



**COMUNE DI CANCELLO ED ARNONE  
PROVINCIA DI CASERTA**

**LAVORI DI "RISTRUTTURAZIONE E ADEGUAMENTO SISMICO DI  
MIGLIORAMENTO E MESSA IN SICUREZZA DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA  
DI VIA SETTEMBRINI DELL'ISTITUTO COMPRENSIVO STATALE "U.  
FOSCOLO" DI CANCELLO ED ARNONE (CE)"**  
**(C.U.P.) : E11E16000060003** **(C.I.G.) : 6559280915**



**PROGETTO ESECUTIVO - POST GARA -**

**ELABORATO :**

RELAZIONE SUI MATERIALI

RAPP:

TAV. ST-E

**IMPRESA APPALTATRICE:**

DITTA FABIANA COSTRUZIONI SRL

**IL PROGETTISTA:**

Dr. ing. Francesco COLARULLO



Data: GENNAIO 2018

**COMUNE DI CANCELLO ARNONE**

**PROVINCIA DI CASERTA**



**LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE E ADEGUAMENTO SISMICO DI  
MIGLIORAMENTO E MESSA IN SICUREZZA DELLA SCUOLA  
DELL'INFANZIA DI VIA SETTEMBRINI DELL'ISTITUTO COMPRENSIVO  
STATALE "U. FOSCOLO"**

**PROGETTO ESECUTIVO OPERE MIGLIORATIVE**

**PROGETTO STRUTTURALE EDIFICIO SCOLASTICO**

**RELAZIONE SUI MATERIALI**

## **RELAZIONE SUI MATERIALI**

### **PREMESSA**

La presente relazione si riferisce ai materiali da utilizzarsi per gli interventi previsti nell'ambito del progetto esecutivo.

I materiali utilizzati sono:

- Conglomerato cementizio Classe 25/30 , per le fondazioni;
- Acciaio per armature B450C;

Nei paragrafi seguenti si riportano le caratteristiche essenziali dei materiali impiegati.

### **CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

La qualità dei componenti utilizzati per la produzione del calcestruzzo, dovrà essere tale che le proprietà previste per il prodotto finale siano isotrope e con garanzia di essere mantenute nel tempo.

E' necessario, pertanto, che i materiali componenti adoperati (cemento, acqua, inerti e acciaio) presentino le caratteristiche indicate nelle pagine seguenti, sia per quanto riguarda la composizione chimica, sia per quel che riguarda le proprietà fisiche e meccaniche.

### **CARATTERISTICHE DEI MATERIALI UTILIZZATI NELLE STRUTTURE**

Il calcestruzzo è qualificato secondo le procedure di cui ai punti 11.2.1 del D.M. 2008

#### **CALCESTRUZZO:**

- ***Cemento: tipo 42,5 R conforme a UNI EN 197/1***
- ***Aggregati: obbligo di marcatura CE conforme a UNI EN 12620***
- ***Acqua: conforme a UNI EN 1008***
- ***Additivi: conforme a UNI 7101***
- **CALCESTRUZZO PER FONDAZIONI ED ELEVAZIONE:**
  - ***classe di esposizione XC2***
  - ***classe di resistenza C25/30***
  - ***classe di resistenza  $R_{ck}=300$  Kg/cm<sup>2</sup>***
  - ***classe di resistenza cilindrica  $f_{ck}=249$  kg/cm<sup>2</sup>***
  - ***rapporto acqua/cemento max 0,50***
  - ***contenuto cemento min 280 kg/m<sup>3</sup>***

- **diametro inerte max 25 mm**

- **classe di consistenza S4**

• **ACCIAIO PER ARMATURE C.A.**

- **barre B450C**

Il calcestruzzo preconfezionato dovrà avere resistenza caratteristica cubica  $R_{ck}$  300, con resistenza di soglia pari al 5%, pari a 300 Kg/cm<sup>2</sup>.

***Tutti i materiali e i prodotti per uso strutturale devono essere qualificati dal produttore secondo le modalità indicate nel capitolo 11 delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” approvate con D.M. 14 gennaio 2008. E’ onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, acquisire e verificare la documentazione di qualificazione.***

**CEMENTO**

Il cemento impiegato per il confezionamento del calcestruzzo dovrà rispondere ai requisiti prescritti dalle normative vigenti, dovrà essere normalmente sfuso, conservato in contenitori che lo proteggano dall’umidità e conforme alle disposizioni contenute nella norma europea CEN ENV 197/1, così come recepita in Italia dalla norma UNI ENV 197/1.

