizzate) o ricoperte con uno strato di vernice protettiva. E' opportuno che i trattamenti di zincatura e protezione mediante verniciatura siano applicati sulle barre (ed eventuali inserti) già piegate e preferibilmente assemblate. La movimentazione delle armature trattate richiede particolare cura poiché eventuali scalfitture del trattamento comprometterebbero l'effetto protettivo. Il taglio e la curvatura dei ferri d'armatura devono essere effettuati secondo le prescrizioni riportate nella documentazione progettuale. E' sempre

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-007
	Relazione sui Materiali e Dosature	Data: 27/01/2023
Revisione: 00		
Pagina: 7		

comunque opportuno che:

- la curvatura sia effettuata con progressione regolare;
- la curvatura a temperatura inferiore a 5°C sia autorizzata dalla Direzione Lavori, che fisserà le eventuali precauzioni a meno di una specifica indicazione riportata nella documentazione progettuale;
- sia evitato il riscaldamento delle barre per facilitarne la curvatura.

Le barre piegate presenteranno, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio adeguato al diametro, i diametri dei mandrini di curvatura saranno adattati al tipo d'armatura, e non dovranno inferiori ai valori indicati dalla normativa di settore.

4 Trasporto, messa in opera e compattazione del calcestruzzo

Dopo la miscelazione nelle centrali di betonaggio, il calcestruzzo sarà trasportato a piè d'opera, gettato nelle casseforme, compattato e sottoposto a finitura. La facilità con cui si possono eseguire queste operazioni dipende dalla lavorabilità dell'impasto. Il termine "lavorabilità" è indicativo di molte proprietà che, per semplicità, sono generalmente riconducibili a consistenza e coesione. La consistenza è un indice della facilità con cui il calcestruzzo può essere fatto scorrere, mentre la coesione è rappresentativa della stabilità dell'impasto nei riguardi della segregazione e dell'essudamento. La consistenza dell'impasto sarà tale da permettere il trasporto e la messa in opera del calcestruzzo con sufficiente facilità, senza che si verifichino fenomeni di segregazione. La classe di consistenza ottimale dipende dal tipo di getto e dai mezzi disponibili per la compattazione e sarà valutata seguendo le procedure descritte nelle seguenti norme:

- Prove sul calcestruzzo fresco - cedimento al cono (UNI EN 12350-2)
- Prove sul calcestruzzo fresco - spandimento (UNI EN 12350-3)
- Prove sul calcestruzzo fresco - compattabilità (UNI EN 12350-4)
- Prove sul calcestruzzo fresco - tempo d'asestamento (UNI EN 12350-5).

4.1 Trasporto del calcestruzzo

Il trasporto del calcestruzzo, dal sito di confezione al luogo d'impiego, avverrà con mezzi adeguati al fine di evitare la segregazione o il danneggiamento del conglomerato.

Terminata la miscelazione e durante la movimentazione, si potrà osservare una graduale diminuzione, nel tempo, della lavorabilità provocata:

- dall'assorbimento dell'acqua d'impasto da parte degli aggregati;
- dall'inizio delle reazioni d'idratazione del cemento;
- dalla perdita d'acqua per evaporazione.

L'entità della perdita di lavorabilità dipende dai costituenti il calcestruzzo (cemento, additivi, acqua, aggregati), dalla temperatura e dalla velocità di evaporazione dell'acqua di impasto. Al fine di evitare aggiunte di acqua in fase di getta, verranno utilizzati, se necessario, idonei additivi fluidificanti. Al ricevimento del calcestruzzo a piè d'opera si verificherà:

- che nel corso del trasporto siano state applicate le precauzioni atte a ridurre la perdita di lavorabilità e ad evitare la segregazione;
- la corrispondenza tra i requisiti ed i dati riportati nei documenti

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-007
	Relazione sui Materiali e Dosature	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 8

d'accompagnamento;

- l'aspetto del conglomerato fresco

I controlli sulle caratteristiche del calcestruzzo fresco saranno effettuati con prelievi a piè d'opera e, nel caso del calcestruzzo preconfezionato, eseguiti al momento dello scarico in contraddittorio tra le parti interessate alla fornitura. A tale scopo vengono generalmente eseguite, su un unico campione rappresentativo ottenuto secondo le procedure descritte nella UNI EN 12350-1, le seguenti prove: misura della consistenza, confezione dei provini per prove di resistenza, determinazione della massa volumica, verifica del contenuto d'aria, controllo del rapporto acqua/cemento. Il calcestruzzo autocompattante richiede uno specifico controllo delle sue proprietà alla consegna che riguarda la verifica del valore di scorrimento (libero e vincolato) e quella dell'omogeneità dell'impasto secondo le procedure indicate nella UNI 11040 (Calcestruzzo autocompattante: specifiche, caratteristiche e controlli). La tabella seguente riporta lo schema dei possibili controlli da svolgere sul calcestruzzo fresco, alcuni dei quali sono specificati nella UNI EN 206-1.

