



La tua
Campania
cresce in
Europa



**OPERAZIONE FINANZIATA DAL P.O. FESR CAMPANIA 2007-2013 ASSE 6
OBIETTIVO OPERATIVO 6.1 "CITTA' MEDIE"**

CITTA' DI AVELLINO

Settore Lavori Pubblici

PROGRAMMA INTEGRATO URBANO P.I.U. EUROPA CITTA' DI AVELLINO

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DI VILLA DEL FRANCO.
MIGLIORAMENTO DELLA QUALITA' URBANA.
Cod. AV_PIU_01_A_07

PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO C.U.P. G32F07000400006

R04 | RELAZIONE SUI MATERIALI MURI IN CALCESTRUZZO

Progettisti e Coordinatori per la Sicurezza
in fase di progettazione:
Ing. Goffredo Napoletano
Ing. Gaetano D'Agostino
Arch. Arturo Ranucci
Arch. Donatella Romano

R.U.P.
Ing. Luigi Angelo Maria Cicalese

INDICE

| | | | |
|-----|---|------|----|
| 1. | <i>PREMESSA</i> | pag. | 2 |
| 2. | <i>CALCESTRUZZO</i> | " | 3 |
| 2.1 | <i>COMPONENTI DEL CALCESTRUZZO</i> | " | 3 |
| 2.2 | <i>CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO</i> | " | 4 |
| 2.3 | <i>CONTROLLO DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO</i> | " | 7 |
| 3. | <i>ACCIAIO</i> | " | 8 |
| 3.1 | <i>CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO</i> | " | 8 |
| 3.2 | <i>CONTROLLO DI QUALITÀ DELL'ACCIAIO</i> | " | 9 |
| 4. | <i>DURABILITÀ DELLE STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO</i> | " | 10 |

1. PREMESSA

La presente relazione è relativa ai materiali che si utilizzeranno per la realizzazione delle opere oggetto del presente calcolo strutturale.

Si evidenzia, pertanto, che i materiali adoperati per uso strutturale nel presente progetto sono:

- *calcestruzzo;*
- *acciaio per cemento armato;*

Per ciascuno dei materiali si riporterà di seguito la descrizione, le caratteristiche e le prove di accettazione così come prescritto nel capitolo 11 delle Norme Tecniche delle Costruzioni NTC 2008.

2. CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo adoperato per il confenzionamento del c.a. per le parti interrato è di classe di resistenza **C25/30**, classe di esposizione **XC2** e diametro massimo dell'aggregato **25mm**.

Del materiale calcestruzzo si riporteranno di seguito le specifiche sulla propria composizione (par. 2.1), sulle proprie caratteristiche (par. 2.2) e sui controlli che sono da effettuarsi per il esame della qualità (par. 2.3).

Per approfondimenti, chiarimenti, dettagli e per quanto non espressamente riportato in seguito, sul materiale calcestruzzo, si rimanda alle NTC 2008, capitolo 11, paragrafo 2.

2.1 COMPONENTI DEL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo impiegato sarà confenzionato nel rispetto delle prescrizioni delle NTC 2008 e delle norme in esse richiamate che ricordiamo essere:

- per i leganti la legge 26/05/1965 n.595, le norme europee UNI EN 14216 e UNI EN 197;
- per gli aggregati le norme europee UNI EN 12620, UNI EN 13055-1, UNI 8520-1:2005 e UNI EN 8520-2:2005;
- per gli additivi la norma europea UNI EN 934-2;
- per l'acqua di impasto la norma UNI EN 1008:2003.

Il calcestruzzo da utilizzarsi sarà composto da:

- Cemento tipo: CEM I 42,5R;
- Diametro massimo inerti: 25 mm;
- Classe di contenuto di cloruri: <0,20 %
- Rapporto Acqua/cemento: <0,60 per C25/30
<0,50 per C32/40

2.2 CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO

Le caratteristiche del calcestruzzo in sede di progettazione possono essere desunte dalle formulazioni indicate nei punti successivi.

