



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE CALABRIA



COMUNE DI CICALA

# COMUNE DI CICALA

PROVINCIA DI CATANZARO

## INTERVENTO DI DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE GUARDIA MEDICA COMUNE DI CICALA

MANIFESTAZIONE DI INTERESSE PER LA CONCESSIONE DI CONTRIBUTI FINALIZZATI ALLA ESECUZIONE DI INTERVENTI STRUTTURALI DI RAFFORZAMENTO LOCALE O DI MIGLIORAMENTO SISMICO O, EVENTUALMENTE, DI DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DEGLI EDIFICI DI INTERESSE STRATEGICO E DELLE OPERE INFRASTRUTTURALI  
(OCDPC 171 del 19.06.2014 - art. 2 Comma 1 punto b)

### PROGETTO ESECUTIVO

**TAV. 9**

TITOLO

RELAZIONE SUI MATERIALI

SCALA:

IL SINDACO

Geom. Alessandro FALVO

PROGETTISTA

Ing. Tommaso TALARICO  
Ing. Giuseppe VITELLI

DATA:

Novembre 2016

## 1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è quello di illustrare i materiali e le procedure esecutive per le opere relative ai lavori di "INTERVENTO DI DEMOLIZIONE E RISCOSTRUZIONE GUARDIA MEDICA COMUNE DI CICALA".

Committente dell'opera è l'amministrazione comunale di Cicala (Prov. CZ).

La presente relazione viene redatta in osservanza a quanto disposto dal D.M. 14/01/2008 e dalla circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti n. 617 del 02/02/2009.

## 2. GENERALITA' MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette al D.M. 14 gennaio 2008, quali sono quelle in oggetto, devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

Devono essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;
- accettati dalla Direzione dei Lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

Per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere della Direzione dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile.

Non dovranno di regola essere utilizzati prodotti non recanti la Marcatura CE.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati di cui all'allegato V del Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011;
- b) laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e s.m.i.;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale.

## 3. OPERE IN CEMENTO ARMATO

Il calcestruzzo per le opere in cemento armato dovrà essere del tipo C25/30 con  $R_{ck}=30 \text{ N/mm}^2$ . Gli ulteriori parametri che caratterizzano tale tipo di calcestruzzo sono indicati nei dei tabulati di calcolo e devono intendersi qui integralmente riportati.

### 3.1 Armatura

L'acciaio dell'armatura dovrà essere del tipo B450C ad aderenza migliorata controllato in laboratorio e certificato. La  $f_{yk}$  sarà pertanto di 450 N/mm<sup>2</sup>. Gli ulteriori parametri che caratterizzano tale tipo di calcestruzzo sono indicati a pag. 4 dei tabulati di calcolo e devono intendersi qui integralmente riportati.

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. attuativo della legge 1086/71 (D.M. 14 gennaio 2008) e relative circolari esplicative. E' fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Non si devono porre in opera armature eccessivamente ossidate, corrosive, recanti difetti superficiali, che ne menomino la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurre sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

### 3.2 Calcestruzzo

La composizione di ogni mc di calcestruzzo per strutture in c.a. ordinario confezionato in cantiere sarà in linea di massima la seguente:

- cemento tipo 425	320 kg
- sabbia	0,40 mc
- ghiaia e pietrisco	0,80 mc
- acqua	160 litri

in cui la quantità di cemento rappresenta un minimo inderogabile onde conseguire l'adeguata protezione delle armature, il contenuto d'acqua va fissato in rapporto alla quantità di cemento nel rapporto massimo di 0.5 (esigenze di maggiore fluidità si devono soddisfare ricorrendo ad additivi aventi le caratteristiche indicate al punto successivo); mentre la composizione granulometrica va stabilita in modo da garantire la resistenza meccanica richiesta, (che sarà attestata da laboratori ufficiali di prova su provini confezionati in numero e con le modalità stabilite dalla legislazione vigente), tenendo conto che la dimensione massima dell'inerte non deve essere maggiore di 22 mm.

Qualora, il conglomerato cementizio fosse preparato in centrali di betonaggio esterne al cantiere particolare attenzione deve essere rivolta al trasporto:

- si deve conservare l'omogeneità della massa eliminando totalmente il rischio di segregazione dei componenti;
- il tempo di trasporto deve essere il minimo possibile in modo da consentire la posa in opera prima che inizi la presa (comunque contenuto in 25 minuti primi), altrimenti si dovranno impiegare opportuni ritardanti.