	Procedura	Requisiti	Frequenza
Documento di produzione o bolla d'accompagnamento	Verifica visiva	Conformità alle specifiche	Ogni partita (consegna)
Consistenza (lavorabilità) del calcestruzzo	Verifica visiva e controllo secondo il metodo di riferimento	Conformità alla classe di consistenza	Quando opportuno, nel corso dei prelievi per la valutazione della resistenza
Omogeneità del calcestruzzo	Verifica visiva e/o confronto tra le proprietà di differenti partite (consegne)	Aspetto uniforme, e di sottocampioni omogenei.	In caso di dubbio
Massa volumica del calcestruzzo fresco	UNI EN 12350-6	Verifica della miscela	Se richiesto dalle specifiche tecniche o dalla Direzione Lavori
Dosaggio in cemento	Controllo della quantità pesata dei costituenti nella preparazione dell'impasto	Verifica della miscela	Se richiesto dalle specifiche tecniche o dalla Direzione Lavori

Dosaggio in acqua e rapporto acqua/cemento	Controllo della quantità dosata nell'impasto o secondo metodologia da concordarsi tra le parti	Verifica della miscela	Se richiesto dalle specifiche tecniche o dalla Direzione Lavori
Prelievo di campioni per verifica della resistenza a compressione.	Secondo le procedure previste dalla norma	Verifica Rck alla scadenza ordinaria e se necessario alle brevi stagionature	Secondo le vigenti norme tecniche e/o secondo le specifiche progettuali, se più restrittive
Contenuto d'aria	UNI EN 12350-7	Conformità alle specifiche.	Se richiesto per la classe di esposizione e nelle specifiche progettuali
Altre caratteristiche: ora di consegna, ora di messa in opera temperatura calcestruzzo fresco	Registrazione		Secondo richiesta
Rilavorazione (per riprendere la consistenza prescritta)	Registrazione. La rilavorazione deve essere vietata se comporta una riduzione inaccettabile delle prestazioni del calcestruzzo	Dosaggio e tipo d'additivo aggiunto	Ogni qual volta è effettuata

4.2 Controllo della resistenza a compressione

Il controllo di base, per l'accettazione del calcestruzzo in cantiere, dovrà soddisfare le prescrizioni di cui allo specifico paragrafo "Controlli di accettazione" riportato nelle vigenti Norme Tecniche emanate dal Ministero delle Infrastrutture. Le prove da effettuare ai fini dell'accettazione dovrà essere eseguita in conformità alle norme UNI EN 12350 -1 per quanto attiene il campionamento, ed alle norme UNI EN 12390, nelle varie parti, per quanto attiene il confezionamento e la stagionatura dei provini, nonché le relative prove di resistenza a compressione.

4.3 Movimentazione del calcestruzzo

La movimentazione del calcestruzzo, stante le specifiche di intervento, avverrà a mezzo canaletta e pompa.

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-007
	Relazione sui Materiali e Dosature	Data: 27/01/2023
Revisione: 00		
Pagina: 10		

Al fine di ottenere una corretta messa in opera, la canaletta avrà pendenza e lunghezza compatibili con la classe di consistenza del calcestruzzo. E' opportuno che, per proteggere il calcestruzzo dal rapido essiccamento, la canaletta sia protetta dal vento e dal sole. Per evitare la segregazione del calcestruzzo, all'atto dello scarico e nell'eventuale passaggio da una canaletta all'altra, verrà predisposta una tramoggia che accompagnerà la discesa del calcestruzzo in direzione verticale. La segregazione è infatti provocata non tanto dalla lunghezza della canaletta quanto dalla caduta libera del calcestruzzo alla sua estremità. La canaletta dovrà essere accuratamente ripulita al termine di ogni operazione di scarico.

L'utilizzo della pompa sarà limitato al raggiungimento del punto di getto del calcestruzzo.

4.4 Operazioni e riprese di getto

Considerata l'importanza delle operazioni di getto, che riguardano la posa in opera del calcestruzzo e tutte le fasi relative, è necessario stabilire un programma di verifiche comprendenti:

- il coordinamento con la direzione lavori, il progettista, i laboratori esterni per ispezioni, verifiche prelievi di campioni a piè d'opera;
- l'istruzione/coordinamento con i fornitori e subappaltatori, per la consegna del calcestruzzo delle caratteristiche prescritte;
- nel caso di calcestruzzo preconfezionato, le istruzioni/ordini circa le prestazioni, il programma della fornitura, l'eventuale necessità della pompa con relative caratteristiche;
- l'istruzione agli operatori per organizzare la messa in opera, compattazione e stagionatura del calcestruzzo, in funzione dei volumi, delle sequenze e degli spessori dei getti, della movimentazione e vibrazione del materiale, della protezione e stagionatura della struttura, delle condizioni climatiche, nonché delle eventuali superfici di contatto

L'impresa esecutrice comunicherà con dovuto anticipo al Direttore dei Lavori il programma dei getti indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo.

