

# REGIONE MOLISE



## COMUNE DI ISERNIA



RICOSTRUZIONE DI UN TRATTO DI MURA URBICHE DI VIA OCCIDENTALE NELL'AMBITO DELL'INTERVENTO GENERALE DI VALORIZZAZIONE DELLE EMERGENZE ARCHEOLOGICHE DELLA CATTEDRALE DI ISERNIA

### PROGETTO ESECUTIVO

SECONDO INDICAZIONI DELLA SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGICA DEL MOLISE  
( Nota Prot. 0006406-P del 10/07/2019)

#### Progettazione:

Ing. Gianluca MORIA  
Arch. Franco DI SALVO

#### Consulenza Archeologica:

Dott. Archeologo. Francesco GIANCOLA

#### Consulenza Geologica:

Dott. Geol. Aldo SUCCI

#### Coordinamento della Sicurezza:

Ing. Gianluca MORIA  
Arch. Franco DI SALVO

#### Il Responsabile del Procedimento Unico:

Ing. Roberto Potena

Titolo Elaborato:

**RELAZIONE SUI MATERIALI**

TAVOLA:

**6.6**

Scala Disegno:

DATA :

AGOSTO 2019



**CITTA' DI ISERNIA  
(PROVINCIA DI ISERNIA)  
"Settore 3° - Tecnico"**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**SECONDO INDICAZIONI DELLA SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGICA DEL MOLISE**

(Nota prot. 0006406-P del 10/07/2019)

**"RICOSTRUZIONE DI UN TRATTO DI MURA URBICHE DI VIA OCCIDENTALE NELL'AMBITO  
DELL'INTERVENTO GENERALE DI VALORIZZAZIONE DELLE EMERGENZE ARCHEOLOGICHE DELLA  
CATTEDRALE DI ISERNIA"**

**RELAZIONE SUI MATERIALI**

**Sommario**

<b>Premessa .....</b>	<b>2</b>
<b>Cemento armato .....</b>	<b>2</b>
<b>Caratteristiche resistenti del conglomerato cementizio .....</b>	<b>3</b>
<b>Controlli .....</b>	<b>4</b>
<b>Messa in opera.....</b>	<b>4</b>
<b>Stagionatura.....</b>	<b>5</b>
<b>Dosature dei materiali .....</b>	<b>6</b>
<b>Calcestruzzi non strutturali.....</b>	<b>6</b>
<b>Acciai .....</b>	<b>7</b>
<b>Rete metallica.....</b>	<b>7</b>



## Premessa

I materiali impiegati per la costruzione devono far riferimento al presente quadro normativo:

### Normative di riferimento

DM 2008	Norme tecniche per le costruzioni
UNI EN 1992-1-1	Progettazione delle strutture in c.a.
UNI EN 206-1	Calcestruzzo, specificazione, prestazione, produzione e conformità
UNI 11104	Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
UNI 8520 Parte 1 e 2	Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 - Requisiti
UNI 7122	Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata
EN 10080:2005	Acciaio per cemento armato
UNI EN ISO 15630 -1/2	Acciai per cemento armato: Metodi di prova
EN 13670:2008	Execution of concrete structures

Per tutto quello non espressamente indicato dal quadro normativo si deve far riferimento alle "Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Servizio Tecnico Centrale del febbraio 2008.

### Cemento armato

●**Leganti:** I leganti impiegati nell'opera in progetto, sono quelli previsti dalle disposizioni vigenti in materia (Legge 26-05-1965 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme EN 197-1 ed EN 197-2. In presenza di ambienti chimicamente aggressivi si fa riferimento ai cementi previsti dalle norme UNI 9156 (cementi resistenti ai solfati) e UNI 9606 (cementi resistenti al dilavamento della calce);

●**Aggregati:** La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine. La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni dai 15 mm ai 25 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate. Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione. Dovranno inoltre, essere provvisti di attestato di conformità CE secondo la norma UNI EN 12620 ed alla UNI 8520-2. Il diametro massimo dell'aggregato grosso prescritto tiene conto degli spessori, delle geometrie e dei copriferri e interferri degli elementi strutturali. In funzione della disponibilità delle pezzature reperibili dai produttori di calcestruzzo in zona, sono accettabili solo diametri massimi minori o uguali a quelli prescritti;



