



# COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO

(Provincia di Salerno)

**SETTORE LAVORI PUBBLICI INFRASTRUTTURE  
IGIENE URBANA E S.A.D. "PICENTINI E BATTIPAGLIA"**

**PROGETTO ESECUTIVO**  
*ai sensi dell'art. 41 del D. Lgs. n. 36 del 31 Marzo 2023*

OGGETTO

**Lavori di realizzazione blocco ossari e blocco loculi  
frontali "a fornello" nel cimitero comunale.  
Area "A" - 1° stralcio**

TAVOLA

**S.2**

ELABORATO

**Relazione sui materiali**

**Data:**

**agg. Febbraio 2024**

**Scala**

**Progettista strutturale:**

**Ing. Ersilio Staglioli**

**Responsabile del Settore e RUP:**

**Arch. Giovanni Landi**

**Revisione del**

**Revisione del**

**Revisione del**

## Introduzione

Il presente elaborato riporta i dati necessari all'identificazione e alla qualificazione dei materiali strutturali adoperati nell'opera in oggetto, nonché le specifiche procedure di accettazione previste.

L'opera in esame è realizzata interamente in conglomerato cementizio armato; tale materiale, meglio definito calcestruzzo armato, è ottenuto inglobando all'interno di un conglomerato di cemento ed inerti, definito calcestruzzo, degli elementi in acciaio sotto forma di barre opportunamente modellate, che hanno l'importante compito di assorbire gli sforzi di trazione.

Di seguito vengono riportate le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo armato impiegato, illustrando le prescrizioni relative al conglomerato cementizio e quelle relative all'acciaio e, successivamente, sono analizzate anche le indicazioni atte a garantire la lavorabilità dell'impasto e la durabilità dell'opera, in relazione alle condizioni ambientali del sito di costruzione.

## Calcestruzzo

Per il calcestruzzo preconfezionato o confezionato in opera, viene garantito il rispetto dei requisiti previsti dalle seguenti norme:

- NTC 2018 (Circ. Appl. n.7 del 2019)
- UNI-EN 206-1 , UNI-EN 12620 , UNI 197/1

Nella tabella seguente si riportano i parametri di resistenza che caratterizzano il comportamento, sia a compressione che a trazione, del calcestruzzo impiegato nell'opera in esame.

Classe Calcestruzzo	C25/30
Resistenza a Compressione Cubica ( $R_{ck}$ ) [daN/cm <sup>2</sup> ]	300
Resistenza a compressione cilindrica ( $f_{ck}$ ) [daN/cm <sup>2</sup> ]	249
Valore medio della Resistenza cilindrica ( $f_{cm}$ ) [daN/cm <sup>2</sup> ]	329
Modulo Elastico ( $E_c$ ) [daN/cm <sup>2</sup> ]	314471
Coefficiente parziale di sicurezza ( $\gamma_c$ )	1.50
Resistenza di progetto a compressione ( $f_{cd}$ ) [daN/cm <sup>2</sup> ]	166
Resistenza di progetto per carichi di lunga durata ( $\alpha f_{cd}$ ) [daN/cm <sup>2</sup> ]	141
Resistenza media a trazione ( $f_{ctm}$ ) [daN/cm <sup>2</sup> ]	25.6
Resistenza caratteristica a trazione ( $f_{ctk}$ ) [daN/cm <sup>2</sup> ]	17.9
Resistenza caratteristica a trazione per flessione ( $f_{ctfk}$ ) [daN/cm <sup>2</sup> ]	21.5
Resistenza di progetto a trazione ( $f_{ctd}$ ) [daN/cm <sup>2</sup> ]	11.9
Resistenza di progetto a trazione per flessione ( $f_{ctfd}$ ) [daN/cm <sup>2</sup> ]	14.3

## Componenti

Come già accennato, il calcestruzzo è costituito da un aggregato di inerti (sabbia e ghiaia o pietrisco) legati da una pasta cementizia, composta da acqua e cemento. Oltre ai componenti normali, è consentito in generale l'uso di aggiunte (ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice) e di additivi chimici (acceleranti, ritardanti, aeranti, ecc.), in conformità a quanto previsto nella normativa NTC 2018 (Circ. Appl. n.7 del 2019).

La fornitura del cemento viene effettuata con l'osservanza delle condizioni e modalità di cui all'art.3 della legge 26/5/1965 n.595. Viene impiegato cemento conforme alla norma armonizzata UNI EN 197.