Il trasporto, lo stoccaggio ed il pompaggio nei silos dovranno essere tali da evitare miscele tra i diversi tipi di classe di resistenza.

Per la realizzazione delle opere in oggetto si utilizzerà cemento di classe normale pari a 425.

La velocità di presa del cemento dovrà essere tale da risultare né troppo breve, per consentire una posa agevole del calcestruzzo in opera, né troppo lunga, per evitare che agenti esterni possano interferire con le normali reazioni di presa. Inoltre la velocità di presa dovrà essere controllata opportunamente in laboratorio con l’ago di *Vicat* al fine di verificare la rispondenza alle esigenze sopra ricordate.

La resistenza meccanica del cemento dovrà essere accertata in laboratorio mediante prove di compressione.

Di seguito sono riportate le tabelle in cui sono indicati i requisiti meccanici e fisici ed i requisiti chimici.

REQUISITI MECCANICI E FISICI						
Classe	Resistenza alla compressione N/mm <sup>2</sup>				Tempo di inizio presa min	Espansione mm
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata			
	2 giorni	7 giorni	28 giorni			
32.5	-	≥ 16	≥ 32.5	≤ 52.5	≥ 60	≤ 10
32.5 R	≥ 10	-				
42.5	≥ 10	-	≥ 42.5	≤ 62.5		
42.5 R	≥ 20	-				
52.5	≥ 20	-	≥ 52.5	-	≥ 45	
52.5 R	≥ 30	-				

  

REQUISITI CHIMICI		
Proprietà	Classe di resistenza	Requisiti espressi come percentuale in massa
Perdita al fuoco	tutte le classi	≤ 5.0 %
Residuo insolubile	tutte le classi	≤ 5.0 %
Solfati ( come SO <sub>3</sub> )	32.5	≤ 3.5 %
	32.5 R	
	42.5	
	42.5 R	≤ 4.0 %
	52.5	
52.5 R		
Cloruri	52.5 R	≤ 0.10 %

### **INERTI**

L'inerte impiegato dovrà avere dimensioni variabili e dovrà provenire dalla frantumazione artificiale di ghiaia di fiume o di cava accuratamente lavata in impianto fisso di trattamento.

L'inerte, inoltre, lavato con acqua dolce, dovrà essere bene assortito e formato da elementi resistenti e non gelivi, senza parti friabili gessose, polvirulente, terrose e comunque di sostanze nocive alla stagionatura del conglomerato e alla conservazione delle armature.

Deve essere, inoltre, specificato che sulla superficie degli inerti non dovranno essere presenti materiali estranei, quali, ad esempio, materiali limosi, argillosi e sostanze di natura organica.

L'inerte dovrà presentare, tra l'altro, una resistenza meccanica superiore a quella del calcestruzzo, ed, inoltre, presentare elevata resistenza all'usura.

Dovranno essere adoperati, quindi, inerti silicei o calcarei con controllo della percentuale di silice amorfa presente.

Le dimensioni degli inerti saranno decrescenti in modo da tale che gli spazi tra i granuli più grossi siano riempiti dal materiale più piccolo.

La dimensione massima dell'inerte sarà scelta in base alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e con l'ingombro dell'armatura.

Nella tabella seguente è riportato il diametro massimo dell'inerte in funzione dei vari tipi di costruzione.

Sezione minima della struttura (cm)	Diametro massimo dell'inerte (mm)			
	Muri, travi e pilastri armati	Muri non armati	Solette	
			molto armate	poco armate o non armate
5.5 - 12.5	12.5 - 19	19	19 - 25	19 - 37
15 - 27.5	19 - 37.5	37.5	37.5	37.5 - 75
30 - 72.5	25 - 75	75	37.5 - 75	75
75	37.5 - 75	150	37.5 - 75	75 - 150

Va precisato, in ogni caso, che si utilizzerà comunque un diametro massimo inferiore ad 1/3 del minimo interferro.

La sabbia da utilizzare dovrà provenire da letto di fiume, e dovrà essere di matrice silicea, bene assortita per dimensioni, costituita da grani resistenti.

Detta sabbia, inoltre, dovrà essere lavata in impianto fisso, avendo cura che non lasci traccia di sporco e non contenga materie organiche.

#### **ACQUA**

L'acqua di impasto dovrà essere limpida, non aggressiva e priva di percentuali dannose di sali.

Qualora disponibile dovrà essere utilizzata acqua potabile, altrimenti, per acqua di provenienza diversa, dovranno essere condotti accurati esami chimici in laboratorio.