- **Aggiunte:** dovranno essere provviste di attestazione di conformità CE. Le aggiunte di tipo I devono essere conformi alla UNI EN 12620. Appartengono a questa categoria i filler calcarei e le ceneri volanti, se utilizzati come aggregato. Per le aggiunte di tipo II si fa riferimento alle norme UNI 11104 e UNI EN 206-1. Appartengono a questa famiglia le ceneri volanti, a cui viene prescritta la conformità alla norma UNI EN 450 e i fumi di silice, a cui viene prescritta la conformità alla norma UNI EN 13263;
- **Additivi:** utilizzati per confezionamento del calcestruzzo devono essere marcati CE in conformità alla norma UNI EN 934, e solo dopo approvazione della DL;
- **Acqua di impasto:** L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere limpida, priva di sali in percentuale dannosa e non aggressiva, e deve essere conforme alla norma UNI EN 1008.;
- **Classe di contenuto in cloruri:** Tra quelle previste dalla norma UNI EN 206-1, è stata prescritta la classe che prevede una presenza bassa di cloruri, in quanto già presenti nell'acqua in fondazione e nell'aerosol marino;
- **Copriferro:** I valori dei copriferri sono stati stabiliti secondo la norma UNI EN 1992- 1-1 (sezione 4), in funzione delle classi di esposizione ambientali. Si ricorda che il valore del copriferro è misurato dal filo esterno delle staffe, per cui se verranno utilizzati distanziatori fissati alle barre longitudinali occorrerà sommare al valore fornito anche il diametro delle staffe e il raggio della barra. Le tolleranze di esecuzione dei copriferri, sono quelle previste dalla norma EN 13670:2008, è stata considerata una tolleranza  $c$  di 10 dev. mm, come proposto dalla norma UNI EN 1992-1-1;

#### **Caratteristiche resistenti del conglomerato cementizio**

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

<b>Parametro</b>	<b>Descrizione</b>	<b>simbolo</b>	<b>Correlazioni</b>
<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.	<b><math>R_{ck}</math></b>	
<b>Resistenza caratteristica cilindrica a compressione</b>	valore frattile 5% della distribuzione di resistenza determinata su provini cilindrici, di diametro 150mm ed altezza 300mm.	<b><math>f_{ck}</math></b>	<b><math>f_{ck}=0.83 R_{ck}</math></b>
<b>Resistenza di calcolo cilindrica a compressione</b>		<b><math>f_{cd}</math></b>	<b><math>f_{ck}/\gamma_c</math></b>
<b>Resistenza a trazione</b>	Resistenza media a trazione semplice (assiale)	<b><math>f_{ctm}</math></b>	



Parametro	Descrizione	simbolo	Correlazioni
<b>Resistenza caratteristica</b>		$f_{ctk}$	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm}$
<b>Resistenza a trazione per flessione</b>		$f_{cfk}$	$f_{cfk} = 1,2 f_{ctk}$
<b>T.A. in esercizio combinazione rara</b>			
<b>T.A. in esercizio combinazione frequente</b>			
<b>T.A. in esercizio combinazione quasi perm.</b>			
<b>Modulo elastico</b>	Viene come funzione della resistenza a rottura media su provino cubico (Rcm)	$E_c$	$E_c = 22000 \cdot f_{cm}^{0.3}$ 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)	$\nu_c$	$0 < \nu_c \leq 0.2$
<b>Coefficiente di dilatazione termica</b>	In fase di progettazione viene assunto il valore riportato nella presente tabella	$\alpha_c$	

Parti in calcestruzzo armato		
Classe calcestruzzo		Cl. C25/30
Resistenza cubica $R_{ck}$	kg/cm <sup>2</sup>	300
Resistenza cilindrica $f_{ck}$	kg/cm <sup>2</sup>	249
Resistenza di calcolo $f_{cd}$	kg/cm <sup>2</sup>	141
Resistenza a trazione media $f_{ctm}$	kg/cm <sup>2</sup>	26
Resistenza a trazione di calcolo $f_{ctd}$	kg/cm <sup>2</sup>	12
Classe acciaio		Acciaio B450C
Resistenza allo snervamento $f_{yk}$	kg/cm <sup>2</sup>	$\geq 4500$
Resistenza alla rottura $f_{tk}$	kg/cm <sup>2</sup>	$\geq 5400$