- **RESISTENZA A COMPRESSIONE**

In sede di progetto si farà riferimento alla resistenza caratteristica a compressione su cubi R_{ck} . Dalla resistenza cubica si passerà a quella cilindrica da utilizzarsi nelle verifiche mediante l'espressione:

$$f_{ck} = 0,83 \times R_{ck} \quad [\text{N/mm}^2]$$

- **RESISTENZA A TRAZIONE**

La resistenza a trazione del calcestruzzo può essere determinata a mezzo di diretta sperimentazione, su provini confezionati, secondo la norma UNI EN 12390-2:2002, per mezzo delle seguenti prove:

- prove di trazione diretta;
- prove di trazione indiretta (secondo UNI EN 12390-6:2002 o metodo dimostrato equivalente);
- prove di trazione per flessione(secondo UNI EN 12390-5:2002 o metodo dimostrato equivalente).

In sede di progetto si può assumere come resistenza media a trazione semplice del calcestruzzo:

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{2/3} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{per classi} \leq \text{C50/60}$$

I valori caratteristici corrispondenti ai frattali 5% e 95% sono assunti, rispettivamente, pari a $0,7 f_{ctm}$ e $1,3 f_{ctm}$.

Il valore medio della resistenza a trazione per flessione è assunto, in mancanza di sperimentazione diretta, pari a:

$$f_{ctm} = 1,20 f_{ctm} \quad [\text{N/mm}^2]$$

- **MODULO ELASTICO**

Per modulo elastico del calcestruzzo va assunto quello secante tra la tensione nulla e $0,40 f_{cm}$, determinato sulla base di apposite prove, da eseguirsi secondo la norma UNI 6556:1976. in sede di progettazione si può assumere il valore:

$$E_{cm} = 22.000 \times [f_{cm/10}]^{0.3} \quad [\text{N/mm}^2]$$

- **COEFFICIENTE DI POISSON**

Per il coefficiente di Poisson può adottarsi a secondo dello stato di sollecitazione, un valore compreso tra 0 (calcestruzzo fessurato) e 0,2 (calcestruzzo non fessurato).

- **COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA**

Per il coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo può essere determinato a mezzo di apposite prove, da eseguirsi secondo la norma UNI En 1770:2000.

In sede di progettazione, o in mancanza di una determinazione sperimentale diretta, per il coefficiente di dilatazione termica può assumersi un valore medio di $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

- **RITIRO**

La determinazione assiale per ritiro del calcestruzzo può essere determinata a mezzo di apposite prove, da eseguirsi secondo le norme UNI 6555:1973 e UNI 7086:1972, rispettivamente per calcestruzzi confezionati con inerti aventi dimensioni sino a 30mm, od oltre 30mm.

In sede di progettazione, e quando non si ricorra ad additivi speciali, il ritiro del calcestruzzo può essere valutato sulla base delle seguenti indicazioni.

La deformazione totale da ritiro è data da:

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}$$

- dove:
- ϵ_{cs} è la deformazione totale da ritiro;
 - ϵ_{cd} è la deformazione per ritiro da essiccamento;
 - ϵ_{ca} è la deformazione per ritiro autogeno.

Il valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro da essiccamento:

$$\epsilon_{cd,\infty} = K_h \epsilon_{c0}$$

può essere valutato mediante i valori delle tabelle di seguito in funzione della resistenza caratteristica a compressione, dell'umidità relativa e del parametro h_0 :

Valori di ϵ_{c0}

| f_{ck} | Deformazione da ritiro per essiccamento (in %) | | | | | |
|----------|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Umidità Relativa (in %) | | | | | |
| | 20 | 40 | 60 | 80 | 90 | 100 |
| 20 | -0,62 | -0,58 | -0,49 | -0,30 | -0,17 | +0,00 |
| 40 | -0,48 | -0,46 | -0,38 | -0,24 | -0,13 | +0,00 |
| 60 | -0,380 | -0,36 | -0,30 | -0,19 | -0,10 | +0,00 |
| 80 | -0,30 | -0,28 | -0,24 | -0,15 | -0,07 | +0,00 |

Valori di K_h

| h_0 (mm) | K_h |
|------------|-------|
| 100 | 1,0 |
| 200 | 0,85 |
| 300 | 0,75 |
| ≥ 500 | 0,70 |

Per valori intermedi dei parametri indicati è consentita l'interpolazione lineare.