#### **ACCIAIO D'ARMATURA**

Le armature delle strutture saranno costituite da barre in acciaio ad aderenza migliorata B450C, con tensione caratteristica di snervamento pari o superiore a  $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$  e con tensione caratteristica a rottura pari o superiore a  $f_{yk} = 540 \text{ N/mm}^2$ .

Il rapporto  $(f_t/f_y)_k$  dovrà essere compreso tra 1.13 e 1.35 mentre il rapporto  $(f_y/f_{ynom})_k$  dovrà essere minore o uguale a 1.25%

Infine l'allungamento caratteristico  $(A_{gt})_k$  dovrà essere maggiore o uguale al 7%.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili e pieghe. E' tollerata una ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto. Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

Le armature saranno posizionate in modo stabile e sarà assicurato il copriferro minimo.

Per fissare le armature, in modo tale che durante la fase del getto lo spessore del copriferro sia quello prescritto, si adopereranno adatti ed appositi distanziatori.

Il numero dei ferri e la loro posizione dovrà essere controllata prima e durante il getto.

**RAPPORTO ACQUA/CEMENTO**

La quantità d'acqua aggiunta alla miscela verrà espressa in termini di rapporto a/c, definito come il rapporto in peso tra l'acqua di miscelazione e la quantità di cemento per unità di volume dell'impasto.

Nella tabella seguente è indicato il rapporto a/c per i diversi tipi elementi strutturali.

Condizioni climatiche						
Tipo di strutture	Climi freddi con ampie escursioni termiche o soggetti a frequenti cicli di gelo e disgelo			Climi con piccole escursioni termiche e con temperature raramente sotto 0 °C, non troppo piovosi e non troppo asciutti		
	Aria	Acqua dolce	Acqua di mare o ambienti solfatici	Aria	Acqua dolce	Acqua di mare o ambienti solfatici
Strutture armate con copriferro inferiore a 25mm, sezioni sottili, parapetti, strutture ornamentali	0.49	0.44	0.40	0.53	0.49	0.40
Sezioni di spessore intermedio, travi, pilastri, banchine, muri di riporto	0.53	0.49	0.44	*	0.53	0.44
Strutture di notevole spessore (dighe)	0.58	0.49	0.44	*	0.53	0.44
Getti sott'acqua	-	0.44	0.44	-	0.44	0.44
Lastre poggiate su terreno	0.53	-	-	*	-	-
Strutture protette, interrato o per interni	*	-	-	*	-	-

\* Fissati in base alle caratteristiche di resistenza meccanica e lavorabilità richieste

Per l'opera in oggetto, pertanto, si utilizzerà un rapporto a/c = 0.50, parametro che dovrà essere controllato per garantire adeguata lavorabilità, elevata durabilità e resistenza meccanica.

**DOSAGGIO DEL CEMENTO**

Il dosaggio del cemento per i getti armati dovrà essere non inferiore a 300 Kg per ogni metro cubo e sarà determinato in base al crescere della fluidità dell'impasto in maniera tale da mantenere costante il rapporto acqua/cemento.

**TRASPORTO E GETTO DEL CALCESTRUZZO**

Gli impasti dovranno essere preparati e trasportati in modo da escludere il pericolo di separazione dei componenti o il prematuro inizio della presa al momento del getto.

Dovranno essere evitati percorsi accidentati e tempi di trasporto eccessivamente lunghi, che potrebbero pregiudicare l'omogeneità del getto per fenomeni di segregazione e la consistenza per evaporazione dell'acqua dell'impasto.

L'operazione di getto dovrà compiersi prima che inizi il processo di presa, e, quindi, prima che trascorrono due ore dalla preparazione per temperature comprese tra 15° e 20°C.

Il conglomerato non dovrà essere posto in opera a temperature inferiori a 0°C.

In modo eccezionale, se il getto dovesse avvenire a temperature inferiori a 0°C, si dovrà fare ricorso ad additivi antigelo o ad opportune cautele.

Inoltre dovrà essere verificato che il conglomerato avvolga sempre perfettamente le armature metalliche e che riempia completamente le casseforme.

Per evitare segregazioni si procederà al riempimento dei casseri dal basso verso l'alto e avendo cura di porsi alla massima distanza possibile dalle pareti delle casseforme.

### ***COSTIPAMENTO DELL'IMPASTO***

Il getto dovrà essere opportunamente compattato con l'ausilio di vibratori meccanici.

La vibrazione dovrà essere eseguita sistematicamente in modo tale che ogni strato risulti ben compattato con lo strato sottostante.

Le immissioni dell'asta del vibratore dovranno essere verticali ed effettuate ad una distanza assiale massima di otto volte il diametro.