Eventuali aggregati da impiegare per la produzione del calcestruzzo per uso strutturale, sono ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo, conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1. L'attestazione della conformità di tali aggregati deve essere effettuata ai sensi del DPR n. 246/93. Inoltre, gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali, dei requisiti chimico-fisici aggiuntivi, rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, secondo quanto prescritto dalle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005. Ad ogni modo, la dimensione massima dell'inerte deve essere commisurata, per l'assestamento del getto, ai vuoti tra le armature e tra i casseri tenendo presente che il diametro massimo dell'inerte non deve superare: la distanza minima tra due ferri contigui ridotta di 5 mm, 1/4 della dimensione minima della struttura e 1/3 del copriferro.

L'acqua di impasto, ivi compresa quella di riciclo, deve essere conforme alla norma UNI EN 1008:2003.

Gli additivi chimici, utilizzati per migliorare una o più prestazioni del calcestruzzo, devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

L'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, è ammesso purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del calcestruzzo.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea UNI EN 450-1. Per quanto riguarda invece l'impiego bisogna fare riferimento alle norme UNI EN 206 e UNI 11104. I fumi di silice, infine, devono soddisfare i requisiti della norma europea UNI EN 13263-1.

## Lavorabilità e Durabilità

La lavorabilità, ovvero la facilità con cui viene mescolato l'impasto, varia in funzione del tipo di calcestruzzo impiegato, dipende dalla granulometria degli inerti, dalla presenza o meno di additivi e aumenta in relazione al quantitativo di acqua aggiunta. Inoltre, la lavorabilità aumenta al diminuire della consistenza, che rappresenta il grado di compattezza dell'impasto fresco.

La classe di consistenza del calcestruzzo da utilizzare viene fissata in base all'esigenza che l'impasto rimanga fluido per il tempo necessario a raggiungere tutte le parti interessate dal getto, senza che perda di omogeneità ed in modo che, a compattazione avvenuta, non rimangano dei vuoti. Il calcestruzzo viene quindi classificato, a seconda della sua consistenza, sulla base dell'abbassamento al cono, definito **Slump** ed identificato da un codice (da S1 a S5), che corrisponde ad un determinato intervallo di lavorabilità, espresso mediante la misura dello Slump [mm]. La lavorabilità cresce all'aumentare del numero della classe. Considerare, ad esempio, un calcestruzzo con classe di consistenza S3, caratterizzato da uno slump compreso tra 100 e 150 mm, significa che, se sottoposto alla prova di abbassamento del cono (slump test), il provino troncoconico di calcestruzzo fresco, appena sformato, subisce un abbassamento compreso in quell'intervallo.

La scelta della classe di consistenza del calcestruzzo è legata alla lavorabilità che ci si aspetta dall'impasto per il tipo di opera che si deve andare a realizzare.

Classe di Consistenza	Slump (mm)	Applicazioni
S1 (Terra umida)	10 - 40	pavimenti messi in opera con vibro finiture
S2 (Terra plastica)	50 - 90	strutture circolari (silos, ciminiere)
S3 (semi fluida)	100 - 150	strutture non armate o poco armate
S4 (fluida)	160 - 210	strutture mediamente armate
S5 (super fluida)	oltre 210	strutture fortemente armate con ridotta sezione e/o complessa geometria



La durabilità di un'opera in calcestruzzo armato dipende fortemente dalle condizioni ambientali del sito di edificazione dell'opera stessa. Inoltre, per resistere alle azioni ambientali, il calcestruzzo deve possedere dei requisiti che tengano conto della vita di esercizio prevista per l'opera da realizzare.

E' possibile suddividere le diverse parti di una struttura a seconda della loro esposizione all'ambiente esterno, in modo da individuare le corrispondenti classi di esposizione.

A seconda delle situazioni esterne ambientali, più o meno aggressive, è possibile, definire più classi di esposizione, come prescritto dalle UNI-EN 206-1:2006 e riferirsi, in accordo alla normativa NTC 2018 (Circ. Appl. n.7 del 2019), a condizioni ambientali ordinarie, aggressive e molto aggressive, a cui corrispondono determinate classi di esposizione, come di seguito indicato:

Classe	Ambiente
X0	Assenza di corrosione
XC	Corrosione da carbonatazione
XD	Corrosione da cloruri non marini
XS	Corrosione da cloruri marini
XF	Degrado per cicli gelo - disgelo
XA	Attacchi chimici

Condizioni ambientali	Classi di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3,
Aggressive	XC4, XD1, XS1
Molto Aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3

Per ciascuna delle suddette classi di esposizione è richiesto il rispetto di alcuni vincoli, espressi sotto forma di rapporto acqua-cemento (a/c), spessore minimo del copriferro e dosaggio di cemento.

Come già detto, all'accentuarsi dell'intensità dell'attacco dell'ambiente esterno, oltre ad incrementare il quantitativo di cemento nell'impasto (riducendo quindi il rapporto acqua-cemento), è necessario aumentare lo spessore di calcestruzzo che ricopre le armature. Tale ricoprimento di calcestruzzo, generalmente definito "Copriferro", è necessario per proteggere sia le barre di acciaio dai fenomeni di corrosione e dagli attacchi degli agenti esterni e, soprattutto, per assicurare una adeguata trasmissione delle forze di aderenza.

Lo spessore del copriferro viene dimensionato in funzione della aggressività dell'ambiente esterno, della classe di resistenza del calcestruzzo e della vita nominale della struttura.

Nella tabella seguente si riportano i parametri adottati in funzione della classe di esposizione:

Classe di Esposizione	XC1
Valore max del rapporto acqua-cemento	0.6
Dosaggio minimo di cemento [kg/m <sup>3</sup> ]	300
Resistenza minima a compressione [daN/cm <sup>2</sup> ]	300
Copriferro minimo [mm]	25

## Controllo di Accettazione

In accordo con la normativa NTC 2018 (Circ. Appl. n.7 del 2019) è obbligatorio eseguire controlli sistematici per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare.

Il prelievo dei campioni per il controllo di accettazione deve essere eseguito secondo le modalità prescritte nella suddetta normativa.

In particolare, occorre prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la Resistenza di prelievo, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli di accettazione del calcestruzzo adoperato.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2012 e UNI EN 12390-2:2009.

In merito alle modalità di controllo, il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m<sup>3</sup>. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto.

Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

In funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, per l'opera in oggetto il controllo da eseguire è quello di tipo A.

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate, per un numero di prelievi pari a tre, le seguenti disuguaglianze:

$$R_{c,min} \geq R_{ck} - 3.5$$

$$R_{cm28} \geq R_{ck} + 3.5$$

dove:

$R_{c,mi}$ <sub>n</sub> = Minore valore di Resistenza dei prelievi [N/mm<sup>2</sup>]

$R_{cm28}$  = Resistenza media dei prelievi [N/mm<sup>2</sup>]

## Acciaio

L'acciaio dolce da carpenteria utilizzato è qualificato in conformità a quanto previsto nelle seguenti norme:

- NTC 2018 (Circ. Appl. n.7 del 2019)
- UNI-EN 7438 , UNI 10080

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche meccaniche che caratterizzano il comportamento dell'acciaio impiegato nell'opera in esame.

<b>Tipo Acciaio</b>	<b>B450C</b>
<b>Tensione caratteristica minima di snervamento (<math>f_{yk}</math>) [daN/cm<sup>2</sup>]</b>	4500
<b>Tensione caratteristica a carico massimo (<math>f_{tk}</math>) [daN/cm<sup>2</sup>]</b>	5400
<b>Allungamento (<math>A_{gt}</math>)<sub>k</sub> [%]</b>	7.5
<b>Rapporto tra tensione effettiva e nominale (<math>f_y/f_{yn}</math>)<sub>k</sub></b>	1.2
<b>Tensione di progetto di snervamento (<math>f_{yd}</math>) [daN/cm<sup>2</sup>]</b>	3913
<b>Modulo Elastico Normale (<math>E_s</math>) [daN/cm<sup>2</sup>]</b>	2100000

Il campionamento e le prove di accettazione sono condotte secondo quanto previsto nelle suddette norme. In particolare, la documentazione di qualifica, attestante i valori caratteristici dei vari requisiti geometrici e prestazionali richiesti dalle normative tecniche, deve essere verificata ad ogni fornitura di materiale in cantiere. L'acciaio deve essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione, tramite marchiatura indelebile, depositata presso il Servizio Tecnico Centrale. Dalla marchiatura deve risultare, in modo inequivocabile, il riferimento all'azienda produttrice, allo stabilimento, al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità. La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

**Il Tecnico  
Strutturista**