Il valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro autogeno $\epsilon_{ca,\infty}$ può essere determinato mediante l'espressione:

$$\epsilon_{ca,\infty} = -2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} \text{ con } f_{ck} \text{ in N/mm}^2$$

- **VISCOITÀ**

In sede di progettazione, se lo stato pensionale del calcestruzzo, al tempo $t_0=j$ di messa in carico non è superiore a $0,45 f_{ckj}$, il coefficiente di viscosità $\Phi(\infty, t_0)$, a tempo infinito, a meno di valutazioni più precise, può essere dedotto dalle seguenti tabelle dove h_0 è una dimensione fittizia pari al rapporto tra $2A_c$ (area della sezione di calcestruzzo)/ u (perimetro della sezione in calcestruzzo esposto all'aria).

Valori di $\Phi(\infty, t_0)$. Atmosfera con umidità relativa di circa il 75%

| t_0 | $h_0 \leq 75 \text{ mm}$ | $h_0 = 150$ | $h_0 = 300$ | $h_0 \geq 600$ |
|------------------|--------------------------|-------------|-------------|----------------|
| 3 giorni | 3,5 | 3,2 | 3,0 | 2,8 |
| 7 giorni | 2,9 | 2,7 | 2,5 | 2,3 |
| 15 giorni | 2,6 | 2,4 | 2,2 | 2,1 |
| 30 giorni | 2,3 | 2,1 | 1,9 | 1,8 |
| ≥ 60 giorni | 2,0 | 1,8 | 1,7 | 1,6 |

Valori di $\Phi(\infty, t_0)$. Atmosfera con umidità relativa di circa il 55%

| t_0 | $h_0 \leq 75 \text{ mm}$ | $h_0 = 150$ | $h_0 = 300$ | $h_0 \geq 600$ |
|------------------|--------------------------|-------------|-------------|----------------|
| 3 giorni | 4,5 | 4,0 | 3,6 | 3,3 |
| 7 giorni | 3,7 | 3,3 | 3,0 | 2,8 |
| 15 giorni | 3,3 | 3,0 | 2,7 | 2,5 |
| 30 giorni | 2,9 | 2,6 | 2,3 | 2,2 |
| ≥ 60 giorni | 2,5 | 2,3 | 2,1 | 1,9 |

Per valori intermedi è consentita l'interpolazione lineare.

- **VALORI ADOPERATI NELLA PROGETTAZIONE**

Per la classe di resistenza del calcestruzzo **C25/30**, le caratteristiche dello stesso utilizzate nella progettazione e desunte secondo le indicazioni di cui sopra sono le seguenti:

| | |
|---|---------------|
| Resistenza a compressione f_{ck} [N/mm²] | 25,00 |
| Modulo elastico del calcestruzzo [N/mm²] | 31.500 |
| Coefficiente di Poisson | 0,20 |

2.3 CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo del calcestruzzo serve a garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto. Esso si articola nelle seguenti fasi:

- *Valutazione preliminare della resistenza.* Serve a determinare , prima dell'inizio della costruzione delle opere, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto.
- *Controllo di produzione.* Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo durante la produzione del calcestruzzo stesso.
- *Controllo di accettazione.* Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo prodotto durante l'esecuzione dell'opera, con prelievo effettuato contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali.
- *Prove complementari.* Sono prove che vengono eseguite, se necessario, a completamento delle prove di accettazione.

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001.

- **CONTROLLO DI ACCETTAZIONE**

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto. Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel:

- Controllo di tipo A;
- Controllo di tipo B.

Nel caso in oggetto il controllo sarà di **tipo A** in quanto riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300m³ e seguire le indicazioni riportate nelle NTC 2008 par. 11.2.5.1.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-7:2002.