Nel caso sia previsto il getto di cls con autopompa, si prescrive una classe di consistenza S4, che sarà testata in cantiere con il cono di Abrams.

Il getto del conglomerato cementizio deve avvenire in modo da evitare la separazione degli aggregati, specificamente dovranno essere evitate cadute dall'alto: nel getto dei pilastri si deve utilizzare una tubazione che raggiunge il piede del pilastro e sarà sollevata con il procedere del getto.

La responsabilità della garanzia della resistenza resta esclusivamente dell'appaltatore che insieme al fornitore del calcestruzzo curerà la formulazione della miscela in considerazione del cantiere specifico, delle distanze, della viabilità e delle condizioni ambientali e di ogni altro fattore che può influire sulle caratteristiche del calcestruzzo posto in opera.

### **3.3 Aggregati: Sabbia, pietrisco e ghiaia**

Sono idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 12620.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La sabbia sarà prelevata esclusivamente da fiumi e da fossi; sarà costituita da elementi prevalentemente silicei, di forma angolosa e di grossezza assortita; sarà aspra al tatto senza lasciare traccia di sporco; sarà esente da cloruri e scevra di materiali terrosi, argillosi, limacciosi o polverulenti; non conterrà fibre organiche, sostanze friabili o comunque eterogenee. Saranno soltanto tollerate materie finissime o argillose fino al 2% del peso dell'aggregato oltre a quanto stabilito dal D.M. 30 maggio 1974; la corrispondenza granulometrica della sabbia potrà essere quella eventualmente migliore che risulterà da dirette esperienze sui materiali impiegati.

La ghiaia sarà formata da elementi resistenti, inalterabili all'aria, all'acqua e al gelo; gli elementi saranno pulitissimi, esenti da materiali polverulenti; saranno esclusi elementi a forma di ago o di piastrelle. Oltre a rispondere ai requisiti richiesti dal D.M. 30 maggio 1974, la composizione dell'aggregato ghiaia sabbia potrà essere anche quella eventualmente migliore che risulterà da esperienza diretta sui materiali impiegati.

Ad ogni modo la dimensione massima della ghiaia sarà commisurata, per l'assestamento del getto, ai vuoti tra le armature e tra i casseri e le armature, tenendo presente che il diametro massimo dell'inerte non supererà 0.6-0.7 cm della distanza minima tra due ferri contigui e sarà sempre inferiore ad  $\frac{1}{4}$  della dimensione minima della struttura.

Il pietrisco e la graniglia proverranno dalla frantumazione di rocce silicee basaltiche, porfidiche, granitiche o calcaree rispondenti, in generale, ai requisiti prescritti per le pietre naturali nonché a quelli prescritti

La granulometria di tutti questi componenti dovrà essere assortita in modo da non lasciare dei vuoti nell'impasto.

Per la realizzazione dei muri dovranno essere rispettate le prescrizioni sulla granulometria previste per garantire il copriferro e l'interferro.

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

### 3.4 Acqua

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, priva di materie terrose e non aggressiva.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o uso, potrà essere trattata con speciali additivi per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto.

È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008 come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

Tabella 20.7 – Acqua di impasto

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
Ph	Analisi chimica	da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> minore 800 mg/litro
Contenuto cloruri		Cl minore 300 mg/litro
Contenuto acido solfidrico		minore 50 mg/litro
Contenuto totale di sali minerali		minore 3.000 mg/litro
Contenuto di sostanze organiche		minore 100 mg/litro
Contenuto di sostanze solidese spese		minore 2.000 mg/litro

Non potranno essere impiegate:

- a) le acque eccessivamente dure o aventi alto tenore di solfati o di cloruri, gessose e salmastre;
- b) le acque di rifiuto, anche se limpide, provenienti da fabbriche chimiche in genere, da aziende di prodotti alimentari, da aziende agricole, da concerie o altre aziende industriali;
- c) le acque contenenti argille, humus e limi;
- d) le acque contenenti residui grassi, oleosi e zuccherini;
- e) le acque piovane prive di carbonati e bicarbonati che potrebbero favorire la solubilità della calce e quindi impoverire l'impasto.