I getti avranno inizio solo dopo che il Direttore dei Lavori ha verificato:

- la preparazione e rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;
- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra verrà controllato che siano state eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-007
	Relazione sui Materiali e Dosature	Data: 27/01/2023
		Revisione: 00
		Pagina: 11

- la pulizia del sottofondo
- la posizione di eventuali drenaggi
- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

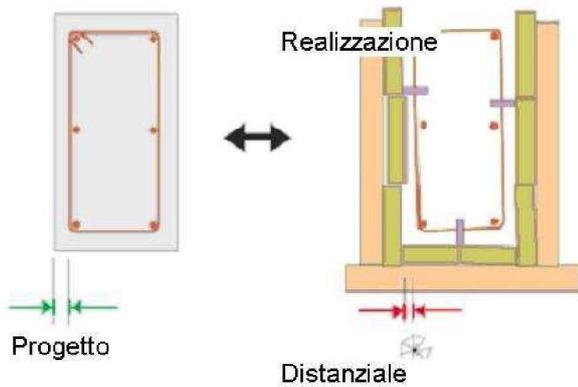


Figura 5-4 Punti di controllo della cassaforma, della armatura e del copriferro

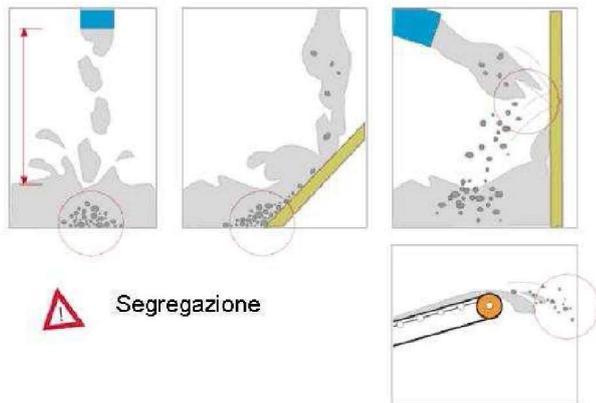
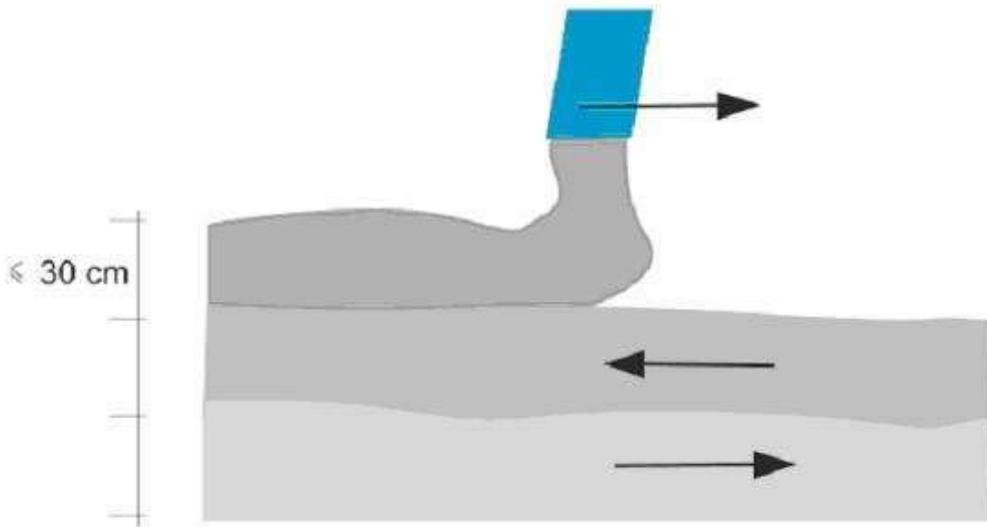


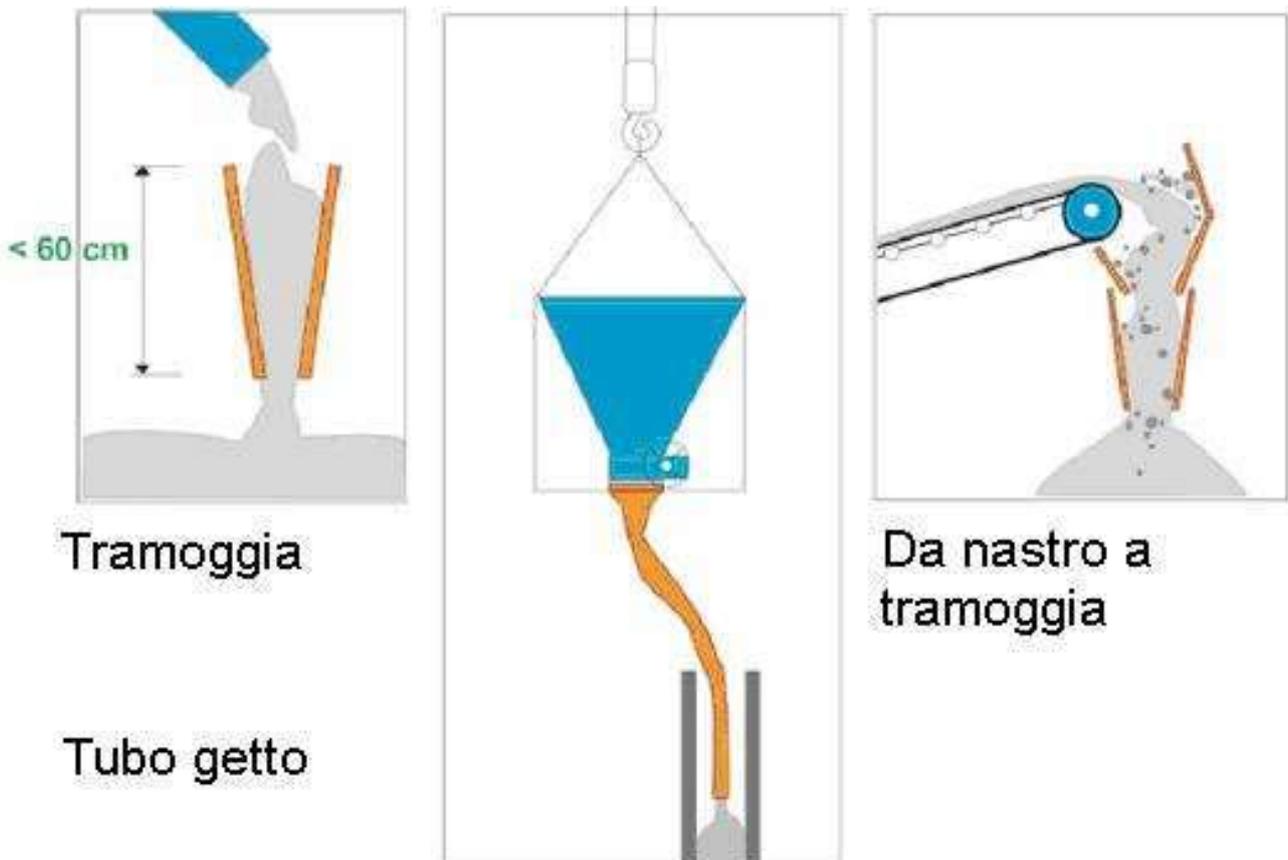
Figura 5-5: Errori nella posa in opera del calcestruzzo

Errori nella posa in opera del calcestruzzo

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettuerà applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione, come illustrato in figura. È opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non ecceda 50-80 cm e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm.



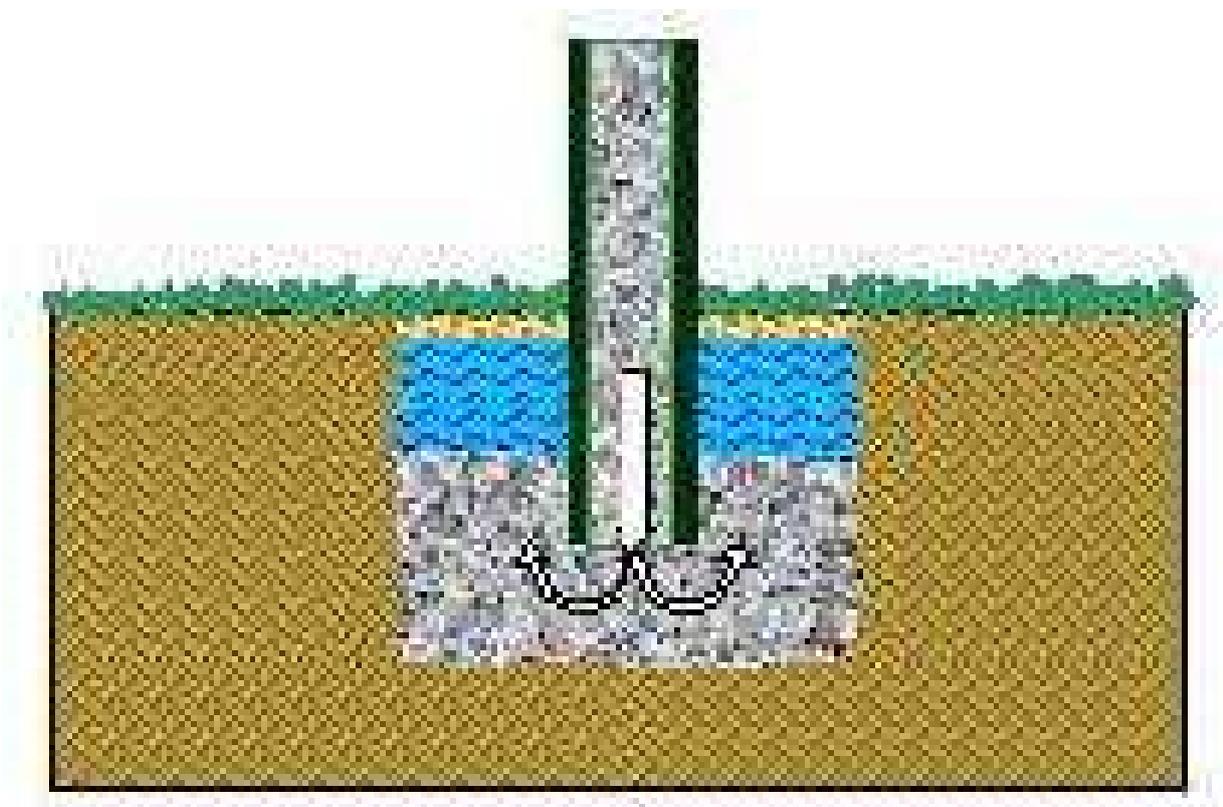
Si dovrà evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibratori, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementizia e la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, sarà opportuno utilizzare un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera. La funzionalità delle attrezzature ausiliarie per la messa in opera è illustrata nella figura seguente.