Il calcestruzzo dovrà essere costipato con cura in corrispondenza degli incroci in modo da evitare la formazione di nidi di ghiaia (nidi d'ape).

### ***MATURAZIONE DEL CALCESTRUZZO***

Allo scopo di evitare una eccessiva evaporazione dell'acqua con il conseguente ritiro del conglomerato e la formazione di una accentuata fessurazione, la superficie dei getti dovrà essere mantenuta umida per almeno 3 giorni e, dove possibile, prolungata per 7 giorni.

Dovranno essere, inoltre, adottate tutte le protezioni contro l'irraggiamento diretto del sole, il vento e le basse temperature, fenomeni che possono innescare maturazioni locali differenti sulla superficie totale del getto.

### ***PRELIEVO DEI CAMPIONI***

La resistenza cubica del conglomerato sarà verificata attraverso il prelievo di provini cubici di 15 cm di spigolo, secondo i controlli di accettazione di tipo A e di tipo B descritti nel paragrafo "11.2.5. Controllo di accettazione" NTC 2008.

Detti provini saranno confezionati in cantiere entro forme perfettamente levigate, prelevando il campione all'atto dell'impasto, evitando variazioni di consistenza e facendoli maturare in ambiente con umidità relativa del 90% e temperatura di 20°C.

### ***CONDIZIONI DI SICUREZZA DELLE STRUTTURE***



Le condizioni di sicurezza utilizzate per il calcolo delle opere oggetto di intervento risultano essere:

Il calcestruzzo è qualificato secondo le procedure di cui ai punti 11.2.1 del D.M. 2008:

#### Acciaio B450C

Le armature metalliche saranno costituite da acciaio saldabile e qualificato secondo le procedure di cui ai punti 11.3.1.2 11.3.2 del D.M. 2008:

- tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
- tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
- Rapporto  $(f_t/f_y)_k \geq 1.13$  e  $\leq 1.35$
- Rapporto  $(f_y/f_{ynom})_k \leq 1.25$
- Allungamento caratteristico  $(A_{gt})_k \geq 7\%$

#### METODO E IPOTESI DI CALCOLO

Le verifiche degli elementi strutturali sono condotte con il metodo agli "Stati limite". Il sistema di misura usato nei calcoli è il Sistema Internazionale in cui si è ritenuta valida la relazione  $1 \text{ Kgf} = 10 \text{ N} = 1 \text{ daN}$ . Circa le altre prescrizioni esecutive si richiamano le disposizioni di cui alle norme tecniche vigenti emanate dal Ministero delle Infrastrutture.

**IL PROGETTISTA**  
ing. Francesco Colarullo

#### APPENDICE:

##### -SIMBOLOGIA CARATTERISTICHE RESISTENTI DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

I parametri relativi alle caratteristiche resistenti sono riportati di seguito, secondo la notazione in tabella.

<i>Parametro</i>	<i>Descrizione</i>	<i>simbolo</i>	<i>Correlazioni</i>
<b>Resistenza caratteristica cubica a compressione</b>	valore frattile 5% della distribuzione di resistenza determinata su provini cubici confezionati e conservati secondo la norma EN12390-2, e sottoposti a prova di compressione uniassiale dopo 28 giorni, secondo la norma EN12390-3.	$R_{ck}$	
<b>Resistenza caratteristica cilindrica a compressione</b>	valore frattile 5% della distribuzione di resistenza determinata su provini cilindrici, di diametro 150mm ed altezza 300mm.	$f_{ck}$	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$
<b>Resistenza di calcolo cilindrica a compressione</b>		$f_{cd}$	$f_{ck} / \gamma_c$

<i>Parametro</i>	<i>Descrizione</i>	<i>simbolo</i>	<i>Correlazioni</i>
<b>Resistenza a trazione</b>	<b>Resistenza media a trazione semplice (assiale)</b>	$f_{ctm}$	
<b>Resistenza caratteristica</b>		$f_{ctk}$	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm}$
<b>Resistenza a trazione per flessione</b>		$f_{fk}$	$f_{fk} = 1,2 f_{ctk}$
<b>Modulo elastico</b>	Viene come funzione della resistenza a rottura media su provino cubico ( $R_{cm}$ )	$E_c$	$E_c = 22000 \cdot f_{cm}^{0.3}$ con $f_{cm} = f_{ck} + 8$ (N/mm <sup>2</sup> )
<b>Coefficiente di Poisson</b>	viene adottato un valore maggiore di zero (calcestruzzo fessurato) e minore di 0.2 (non fessurato)	$\nu_c$	$0 < \nu_c \leq 0.2$