3. ACCIAIO

L'acciaio per cemento armato adoperato per il confenzionamento del c.a. è del tipo **B450C**.

Del materiale acciaio si riporteranno di seguito in dettaglio le specifiche sulle proprie caratteristiche (par. 3.1), e dei controlli che sono da effettuarsi per il controllo della qualità (par. 3.2).

Per approfondimenti, chiarimenti, dettagli e per quanto non espressamente riportato in seguito, sul materiale acciaio, si rimanda alle NTC 2008, capitolo 11, paragrafo 3.

3.1 CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

$$f_{y \text{ nom}} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t \text{ nom}} = 540 \text{ N/mm}^2$$

e deve rispettare i requisiti indicati nella tabella seguente:

| CARATTERISTICHE | REQUISITI | FRATTILE (%) |
|--|--------------------------|--------------|
| Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} | $\geq f_{y \text{ nom}}$ | 5.0 |
| Tensione caratteristica di rottura f_{tk} | $\geq f_{t \text{ nom}}$ | 5.0 |
| $(f_t/f_y)_k$ | $\geq 1,15$ $< 1,35$ | 10.0 |
| $(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$ | $\leq 1,25$ | 10.0 |
| Allungamento $(A_{gt})_k$ | $\geq 7,5\%$ | 10.0 |
| Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza crucche: | | |
| $\Phi < 12 \text{ mm}$ | 4 Φ | |
| $12 \leq \Phi \leq 16 \text{ mm}$ | 5 Φ | |
| per $16 < \Phi \leq 25 \text{ mm}$ | 8 Φ | |
| per $25 < \Phi \leq 40 \text{ mm}$ | 10 Φ | |

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1: 2004.

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata.

Per gli acciai B450C possono essere impiegati in barre di diametro Φ compreso tra 6 e 40mm.

3.2 CONTROLLI DI QUALITÀ DELL'ACCIAIO

Il controllo sugli acciai da costruzione è obbligatorio e si effettua, con modalità e frequenze diverse, negli stabilimenti di produzione, nei centri di trasformazione, in cantiere, come indicato di seguito.

- *Negli stabilimenti di produzione su lotti di produzione continua.* In questo caso la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata mediante marcatura CE, con rilascio di Dichiarazione di conformità CE, o attraverso la qualificazione del STC, con rilascio del relativo attestato. Per il tipo di prove e la descrizione delle stesse si rimanda la par. 11.3.2.10.1-2 delle NTC2008.
- *Nei centri di trasformazione su forniture.* Per il tipo di prove e la descrizione delle stesse si rimanda la par. 11.3.2.10.3 delle NTC2008.
- *In cantiere.* I controlli sono effettuati dal Costruttore e dal Direttore dei Lavori secondo le competenze e le responsabilità che la legge attribuisce a ciascuno. Per il tipo di prove e la descrizione delle stesse si rimanda la par. 11.3.2.10.4 delle NTC2008.

4. DURABILITÀ DELLE STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO

La struttura deve essere progettata in maniera tale che il degrado nel corso della sua vita nominale, purché si adotti la normale manutenzione ordinaria, non pregiudichi le sue prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle presenti norme.

Le misure di protezione contro l'eccessivo degrado devono essere stabilite con riferimento alle previste condizioni ambientali del sito ove sorge la costruzione.

La protezione contro l'eccessivo degrado deve essere ottenuta attraverso un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'eventuale applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva.

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato, esposto all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Le condizioni ambientali del sito dove sorgerà la costruzione non sono aggressive ma sono del **tipo ordinarie**.

La classe di esposizione ambientale secondo le norme UNI EN 206-1 è **XC2**.

Per garantirsi dal rischio di corrosione delle armature per effetto dalla carbonatazione per la classe di esposizione XC2 sono rispettati i limiti proposti sulla composizione del calcestruzzo:

- rapporto A/C massimo=0,60;
- contenuto minimo di cemento 300kg/m³;
- classe di resistenza calcestruzzo C25/30;
- copriferro min. 30 mm.

Le armature adoperate appartengono al gruppo delle armature poco sensibili.