Progetto Uno	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-007
	Relazione sui Materiali e Dosature	Data: 27/01/2023
Revisione: 00		
Pagina: 13		

Nel caso di getti in presenza d'acqua è opportuno:

- adottare gli accorgimenti atti ad impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche antidilavamento, preventivamente provate ed autorizzate dal Direttore dei Lavori;
- utilizzare una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentro il calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua ed il calcestruzzo fresco in movimento, come illustrato nel seguente disegno.



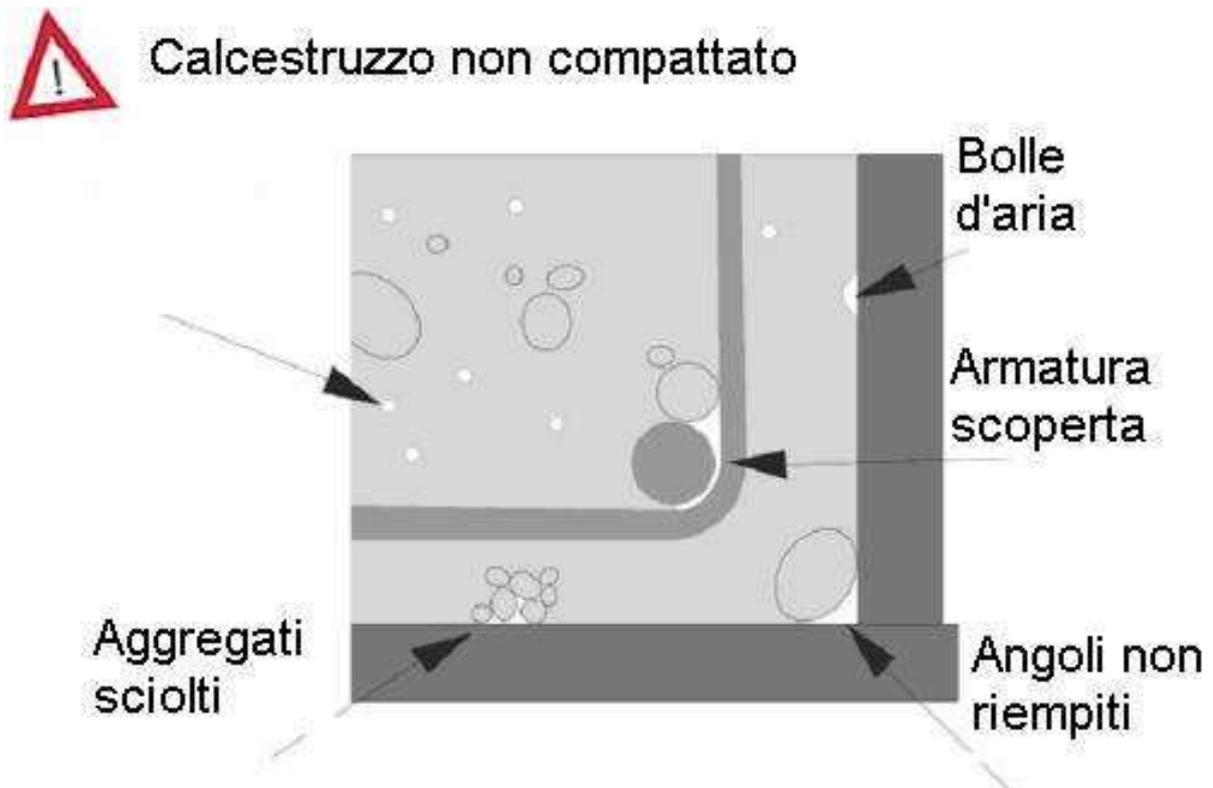
Per quanto possibile, i getti saranno eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere verranno ridotti al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che, mediante vibrazione, si ottenga la monoliticità del calcestruzzo. Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa, sia lasciata quanto più possibile corrugata, alternativamente la superficie deve essere scalfita (e pulita dai detriti), in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine), o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo d'additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie. Anche se le soluzioni sopraindicate mirano ad ottenere il monolitismo tra i getti successivi, per

Progetto Uno	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-007
	Relazione sui Materiali e Dosature	Data: 27/01/2023
Revisione: 00		
Pagina: 14		

assicurare la continuità strutturale, le riprese di getto devono essere orientate su piani quanto più possibili ortogonali alla direzione dei flussi di compressione che si destano poi nella struttura in servizio, in modo da garantire un'imposta efficace per tali compressioni.