### Controlli

Il calcestruzzo, secondo quanto previsto dalle Norme tecniche vigenti, deve essere prodotto da impianti dotati di un sistema di controllo permanente della produzione, certificato da un organismo terzo indipendente riconosciuto. È compito della DL accertarsi che i documenti di trasporto indichino gli estremi della certificazione. Nel caso in cui il calcestruzzo sia prodotto in cantiere occorre che, sotto la sorveglianza della DL, vengano prequalificate le miscele da parte di un laboratorio ufficiale (di cui all'art. 59 del DPR 380/2001). Sul calcestruzzo dovrà essere eseguito il controllo di accettazione di tipo A secondo quanto previsto dal capitolo 11 delle Norme tecniche.

### Messa in opera

L'esecuzione dell'opera deve essere conforme alla norma prEN 13670•2008. A tal fine è stata prevista la classe di esecuzione 1 e la classe di tolleranza 1. In particolare si raccomanda di utilizzare casseforme di



resistenza, rigidità tenuta e pulizia adeguate per ottenere superfici regolari e prive di difetti superficiali che possano incidere pesantemente sulla capacità del copriferro di proteggere le armature. Per quello che riguarda la messa in opera (tolleranze, giunzioni, assemblaggio e piegatura (temperatura minima, diametro dei mandrini, ecc.) delle armature occorre attenersi alle prescrizioni riportate nel capitolo 6 della norma prEN 12601:2008. I lavori di preparazione ai getti dovranno essere completati, ispezionati e documentati come richiesto dalla classe di esecuzione. Le superfici che vengono a contatto con il calcestruzzo fresco non devono aver una temperatura inferiore a 0°C finché questo abbia superato la resistenza compressiva di 5MPa. Se la temperatura ambientale è prevista al di sotto di 0°C o al di sopra di 30°C al momento del getto o nel periodo di maturazione occorre prevedere precauzioni per la protezione del calcestruzzo, come specificato nel paragrafo successivo. Il calcestruzzo deve essere compattato a rifiuto in modo che le armature vengano adeguatamente incorporate nella matrice cementizia, l'elemento strutturale assuma la forma imposta dalle casseforme e la superficie del getto sia priva di difetti superficiali. Allo scopo occorre utilizzare vibratori ad ago da inserire ed estrarre verticalmente ogni 50 cm circa, facendo attenzione a non toccare le armature e ad inserire il vibratore ad una profondità tale da coinvolgere gli strati inferiori precedentemente vibrati. Per la scelta effettuata delle classi di consistenza, la durata della vibrazione sarà relativamente bassa, soprattutto nei getti dei solai e della platea. Maggior cura richiederà la compattazione del calcestruzzo gettato nei pilastri nelle pareti e nei nodi trave-pilastro.

### **Stagionatura**

Il calcestruzzo, dopo il getto, deve essere protetto contro la veloce evaporazione dell'acqua, dal gelo, dagli agenti atmosferici. Nei getti verticali, la stagionatura consiste nel mantenimento delle casseforme, per i getti orizzontali nell'applicazione di teli di plastica per il tempo necessario fissato dalle tabelle sotto riportate. Per la platea di fondazione, per i solai (soprattutto in corrispondenza dei balconi e del perimetro) e per la veletta (gronda) del tetto, si prescrive una classe di stagionatura 3, per le pareti e pilastri è sufficiente una classe di stagionatura 2 (vedi Fig. 6.2). Eccetto che nel periodo invernale, è consentito utilizzare agenti antievaporanti, facendo attenzione a evitare le riprese di getto. In questo periodo, si prescrive l'utilizzo di teli di plastica, in modo da proteggere il getto, oltre che dall'evaporazione dell'acqua, anche dalle basse temperature. Nel periodo invernale, si consiglia di richiedere al fornitore di calcestruzzo un prodotto con bassi tempi di indurimento, in modo da accorciare i tempi di stagionatura.



**FIGURA 6.2**

**Durata minima della stagionatura per la classe di stagionatura 1: 12h<sup>20</sup>**

**Durata minima della stagionatura per la classe di stagionatura 2**  
 (corrispondente ad una resistenza della superficie del calcestruzzo pari al 35% della resistenza caratteristica prescritta)

Temperatura superficiale del calcestruzzo (t) °C	tempo minimo della stagionatura, giorni <sup>1)</sup>		
	Sviluppo della resistenza del calcestruzzo <sup>2)*</sup>		
	$(f_{un,2} / f_{cm,28}) = r$		
	Rapido $r \geq 0,50$	Medio $0,50 > r \geq 0,30$	Lento $0,30 > r \geq 0,15$
$t \geq 25$	1,0	1,5	2,5
$25 > t \geq 15$	1,0	2,5	5
$15 > t \geq 10$	1,5	4	8
$10 > t \geq 5$	2,0	5	11

**Durata minima della stagionatura per la classe di stagionatura 3**  
 (corrispondente ad una resistenza della superficie del calcestruzzo pari al 50% della resistenza caratteristica prescritta)

$t \geq 25$	1,5	2,5	3,5
$25 > t \geq 15$	2,0	4	7
$15 > t \geq 10$	2,5	7	12
$10 > t \geq 5$	3,5	9	18

**Durata minima della stagionatura per la classe di stagionatura 4**  
 (corrispondente ad una resistenza della superficie del calcestruzzo pari al 70% della resistenza caratteristica prescritta)

$t \geq 25$	3	5	6
$25 > t \geq 15$	5	9	12
$15 > t \geq 10$	7	13	21
$10 > t \geq 5$	9	18	30

1) Più il tempo di presa se eccedente le 5 ore  
 2) Per temperature sotto i 5°C la durata dovrebbe essere prolungata della permanenza al di sotto di 5°C  
 3) Lo sviluppo della resistenza del calcestruzzo è il rapporto delle resistenze medie a compressione dopo 2 giorni e a 28 giorni determinate da prove iniziali o basate su prestazioni del calcestruzzo conosciute di composizione simile (vedi EN 206-1 sezione 7.2)  
 4) Per sviluppi della resistenza del calcestruzzo molto bassi, si consiglia di dare le prescrizioni particolari nella specifiche di esecuzione  
 5) È ammesso che il tempo di presa non superi 5h e la temperatura superficiale del calcestruzzo sia maggiore o uguale a 5°C.

### Dosature dei materiali

La dosatura dei materiali è orientativamente la seguente per m<sup>3</sup> d'impasto, salvo la preparazione dei provini:

sabbia	0.4 m <sup>3</sup>
ghiaia	0.8 m <sup>3</sup>
acqua	120 litri
cemento tipo 425	3.5 q/m <sup>3</sup>

### Calcestruzzi non strutturali

La tipologia di calcestruzzi deve essere conforme al paragrafo 4.1 delle NTC 2018 ed alla tabella di seguito riportata.

Tab. 4.1.II – Impiego delle diverse classi di resistenza

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (§ 4.1.11)	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

#### 4.1.11. Calcestruzzo a bassa percentuale di armatura o non armato

Il calcestruzzo a bassa percentuale di





armatura è quello per il quale la percentuale di armatura messa in opera è minore di quella minima necessaria per il calcestruzzo armato o la quantità media in peso di acciaio per metro cubo di calcestruzzo è inferiore a 0,3 kN. Sia il calcestruzzo a bassa percentuale di armatura, sia quello non armato possono essere impiegati solo per elementi secondari opere strutture massicce o estese.

### Acciai

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:

Tipo acciaio B450C

$f_v \text{ nom} = 450 \text{ N/mm}^2$  – Tensione nominale di snervamento

$f_t \text{ nom} = 540 \text{ N/mm}^2$  – Tensione nominale di rottura

$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$  – Tensione caratteristica di snervamento

$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$  – Tensione caratteristica di rottura

$t \text{ aderenza} = 2.6 \text{ N/mm}^2$

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

### Rete metallica

Rete metallica	Rif. normativo	u.m.	Valore
Maglia	UNI EN 10223-3	cm	8x10
Carico di rottura del filo	UNI EN 10223-3	N/mm <sup>2</sup>	350-500
	Con.Sup.LLPP 12/05/06 Linee Guida	N/mm <sup>2</sup>	350-550
Resistenza a trazione	ASTM A-975-97	kN/m	42
Allungamento	UNI EN 10223-3	%	≥ 10
Rivestimento in ZN.AL	UNI EN 10244-2	gr/m <sup>2</sup>	245

Il Progettista

.....