Fermo restando quanto disposto con il D.M. 30 maggio 1974 e ritenuto che l'eccesso d'acqua costituisce causa fondamentale della riduzione di resistenza del conglomerato, nella determinazione della quantità d'acqua per l'impasto sarà tenuto conto anche di quella eventualmente contenuta negli inerti. La

consistenza del conglomerato, nel caso gli elementi non superino i 30 mm ed il rapporto acqua-cemento sia superiore a 0,5, sarà determinata in cantiere con il metodo del cono di Abrams.

### **3.5 Leganti**

Nelle opere strutturali oggetto delle Norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008 devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1965, n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197, dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme EN 197-1 ed EN 197-2.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

### **3.6 Additivi ritardanti**

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2. del D.M. 14 gennaio 2008 e delle norme UNI vigenti;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni; la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla UNI EN 934-2.

## **4. PROCEDURE PER LE OPERE IN CEMENTO ARMATO**

### **4.1 Vibrazione**

Il calcestruzzo deve essere vibrato per consentire il riassetto ed il costipamento delle particelle che lo compongono.

### **4.2 Ripresa del Getto**

Quando è possibile, i getti di calcestruzzo devono avvenire senza interruzione.

Se alla fine della giornata lavorativa, il getto non è stato completato, alla ripresa, il getto già eseguito deve essere accuratamente pulito e bagnato con acqua; il primo strato di calcestruzzo di ripresa deve essere più ricco in sabbia e cemento; oppure prima di iniziare il nuovo getto, si può versare una miscela liquida di cemento ed acqua (boiacca) sulla superficie già indurita, per aumentare l'adesione della ripresa.

#### 4.3 Protezione del calcestruzzo

Ultimato il getto, alla fine della presa del cemento, il calcestruzzo fresco deve essere protetto dai raggi diretti del sole e dal vento, mediante copertura, in modo da evitare una troppo rapida evaporazione dell'acqua in eccesso.

Nella stagione fredda non verrà posto in opera il calcestruzzo a temperature inferiori a 0°C e comunque i lavori di getto non potranno iniziare se nelle 24 ore precedenti a tale fase la temperatura ambiente sia rimasta sotto lo zero. Qualora la temperatura ambiente dovesse risultare molto bassa i getti dovranno eseguirsi nelle ore più calde (meglio se soleggiate) e successivamente dovranno essere ricoperti con materiali termoisolanti.

Nella stagione estiva il calcestruzzo deve essere mantenuto bagnato con continue aspersioni di acqua.

Il calcestruzzo deve essere protetto anche dalla pioggia torrenziale, per evitare il dilavamento del cemento disponendo grandi teli di plastica a copertura.

#### 4.4. Disarmo

Il disarmo delle opere in c.a. può avvenire indicativamente non prima del tempo di seguito indicato:

- fondazione: 3-4 giorni;
- paramento: 10-12 giorni.

Come disarmanti è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti.

Dovranno invece essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma UNI 8866 parti 1 e 2 per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito.

### 5. CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette al D.M. 14 gennaio 2008, quali sono quelle in oggetto, devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

Devono essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;
- accettati dalla Direzione dei Lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

Per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere della Direzione dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile.

Non dovranno di regola essere utilizzati prodotti non recanti la Marcatura CE.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, devono generalmente

essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati di cui all'allegato V del Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011;
- b) laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e s.m.i.;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale.

## **5.1 OPERE IN CEMENTO ARMATO**

Il calcestruzzo per le opere in cemento armato dovrà essere del tipo C25/30 con  $R_{ck}=30 \text{ N/mm}^2$  misurata su provini normalizzati ovvero su cubi di spigolo di 150 mm, il diametro massimo dell'inerte sarà di 32 mm. Il conglomerato per il getto delle strutture di un'opera o di parte di essa si considera omogeneo se confezionato con la stessa miscela e prodotto con medesime procedure.

### **5.1.1 CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO**

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

- ✓ Valutazione preliminare della resistenza
- ✓ Controllo di produzione
- ✓ Controllo di accettazione

### **5.1.2 VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO**

Il costruttore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto. Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al § 5.1.3.

### **5.1.3 CONTROLLO DI PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO**

Il calcestruzzo per la realizzazione dei cordoli in cemento armato dovrà essere confezionato con processo industrializzato ovvero prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

L'impianto per la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo disciplinato dalle presenti norme devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e mantenere la qualità del prodotto.