4.5 Compattazione del calcestruzzo

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusa tra gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Il volume di tale aria, che si aggira tra il 5 ed il 20 %, dipende dalla consistenza del calcestruzzo, dalla dimensione della cassaforma, dalla distribuzione e dall'addensamento delle barre d'armatura e dal modo con cui il calcestruzzo è stato versato nella cassaforma.

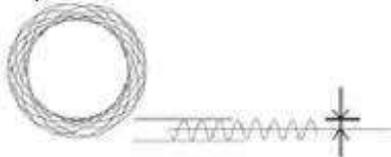


Se il calcestruzzo indurisse in questa condizione risulterebbe disomogeneo, poroso, poco resistente e scarsamente aderente alle barre d'armatura. Per raggiungere le proprietà desiderate, il calcestruzzo sarà compattato mediante: vibrazione, centrifugazione, battitura, assestamento.

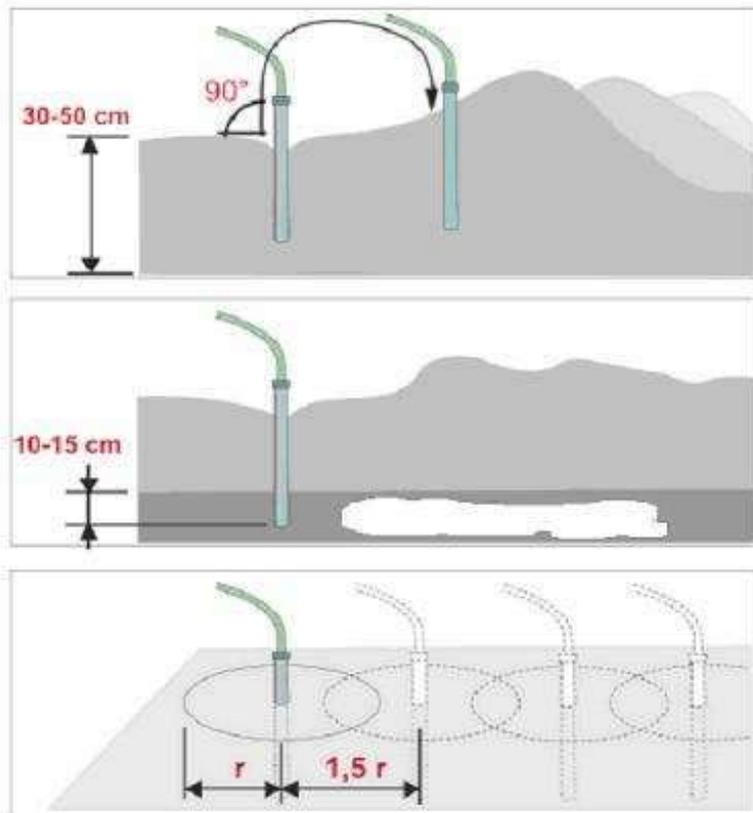
Massa eccentrica vibrante



12000 t/minuto
(200 Hz)



Ampiezza



Per effettuare la compattazione l'ago vibrante verrà introdotto verticalmente, è spostato da punto a punto nel calcestruzzo, con tempi di permanenza da 5 a 30 sec.

L'effettivo completamento della compattazione potrà essere valutato dall'aspetto della superficie, che non deve essere né porosa né eccessivamente ricca di malta.

L'estrazione dell'ago dovrà essere graduale ed effettuata in modo da permettere la richiusura del foro da esso lasciato.

L'ago dovrà essere introdotto per l'intero spessore del getto fresco, e per 5-10 cm in quello sottostante, se questo è ancora lavorabile. In tal modo si otterrà un adeguato legame tra gli strati e si impedirà la formazione di un "giunto freddo" tra due strati di getti sovrapposti. I cumuli che inevitabilmente si formano quando il calcestruzzo è versato nei casseri dovranno essere livellati inserendo il vibratore entro la loro sommità. Per evitare la segregazione, il calcestruzzo non dovrà essere spostato lateralmente con i vibratorii mantenuti in posizione orizzontale, operazione che comporterebbe un forte affioramento di pasta cementizia con contestuale sedimentazione degli aggregati grossi. La vibrazione ottenuta affiancando il vibratore alle barre d'armatura è tollerata solo se: l'addensamento tra le barre impedisce l'ingresso del vibratore ed a condizione che, non ci siano sottostanti strati di calcestruzzo in fase d'indurimento. Qualora il getto comporti la messa in opera di più strati, si dovrà programmare la consegna del calcestruzzo in modo che ogni strato sia disposto sul precedente quando questo è ancora allo strato plastico così da evitare i "giunti freddi". I vibratorii esterni sono utilizzati generalmente negli impianti di prefabbricazione; possono comunque essere utilizzati anche nei cantieri quando la struttura è complessa o l'addensamento delle barre d'armatura limita o impedisce l'inserimento di un vibratore ad immersione. I vibratorii superficiali applicano la vibrazione tramite una sezione piana appoggiata alla superficie del getto, in questo modo il calcestruzzo è sollecitato in tutte le direzioni e la tendenza a segregare è minima. Un martello elettrico può

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-007
	Relazione sui Materiali e Dosature	Data: 27/01/2023
Revisione: 00		
Pagina: 16		

essere usato come vibratore superficiale se combinato con una piastra d'ideale sezione. Per consolidare sezioni sottili è utile l'impiego di rulli vibranti. Per pavimentazioni stradali sono disponibili finitrici vibranti e macchinari di vario genere, i cui dettagli esulano dallo scopo di questo documento.

5 Stagionatura e protezione del calcestruzzo

Per una corretta stagionatura del calcestruzzo è necessario seguire le seguenti disposizioni:

Prima della messa in opera:

- saturare a rifiuto il sottofondo e le casseforme di legno oppure isolare il sottofondo con fogli di plastica ed impermeabilizzare le casseforme con disarmante;
- La temperatura del cls al momento della messa in opera deve essere $\leq 30^{\circ}\text{C}$, raffreddando, se necessario, gli aggregati e l'acqua di miscela

Durante la messa in opera:

- erigere temporanee barriere frangivento per ridurre la velocità sulla superficie del calcestruzzo;
- Erigere protezioni temporanee contro l'irraggiamento diretto del sole;
- Proteggere il calcestruzzo con coperture temporanee, quali fogli di polietilene nell'intervallo fra la messa in opera e la finitura;
- Ridurre il tempo fra la messa in opera e l'inizio della stagionatura protetta.

Dopo la messa in opera:

- Minimizzare l'evaporazione proteggendo il calcestruzzo immediatamente dopo la finitura con membrane impermeabili, umidificazione a nebbia o copertura;

La massima temperatura ammissibile all'interno delle sezioni è di 70°C

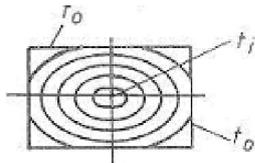
La differenza massima di temperatura fra l'interno e l'esterno è di 20°C

La massima differenza di temperatura fra il calcestruzzo messo in opera e le parti già indurite o altri elementi della struttura è di 15°C .

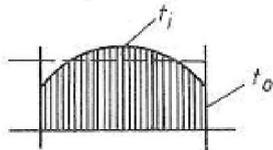
Sarà compito della Direzione Lavori specificare le modalità di ispezione e di controllo.

Nello specifico, dovendo eseguire getti in massa, si dovranno applicare tutti quegli accorgimenti necessari per contenere lo sviluppo di calore prodotto dalle reazioni esotermiche di idratazione del cemento.

Sezione trasversale



Linee di uguale temperatura



Sezione mediana

Figura 6-7: Distribuzione della temperatura dovuta al calore di idratazione

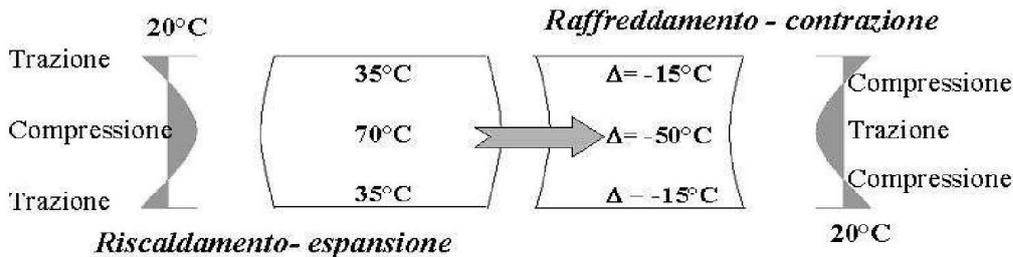


Figura 6-8: Effetto dei gradienti termici sullo stato di coazione di una sezione di calcestruzzo

La temperatura del calcestruzzo all'interno di un getto non dovrà superare 70°C. Per limitare le tensioni d'origine termica occorrerà:

- 1) controllare gli innalzamenti termici delle diverse parti della struttura, ponendo attenzione alla differenza di temperatura tra le diverse parti stesse;
- 2) evitare/ridurre i vincoli esterni che impediscono le deformazioni.

sarà opportuno rispettare i seguenti limiti:

- 1) temperatura massima del calcestruzzo $\leq 70^\circ\text{C}$
- 2) $\Delta T \text{ max} \leq 20^\circ\text{C}$ fra le varie parti della struttura
- 3) $\Delta T \text{ max} \leq 15^\circ\text{C}$ in prossimità dei giunti di costruzione o nelle sezioni di dimensioni molto variabili.

Per limitare il rischio delle fessure superficiali, dovute agli effetti termici, sarà opportuno proteggere adeguatamente la struttura in modo da ridurre il ΔT fra l'interno e l'esterno. Particolare attenzione deve essere posta ai getti di grosse dimensioni, in cui l'inerzia termica della parte interna ed il rapido raffreddamento di quella esterna, può provocare stati di coazione. Il progettista e/o la Direzione Lavori dovranno prescrivere la verifica degli innalzamenti termici e dei gradienti termici in diversi punti di una sezione di calcestruzzo, facendo predisporre termocoppie all'interno delle casseforme ed opportuni interventi di coibentazione della struttura

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-007
	Relazione sui Materiali e Dosature	Data: 27/01/2023
Revisione: 00		
Pagina: 18		

o di variazione della composizione del calcestruzzo.