L'impianto dovrà essere dotato di un sistema permanente di controllo interno della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto risponda ai requisiti previsti dalle presenti norme e che tale rispondenza sia costantemente mantenuta fino all'impiego.

Il sistema di controllo della produzione di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato deve essere certificato da organismi terzi indipendenti che operano in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006, autorizzati dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. sulla base dei criteri di cui al DM 9/5/2003 n. 156.

**I documenti che accompagnano ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato devono indicare gli estremi di tale certificazione. Il costruttore dovrà consegnare prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo.**

Il Direttore dei Lavori, verificherà quanto sopra indicato ed rifiuterà le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi. Saranno comunque effettuate le prove di accettazione previste al § 11.2.5 delle NTC 2008.

#### **5.1.4 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEL CALCESTRUZZO**

Il Direttore dei Lavori eseguirà controlli sistematici in corso d'opera 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 controllo di accettazione sarà eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel **controllo di tipo A** di cui al § 11.2.5.1.

#### **5.1.5 CARATTERISTICHE DI DURABILITA' CALCESTRUZZO**

Le azioni dell'ambiente sulla struttura sono classificate come classi di esposizioni. Nella tabella sottostante sono elencate le varie classi di esposizioni previste dalla EN 206-1.

Le classi di esposizione da scegliere dipendono dalle disposizioni valide nel luogo d'impiego del calcestruzzo. Il calcestruzzo può essere soggetto a più di una delle azioni descritte nella tabella sottostante e può essere necessario esprimere le condizioni dell'ambiente alle quali esso è esposto come combinazione di classi di esposizione. Le diverse superfici di calcestruzzo di un dato componente strutturale possono essere soggette a diverse azioni ambientali. Nella tabella sottostante è riportato l'elenco delle classi di esposizione previste dalla EN 206-1.

**Classi di esposizione**

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Per calcestruzzo con armatura o inserti metallici: molto asciutto.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa
<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>		
Nel caso in cui il calcestruzzo contenente armature o inserti metallici sia esposto all'aria e all'umidità, l'esposizione sarà classificata nel modo seguente: Nota Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2
<b>3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>		
Qualora il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con acqua contenente cloruri, inclusi i sali antigelo, con origine diversa dall'acqua di mare, l'esposizione sarà classificata come segue: Nota In riferimento alle condizioni di umidità vedere anche sezione 2 del presente prospetto.		
XD1	Umidità moderata	Superfici di calcestruzzo esposte a nebbia salina
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri Pavimentazioni Pavimentazioni di parcheggi
<b>4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>		
Qualora il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con cloruri presenti nell'acqua di mare oppure con aria che trasporta sali derivanti dall'acqua di mare, l'esposizione sarà classificata come segue:		
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Zone esposte alle onde oppure alla marea	Parti di strutture marine

**Classi di esposizione (Continua)**

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
<b>5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza sali disgelanti</b>		
Qualora il calcestruzzo bagnato sia esposto ad un attacco significativo dovuto a cicli di gelo/disgelo, l'esposizione sarà classificata come segue:		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza agente antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con agente antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo
<b>6 Attacco chimico</b>		
Qualora il calcestruzzo sia esposto all'attacco chimico che si verifica nel terreno naturale e nell'acqua del terreno avente caratteristiche definite nel prospetto 2, l'esposizione verrà classificata come è indicato di seguito. La classificazione dell'acqua di mare dipende dalla località geografica; perciò si dovrà applicare la classificazione valida nel luogo di impiego del calcestruzzo.		
Nota Può essere necessario uno studio speciale per stabilire le condizioni di esposizione da applicare quando si è: - al di fuori dei limiti del prospetto 2; - in presenza di altri aggressivi chimici; - in presenza di terreni o acque inquinati da sostanze chimiche; - in presenza della combinazione di elevata velocità dell'acqua e delle sostanze chimiche del prospetto 2.		
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo secondo il prospetto 2	
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2	
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo secondo il prospetto 2	

La classe di esposizione di progetto sarà pertanto XC2.