La corretta stagionatura sarà assicurata mantenendo costantemente umida la struttura messa in opera. Nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale si suggerisce di creare un cordolo perimetrale che permette di mantenere la superficie costantemente ricoperta da alcuni centimetri d'acqua. Occorre porre attenzione, in condizioni di forte ventilazione, alla rapida escursione della temperatura sulla superficie per effetto dell'evaporazione.

6 Disarmo

Il disarmo verrà effettuato dopo che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza sufficiente a:

- sopportare le azioni applicate;
- evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate;
- resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo

Durante il disarmo verrà evitato che la struttura subisca colpi, sovraccarichi e deterioramenti. I carichi sopportati da ogni centina dovranno essere rilasciati gradatamente, in modo tale che gli elementi di supporto contigui non siano sottoposti a sollecitazioni brusche ed eccessive. La stabilità degli elementi di supporto e delle casseforme dovrà essere assicurata e mantenuta durante l'annullamento delle reazioni in gioco e lo smontaggio. Il disarmo non avverrà prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive. Si dovrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti solo quando è stata raggiunta la resistenza indicata dal progettista e comunque non prima dei tempi prescritti nei decreti attuativi della Legge n° 1086/71; in ogni caso il disarmo dovrà essere autorizzato e concordato con la Direzione Lavori. Si dovrà porre attenzione ai periodi freddi, quando le condizioni climatiche rallentano lo sviluppo delle resistenze del calcestruzzo, come pure al disarmo ed alla rimozione delle strutture di sostegno delle solette e delle travi. In caso di dubbio, è opportuno verificare la resistenza meccanica reale del calcestruzzo.

7 Controllo del calcestruzzo in opera

Il controllo del cls in opera sarà effettuato secondo quanto stabilito dalle "Nuove Norme tecniche per le Costruzioni" (D.M. 14.01.2008) che prevedono esplicitamente (p.11.2.5) l'effettuazione di un controllo di accettazione del calcestruzzo in relazione alla resistenza caratteristica a compressione prescritta. Nel caso in cui i valori di resistenza a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisferanno i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, o qualora sorgano dubbi sulla qualità del calcestruzzo, sarà facoltà del Direttore dei Lavori richiedere l'effettuazione di prove direttamente sulle strutture. In questi casi si dovrà tenere nel debito conto gli effetti che sui prelievi in opera hanno avuto la posa in opera e la stagionatura del calcestruzzo, per tale ragione la verifica od il prelievo del calcestruzzo indurito non potrà essere sostitutivo dei controlli d'accettazione da eseguirsi su provini prelevati e stagionati in conformità alle relative norme UNI. La conformità della resistenza non implica necessariamente la conformità nei riguardi della durabilità o di altre caratteristiche specifiche del calcestruzzo messo in opera, analogamente la non conformità della resistenza valutata in una posizione non implica la non conformità di tutto

	Progetto Definitivo	Codice Elaborato: PRO-PROG-REL-007
	Relazione sui Materiali e Dosature	Data: 27/01/2023
Revisione: 00		
Pagina: 19		

il calcestruzzo messo in opera. La stima della resistenza *in situ* dalla struttura potrà essere richiesta anche ai fini della valutazione della sicurezza o, per esempio, quando ricorra uno dei seguenti casi:

- Riduzione evidente della capacità resistente di elementi strutturali;
- Azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura) che abbiano compromesso la capacità resistente della struttura;
- Degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali (in relazione alla durabilità dei materiali stessi);
- Verificarsi di azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) significative e di situazioni di funzionamento di uso anomalo;
- Distorsioni significative imposte da deformazioni del terreno di fondazione;
- Provati errori di progetto o esecuzione;
- Interventi non dichiaratamente strutturali (es. impiantistici, di redistribuzione degli spazi, ecc.) qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale;
- Cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili;

Le modalità d'indagine, ovviamente, si diversificheranno a seconda che sia necessario:

- stimare la stabilità di una intera struttura;
- determinare la qualità di singoli elementi,

In ogni caso, il numero di campioni prelevati dipenderà:

- dal grado di fiducia che si intende affidare alla stima della resistenza;
- dalla variabilità dei dati o risultati che si presume di ottenere.

8 Controllo delle armature metalliche

Sarà utilizzato acciaio per cemento armato B450C, il cui accertamento sarà effettuato secondo quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1:2004.

I controlli di accettazione in cantiere saranno effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e saranno campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1.2 del DM 14 gennaio 2008, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro.

Ai fini della qualificazione le barre dovranno superare con esito positivo prove di aderenza conformemente al metodo Beam-test da eseguirsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n° 380 del 06/06/2001, secondo le modalità specificate nella norma UNI EN 10080/2005.

Di quanto non espressamente indicato nella presente, si rimanda ai complementari elaborati di riferimento inseriti nella sezione R – RELAZIONI TECNICHE, in particolare l'elaborato R03_Disciplinare_Descrittivo_e_Prestazionale.