In considerazione della classe di esposizione i requisiti per il calcestruzzo da utilizzare sono:

- tipi e classi permessi di materiali componenti = 25/30;
- massimo rapporto acqua/cemento = 0,6;
- dosaggio minimo di cemento = 300 Kg/mc;
- minima classe di resistenza a compressione del calcestruzzo = Rck 30 N/mmq;

I valori limiti raccomandati dalla Norma EN 206-1, sono riassunti nella seguente tabella.

prospetto F.1 Valori limite raccomandati per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione o attacco	Corrosione da carbonatazione				Corrosione da cloruri						Attacco gelo/disgelo				Ambienti chimici aggressivi		
						Acqua marina			Altri cloruri (diversi dall'acqua di mare)									
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2
Rapporto massimo a/c	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Classe di resistenza minima	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Contenuto minimo di cemento (kg/m <sup>3</sup> )	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
Contenuto minimo di aria (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 <sup>a)</sup>	4,0 <sup>a)</sup>	4,0 <sup>a)</sup>	-	-	-
Altri requisiti												Aggregati in accordo alla EN 12620 con sufficiente resistenza al gelo/disgelo				Cemento resistente ai solfati <sup>b)</sup>		
a)	Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni dovrebbero essere verificate conformemente ad un metodo di prova appropriato rispetto ad un calcestruzzo per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo per la relativa classe di esposizione.																	
b)	Qualora la presenza di SO <sub>4</sub> comporti le classi di esposizione XA2 e XA3, è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati. Se il cemento è classificato a moderata o ad alta resistenza ai solfati, il cemento dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA2 (e in classe di esposizione XA1 se applicabile) e il cemento ad alta resistenza, ai solfati dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA3.																	

La classificazione della consistenza del calcestruzzo viene fatta attraverso le classi di abbassamento al cono (slump) secondo quanto riportato nella tabella sottostante.

### Classi di abbassamento al cono (slump)

Classe	Abbassamento al cono
S1	da 10 a 40
S2	da 50 a 90
S3	da 100 a 150
S4	da 160 a 210
S5 <sup>1)</sup>	≥220

Qualora si debba determinare la consistenza del calcestruzzo, tale requisito specificato si applica al momento dell'uso del calcestruzzo ovvero, nel caso di calcestruzzo preconfezionato, al momento della consegna. Se il calcestruzzo viene consegnato con autobetoniera o con un mezzo agitatore, la consistenza può essere misurata su un campione unico prelevato all'inizio dello scarico. Detto campione unico dovrà essere prelevato dopo avere scaricato circa 0,3 m<sup>3</sup> di calcestruzzo in accordo alla EN 12350-1.

Si prescrive una classe di Consistenza pari a **S4**.

## 5.2 ACCIAIO PER C.A.

L'armatura della struttura dovrà essere realizzata con acciaio B450C.

### 5.2.1 CONTROLLI QUALITA' ACCIAIO C.A.

Per le armature, essendo prodotti in acciaio valgono le norme che prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- ✓ in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- ✓ nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;

✓ di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

Lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.).

Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

Forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee. Lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

**La quantità di acciaio prevista per la realizzazione dell'opera è di 7,97 tonnellate pertanto si avrà un solo lotto di spedizione se spedito in un'unica volta.**

### 5.2.2 CONTROLLI DI PRODUZIONE ACCIAIO PER C. A.

Tutti gli acciai, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

I prodotti possono essere immessi sul mercato solo dopo il rilascio dell'Attestato di Qualificazione. La qualificazione ha validità 5 (cinque) anni.

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione. Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marciare ogni singolo pezzo.

La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marchiata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marchiatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

I produttori ed i successivi intermediari devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni. Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, il costruttore deve inoltre assicurare la conservazione della medesima

documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.

### **5.2.3 VALUTAZIONE PRELIMINARE ACCIAIO C.A.**

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, verificherà quanto sopra indicato e rifiuterà le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

### **5.2.4 CONTROLLO ACCETTAZIONE ACCIAIO PER C.A.**

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione, specificata nel seguito, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

### **5.2.5 CONTROLLO ACCETTAZIONE ACCIAIO PER C.A.**

L'acciaio per cemento armato B450C deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tabella.

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

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle precedenti tabelle vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1: 2004.

Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche sono determinate su provette mantenute per 60 minuti a  $100 \pm 10\ ^\circ C$  e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si sostituisce  $f_y$  con  $f(0,2)$ .

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di  $20 \pm 5\ ^\circ C$  piegando la provetta a  $90^\circ$ , mantenendola poi per 60 minuti a  $100 \pm 10\ ^\circ C$  e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno  $20^\circ$ . Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico di cui al punto, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente:

Caratteristica	Valore limite	NOTE
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 – 25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450 x (1,25+0,02)] N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
$A_{gt}$ minimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti