



COMUNE DI GAETA



Autorità di Sistema Portuale
del Mar Tirreno Centro Settentrionale

PORTI DI ROMA E DEL LAZIO - CIVITAVECCHIA - FIUMICINO - GAETA

RICHIEDENTI:

SANTAMARIA S.R.L.

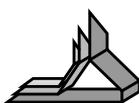
Via Docibile, 44 - 04024 GAETA (Lt)
P. IVA: 01019740594
email: info@portoanticogaeta.it

SANTAMARIA SRL
Via Docibile 44
04024 - GAETA (LT)
P.Iva 01019740594

Marco VAGNANI

Via Docibile, 44 - 04024 GAETA (Lt)
C.F.: VGNMRC73M27D708Y

PROGETTISTA:



Rogedil Servizi s.r.l.

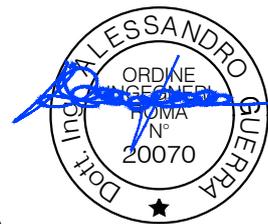
Via Ada Negri, 66 - 00137 ROMA
Tel. 06 82002948 Fax 06 82097772
email: servizi@rogedil.com

Progetto Ufficio Tecnico Rogedil Servizi srl
DIRETTORE TECNICO
Dott. Ing. Franco PORTOGHESI



PROGETTISTA

Dott. Ing. Alessandro GUERRA



PROGETTO:

**OPERE DI COMPLETAMENTO A PROTEZIONE
E SALVAGUARDIA DEL MOLO SANTA MARIA**

PROGETTO DEFINITIVO

N° progetto	Commessa	N° progr.	N° elaborato	Rev	Cap	Tip
001 21	GAE SNT	019	004 0	0	S	R

OGGETTO:

RELAZIONE SUI MATERIALI

STRUTTURALE

Scala	Plot	File	Redatto	Controllato	Approvato
	Dim	00121GAESNTD01900400SR	Ing. LUPI	Ing. COSIMI	Ing. GUERRA
		Tipo PDF			

DATA	REV	DESCRIZIONE	CODICE	
D	MARZO 2022	0	Emissione per Approvazione Enti	1/21

INDICE

1. PREMESSA	2
2. MATERIALI IMPIEGATI	2
2.1. Cemento armato.....	2
2.1.1. Determinazione del copriferro di progetto.....	5
2.1.2. Specifiche del Calcestruzzo	7
2.1.2.1. Controlli di qualità.....	7
2.2. Acciaio per cemento armato/carpenteria metallica/bulloneria.....	12
2.2.1. Specifiche dell'acciaio	15
2.2.1.1. Controlli di qualità.....	15
2.3. Massi di I [^] e II [^] Categoria	24

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Diagramma tensione-deformazione nel calcestruzzo	5
Figura 2. Diagramma tensione-deformazione dell'acciaio	14

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1. DESCRIZIONE DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI	4
TABELLA 2. CRITERI DI SCELTA STATO LIMITE DI FESSURAZIONE	5

1. PREMESSA

La presente relazione, redatta ai sensi di quanto previsto dall'art. 26 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 e ss.mm., costituisce nello specifico la relazione tecnica sui materiali, relativa alla progettazione definitiva dal titolo "Opere di completamento a protezione e salvaguardia del Molo Santa Maria" nel Comune di Gaeta.

Tale elaborato illustra i materiali il cui uso viene prescritto per la realizzazione delle opere previste nel progetto che nello specifico riguardano la realizzazione di una scogliera e di un muro paraonde in c.a. Le normative di riferimento per la redazione della presente relazione sono:

- *D.M. 17.01.2018 –Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC);*
- *Circolare 2 febbraio 2009 n. 216 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;*
- *UNI EN 206-1, UNI9858, UNI 11104, UNI EN 10025, UNI EN 10210, UNI EN 10219-1, UNI EN 14080.*

Con riferimento a quanto previsto dal D.M.17.01.2018 cap. 11 i materiali ed i prodotti per uso strutturale devono essere:

- *identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;*
- *qualificati sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;*
- *accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.*

Le procedure per l'identificazione, la qualificazione e l'accettazione dei materiali da utilizzare sono quelle previste nelle normative di riferimento, in assenza di valide procedure, per le fasi prima indicate, i materiali non potranno essere posti in opera. Nell'ambito dell'intervento è prevista la realizzazione di strutture in c.a., e di particolari costruttivi per i quali sono stati utilizzati elementi di acciaio da carpenteria.

Nel complesso sono previsti i seguenti tipi di materiale:

materiale tipo cemento armato
materiale tipo acciaio per cemento armato

2. MATERIALI IMPIEGATI

2.1. Cemento armato

(Normativa di riferimento: UNI EN 206-1, UNI 9858, UNI 11104, DM 14/01/18)

Leganti

Nelle opere oggetto delle presenti norme devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici definiti come cementi dalle disposizioni vigenti in materia.

Inerti

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limo se ed argillose, di gesso, etc.. in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco devono aver dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

Acqua

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sali (in particolare solfati e cloruri) in percentuale dannosa e non aggressiva.

Impasti

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto; devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto, ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. L'impasto dovrà essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionato previsto. Gli impasti saranno preparati, trasportati e gettati in opera in modo da escludere pericoli di segregazione degli inerti ed evitare il prematuro inizio della presa al momento del getto. Non si dovrà procedere alla posa in opera del calcestruzzo a temperature inferiori a 0°C. L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni aggressività.

Il calcestruzzo armato è soggetto a fenomeni di degrado connessi con l'ossidazione dei ferri di armatura, con l'attacco solfatico, con la reazione alcali - aggregato, oltre che con le fessurazioni indotte dal ritiro plastico, dai gradienti termici e dai cicli di gelo-disgelo ecc.

Relativamente alle suddette cause di degrado la norma nazionale UNI 9858 e la norma europea UNI EN 206-1 stabiliscono sia i criteri per valutare i rischi di questi degradi attraverso le definizioni di classi di esposizione ambientale (che nel nostro caso possono classificarsi con un XS3 per le strutture relative al muro paraonde e XC2 per le strutture accessorie dei muretti di recinzione), sia le misure preventive per evitarli attraverso vincoli compositivi nel calcestruzzo (massimo rapporto acqua/cemento e minimo dosaggio di cemento).

I conglomerati previsti per la realizzazione delle opere, in funzione delle caratteristiche delle strutture, della metodologia prevista per la realizzazione delle stesse e stante la loro esposizione ambientale, dovranno avere le seguenti caratteristiche e prestazioni.

Muro Paraonde

Per la realizzazione delle strutture in c.a. in opera si prevede, in ottemperanza alla normativa UNI 11104, l'utilizzo di calcestruzzo avente le seguenti caratteristiche:

- Classe di resistenza C25/30 (strutture accessorie)

Il calcestruzzo utilizzato per le strutture accessorie e i muretti di recinzione deve avere una classe di resistenza minima a compressione di 30 N/mm².

• Classe di resistenza C35/45 (muro paraonde)

Resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione cilindrica	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 37.35 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione in campo elastico	$f_{cE} = 0.6 \cdot f_{ck} = 22.41 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.35 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.34 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 17.56 \text{ N/mm}^2$
Tensione massima di compressione in esercizio	
Per combinazione rara:	$\sigma_s < 0.60 \cdot f_{ck} = 22.41 \text{ N/mm}^2$
Per combinazione quasi permanente:	$\sigma_s < 0.45 \cdot f_{ck} = 16.81 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_c = 5700 \cdot R_{ck}^{0.5} = 38236 \text{ MPa}$
Massima deformazione di accorciamento	$esp = 3.5\%$
Massima deformazione di accorciamento per pressione centrata	$esp = 2.0\%$
Classe di esposizione	XS3
Classe di consistenza	S4
Massimo rapporto a/c :	<0.45
Copriferro minimo	45 mm
Copriferro nominale	55 mm
Diametro max. degli aggregati	30 mm
Minimo contenuto di cemento	360 kg/m ³

In conformità alla UNI 11104 e vista la vicinanza alla costa, si ipotizza che la corrosione sia indotta dai cloruri presenti nell'acqua di mare.

Si considera quindi una classe di esposizione XS3. In relazione alla classe di esposizione considerata, le condizioni ambientali vengono definite in base a quanto indicato nella tabella seguente:

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 1. Descrizione delle condizioni ambientali

Nel caso in questione le condizioni ambientali vengono definite “molto aggressive”. Inoltre, trattandosi di armature di acciaio ordinario la sensibilità delle armature alla corrosione viene valutata come “poco sensibile”.

Nella tabella seguente sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle esigenze sopra riportate.

Nel caso che si sta esaminando rientriamo nel gruppo di esigenze “C” e la verifica da effettuare è quella di apertura delle fessure con limite di apertura delle fessure $w_1=0,20$ mm in combinazione quasi permanente e ugualmente $w_1=0,20$ mm in combinazione frequente.

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_k	Stato limite	w_k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

Tabella 2. Criteri di scelta stato limite di fessurazione

Per il diagramma tensione-deformazione del calcestruzzo è stato adottato un modello σ - ϵ parabola rettangolo illustrato nella figura seguente.

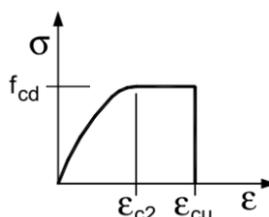


Figura 1. Diagramma tensione-deformazione nel calcestruzzo

2.1.1. Determinazione del copriferro di progetto

Tutte le strutture devono assicurare direttamente, mediante un sufficiente ricoprimento delle armature, la protezione delle stesse da fenomeni di degrado da corrosione. Applicando il metodo esposto in EC2, si determina il ricoprimento minimo in funzione della classe di esposizione e resistenza del materiale, della vita nominale, della “forma” e dei controlli di qualità su esso condotti. Si riportano nel seguito le tabelle impiegate come riferimento per la determinazione del copriferro minimo, inteso come ricoprimento del ferro più esterno rispetto alla superficie esposta della sezione.

3 Corrosione indotta da cloruri		
XD1	Umidità moderata	Superfici di calcestruzzo esposte ad atmosfera salina
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri Pavimentazioni Pavimentazioni di parcheggi
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa
XS2	Permanente sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Zone esposte alle onde, agli spruzzi oppure alle maree	Parti di strutture marine
5 Attacco di cicli gelo/sgelo		
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 ad agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente ad agenti antigelo e al gelo Zone di strutture marine soggette a spruzzi ed esposte al gelo
6 Attacco chimico		
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1	Suoli naturali e acqua del terreno
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1	Suoli naturali e acqua del terreno
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1	Suoli naturali e acqua del terreno

La classe strutturale da prendere normalmente a riferimento è la S4 (vita media di progetto della struttura 50 anni).

Tab. 4.4 N - Copriferro minimo richiesto (mm)

Classe Strutturale	Classi di esposizione ambientale in accordo con il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2 / XS2	XD3 / XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Il copriferro nominale di progetto, da indicare obbligatoriamente sui grafici di progetto, è dato da:

- $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$ dove:
 - c_{nom} = valore nominale di progetto;
 - c_{min} = valore minimo del copriferro;
 - Δc_{dev} = la tolleranza di esecuzione relativa al copriferro.

Il valore della tolleranza di esecuzione Δc_{dev} , è assunto di norma pari a 10 mm, ma se in cantiere si prevedono controlli di qualità che comportano la misura dei copriferri, può assumersi $\Delta c_{dev} = 5$ mm. Nel caso si prevedono particolari controlli di qualità e la possibilità di poter scartare gli elementi strutturali con copriferro non conforme (è il caso in cui si usano elementi prefabbricati), può assumersi $\Delta c_{dev} = 0$.

Il valore minimo del copriferro è dato da:

- $c_{min} = \text{MAX} (c_{min,b}; c_{min,dur}; 10 \text{ mm})$ dove:
 - $c_{min,b}$ = copriferro minimo necessario per l'aderenza delle armature;
 - $c_{min,dur}$ = copriferro minimo correlato alle condizioni ambientali (durabilità).

Il valore di $c_{min,b}$ è da assumersi pari al diametro della barra.

Se la dimensione dell'inerte è più grande di 32 mm, il valore di $c_{min,b}$ deve essere maggiorato di 5 mm.

Le dimensioni minima da assumere per il copriferro in relazione alle condizioni ambientali ($c_{min,dur}$), sono funzione della classe strutturale e della classe ambientale e si ricavano dalla tabella 4.4N dell'Eurocodice 2 su riportata.

Nel caso del muro paraonde si ha $c_{nom} = 45$ mm

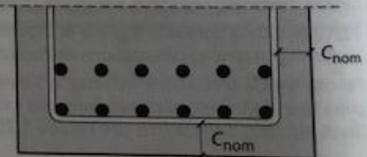
Il **copriferro nominale** (o di **progetto**) è la distanza fra la superficie esterna dell'armatura più vicina alla superficie del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo.

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = \max(c_{min,b}, c_{min,dur}, c_{min,fuoco}) + \Delta c$$

dove:

- $c_{min,b}$ = garantisce l'aderenza = Φ barra maggiore
- $c_{min,dur}$ = garantisce la durabilità = è funzione delle classi di esposizione ambientale (cfr. EC2)
- $c_{min,fuoco}$ = garantisce la resistenza all'incendio (DM 16/02/07)
- Δc = tolleranza di posizionamento delle armature = 10 mm.

N.B. Il copriferro c_{nom} è lo spessore di protezione esterna che è obbligatorio prescrivere e realizzare su tutti i lati dell'elemento strutturale.



Prescrizioni geometriche per il valore del copriferro

Gruppo di esigenza	Copriferro di progetto		$c_{nom} = c_{min} + \Delta c$		Δc = tolleranza di posizionamento = 10 mm Per le solette dei solai è consentito derogare dai valori a fianco riportati, fermo restando un valore minimo di progetto di 15 mm. Il copriferro deve essere specificato in tutte le tavole di progetto e nei documenti di calcolo.
	Classe di esposizione		Minimo spessore di copriferro $c_{min,dur}$		
			c_{min} (mm)	c_{prog} (mm)	
a	X0	Nessun rischio	10	20	
	XC1	Corrosione da carbonatazione	15	25	
	XC2, XC3		25	35	
XC4	30		40		
b	XS1, XD1	Corrosione da cloruri	35	45	
	XS2, XD2		40	50	
c	XS3, XD3		45	55	
b	XF1, XF3	Gelo/Disgelo	30	40	
	XF2, XF4		45	55	
c	XA1, XA2, XA3	Attacco chimico	45	55	

2.1.2. Specifiche del Calcestruzzo

2.1.2.1. Controlli di qualità

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: 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, ove necessario, a complemento 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. Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo posto in opera, che sarà controllata dal direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al §11.2.5.

Valutazione preliminare della resistenza

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.

Nel caso di forniture provenienti da impianto di produzione industrializzata con certificato di controllo della produzione in fabbrica previsto al § 11.2.8, tale documentazione è costituita da quella di identificazione, qualificazione e controllo dei prodotti da fornire.

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di acquisire, prima dell'inizio della costruzione, la documentazione relativa alla valutazione preliminare delle prestazioni e di accettare le tipologie di calcestruzzo da fornire, con facoltà di far eseguire ulteriori prove preliminari.

Il Direttore dei Lavori ha comunque l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la corrispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo fornito rispetto a quelle stabilite dal progetto.

Prelievo dei campioni

Un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera ed alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia, 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 del calcestruzzo. Il prelievo non viene accettato se la differenza fra i valori di resistenza dei due provini supera il 20% del valore inferiore; in tal caso si applicano le procedure di cui al §11.2.5.3. È obbligo del Direttore dei Lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, di cui ai successivi paragrafi, tutte le volte che variazioni di qualità e/o provenienza dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso, tale da non poter più essere considerato omogeneo.

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.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2009 e UNI EN 12390-4:2002.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-7:2009.

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 e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su ciascuna miscela omogenea e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel:

controllo di tipo A;

controllo di tipo B.

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla tabella seguente Tabella – Limiti controlli di accettazione:

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_{c,min} \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_{cm28} \geq R_{ck} + 3,5$ (N° prelievi: 3)	$R_{cm28} \geq R_{ck} + 1,48 s$ (N° prelievi ≥ 15)
Ove: R_{cm28} = resistenza media dei prelievi (N/mm ²); $R_{c,min}$ = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm ²); s = scarto quadratico medio	

Controllo tipo A

Il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo. Nelle costruzioni con meno di 100 m³ 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.

Controllo di tipo B

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).

Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di calcestruzzo.

Ogni controllo di accettazione di tipo B è costituito da almeno 15 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su 100 m³ di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione dei risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio). Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3. Per calcestruzzi con coefficiente di variazione (s/R_m) superiore a 0,15 occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari di cui al §11.2.7.

Infine, la resistenza caratteristica R_{ck} di progetto dovrà essere minore del valore sperimentale corrispondente al frattile inferiore 5% delle resistenze di prelievo e la resistenza minima di prelievo $R_{c,min}$ dovrà essere maggiore del valore corrispondente al frattile inferiore 1%.

Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove sul calcestruzzo provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dal Direttore dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2009, tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data di prelievo. In caso di mancato rispetto di tali termini le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera.

I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;

- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori delle prestazioni misurate.

Per gli elementi prefabbricati di serie, realizzati con processo industrializzato, sono valide le specifiche indicazioni di cui al § 11.8.3.1.

L'opera o la parte di opera realizzata con il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente risolta. Il costruttore deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dal Direttore dei Lavori e conformemente a quanto indicato nel successivo § 11.2.6. Qualora i suddetti controlli confermino la non conformità del calcestruzzo, si deve procedere, sentito il progettista, ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Qualora non fosse possibile effettuare la suddetta verifica delle caratteristiche del calcestruzzo, oppure i risultati del controllo teorico e/o sperimentale non risultassero soddisfacenti, si può: conservare l'opera o parte di essa per un uso compatibile con le diminuite caratteristiche prestazionali accertate, eseguire lavori di consolidamento oppure demolire l'opera o parte di essa. I controlli di accettazione sono obbligatori ed il collaudatore è tenuto a verificarne la validità, qualitativa e quantitativa; ove ciò non fosse rispettato, il collaudatore è tenuto a far eseguire delle prove che attestino le caratteristiche del calcestruzzo, seguendo la medesima procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti fissati dai controlli di accettazione.

Controlli della resistenza in opera

La resistenza del calcestruzzo nella struttura dipende dalla resistenza del calcestruzzo messo in opera, dalla sua posa e costipazione, dalle condizioni ambientali durante il getto e dalla maturazione.

Nel caso in cui:

- a) le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della resistenza caratteristica prevista nel progetto;
- b) sorgano dubbi sulle modalità di confezionamento, conservazione, maturazione e prova dei provini di calcestruzzo,
- c) sorgano dubbi sulle modalità di posa in opera, compattazione e maturazione del calcestruzzo,
- d) si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera, si può procedere ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso una serie di prove sia distruttive che non distruttive.

Tali prove non sono, in ogni caso, sostitutive dei controlli di accettazione, ma potranno servire al Direttore dei Lavori od al collaudatore per formulare un giudizio sul calcestruzzo in opera.

Il valore caratteristico della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza caratteristica in situ, R_{ckis} o f_{ckis}) è in genere minore del valore della resistenza caratteristica assunta in fase di progetto R_{ck} o f_{ck} . Per i soli aspetti relativi alla sicurezza strutturale e senza pregiudizio circa eventuali carenze di durabilità, è accettabile un valore caratteristico della resistenza in situ non inferiore all'85% della resistenza caratteristica assunta in fase di progetto. Per la modalità di determinazione della resistenza a compressione in situ, misurata con tecniche opportune (distruttive e non distruttive), si potrà fare utile riferimento alle norme UNI EN 12504- 1, UNI EN 12504-2, UNI EN 12504-3, UNI EN 12504-4. La resistenza caratteristica in situ va calcolata secondo quanto previsto nella norma UNI EN 13791:2008, ai §§ 7.3.2 e 7.3.3, considerando l'approccio B se il numero di carote è minore di 15, oppure l'approccio A se il numero di carote è non minore di 15, in accordo alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo elaborate e pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

ALCUNE MODALITÀ OPERATIVE

La superficie dei getti esposta direttamente ai raggi solari sarà mantenuta umida con adeguati innaffiamenti.

Per quanto concerne la modalità di protezione dei calcestruzzi fuori dai casseri è da prevedere uno dei seguenti metodi alternativi di protezione:

- coprire le superfici del setto con teli di plastica impermeabili o con sacchi di tela umidi;
- nebulizzare acqua sulla superficie.

Il disarmo dovrà avvenire in modo da evitare azioni dinamiche e comunque non prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei Lavori.

2.2. Acciaio per cemento armato/carpenteria metallica/bulloneria

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

I controlli relativi all'identificazione, qualificazione ed accettazione saranno effettuati secondo quanto previsto al punto 11.3.1. delle NTC 18. Tutti gli acciai utilizzati dovranno rispondere a quanto esposto al punto 11.3.2 delle NTC 18. In merito all'acciaio da cemento armato normale, o acciaio per armatura lenta, lo stesso DM 17 gennaio 2018 prevede l'utilizzo solo delle seguenti classi di acciaio nervato (ad aderenza migliorata):

B 450 C (acciaio laminato a caldo): caratterizzato da una tensione di rottura non inferiore a 540 N/mm²; da una tensione di snervamento non inferiore a 450 N/mm² e da un allungamento totale a carico massimo non inferiore al 7%;

B 450 A (acciaio trafilato a freddo): caratterizzato da una tensione di rottura non inferiore a 540 N/mm²; da una tensione di snervamento non inferiore a 450 N/mm² e da un allungamento totale a carico massimo non inferiore al 3% (minore duttilità rispetto al precedente).

La normativa prevede inoltre per l'acciaio B 450 A una tensione di progetto f_{yd} inferiore a quella dell'acciaio B 450 C infatti per quest'ultimo la tensione di snervamento f_{yk} viene divisa per il solo coefficiente parziale di sicurezza dell'acciaio $\gamma_{ms} = 1,15$ secondo la formula:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{ms}}$$

mentre il secondo anche per un ulteriore coefficiente di modello $\gamma_e = 1,20$ secondo la formula:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{ms} * \gamma_e}$$

L'acciaio B 450 C è più duttile ed è l'unico ammesso in zona sismica.

Il Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 prevede le seguenti tipologie di acciaio da cemento armato ordinario:

- barre: in acciaio tipo B 450 C (6 mm ≤ Ø ≤ 50 mm) e tipo B 450 A (5 mm ≤ Ø ≤ 10 mm);
- rotoli: in acciaio tipo B 450 C (Ø ≤ 16 mm) e tipo B 450 A (Ø ≤ 10 mm);
- reti e tralicci elettrosaldati: in acciaio tipo B 450 C (6 mm ≤ Ø ≤ 16 mm) e tipo B 450 A (5 mm ≤ Ø ≤ 10 mm).

Per tutte le armature lente, utilizzate nel progetto, si prevede l'utilizzo di acciaio del tipo B450C.

Acciaio del tipo B450C

Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk,nom} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica a rottura	$f_{tk,nom} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
Tensione massima in condizioni di esercizio	$\sigma_s < 0.80 * f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$
Fattore di sicurezza acciaio	$\gamma_c = 1.15$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.30 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_s = 210000 \text{ MPa}$
Massima deformazione di allungamento	$ea = 10\%$

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle richieste delle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.17-01-2018, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Per tutte le armature metalliche, utilizzate nel progetto, si prevede l'utilizzo di tondini di acciaio del tipo B450C, controllati in stabilimento.

Per il diagramma tensione-deformazione dell'acciaio è stato adottato un modello σ - ϵ elastico perfettamente plastico indefinito illustrato nella figura seguente.

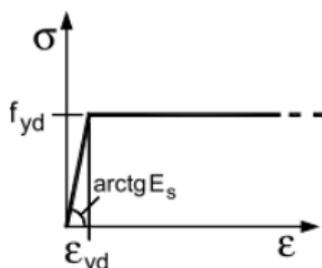


Figura 2. Diagramma tensione-deformazione dell'acciaio

ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

Per la struttura in oggetto si è fatto riferimento ad elementi in acciaio laminato a caldo in profilati. I valori caratteristici principali di tensione resistente dei materiali degli elementi fanno riferimento al capitolo 11.3.4.1 dell'NTC 2018. In base alla classificazione proposta dalla normativa, per i profili laminati a caldo a sezione aperta si è scelto di utilizzare l'acciaio S275 per tutti gli elementi.

Le caratteristiche meccaniche dei materiali utilizzati vengono di seguito riportate:

Acciaio per carpenteria S275

Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk} : 275 N/mm ²
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk} : 430 N/mm ²
Modulo elastico	E_s : 210000 N/mm ²
Modulo di elasticità trasversale	$G = E / [2 * (1 + \nu)] = 80769.23$ N/mm ²
Rapporto di Poisson	$\nu = 0.30$
Densità	$\rho = 7850$ kg/m ³

I valori di calcolo delle resistenze dei materiali si ricavano dividendo ciascun valore caratteristico per il fattore di sicurezza parziale γ_m specifico del materiale considerato:

Fattore di sicurezza parziale	γ_{M0} : 1.05
Tensione di snervamento di calcolo	f_{yd} : 262 N/mm ²
Tensione di rottura di calcolo	f_{td} : 409 N/mm ²

ACCIAIO PER BULLONERIA

Bullonature

Nelle unioni con bulloni si assumono le seguenti resistenze di calcolo:

- $f_{k,N}$ è assunto pari al minore dei due valori $f_{k,N} = 0.7 f_t$ ($f_{k,N} = 0.6 f_t$ per viti di classe 6.8);
- $f_{k,N} = f_y$ essendo f_{tb} ed f_{yb} le tensioni di rottura e di snervamento;
- $f_{d,N} = f_{k,N}$ = resistenza di calcolo a trazione;
- $f_{d,V} = f_{k,N} / \sqrt{2}$ = resistenza di calcolo a taglio.

Bulloni Classe 8.8

Tensione caratteristica di snervamento f_{yb} : 649 N/mm²

Tensione caratteristica di rottura f_{tb} : 800 N/mm²

I valori di calcolo delle resistenze dei materiali si ricavano dividendo ciascun valore caratteristico per il fattore di sicurezza parziale γ_m specifico del materiale considerato:

Fattore di sicurezza parziale γ_{M2} : 1.25

SALDATURE

Su tutte le saldature è stato eseguito un controllo visivo e dimensionale. Le saldature più importanti (ad esempio le saldature delle giunzioni flangiate) sono state controllate a mezzo di particelle magnetiche e/o ultrasuoni.

Il filo di saldatura utilizzato è di tipo IT-SG3 (Saldature ad alta resistenza, fino a 600N/mm²), ed ha le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche meccaniche: R=590N/mm²; S=420N/mm²; KV (20°C) = 50J

Composizione chimica media: C = 0.08%; Mn = 1.4%; Si = 0.8%; P = 0.02%; S = 0.02%.

I saldatori utilizzati per la costruzione delle strutture sono certificati secondo la UNI EN 287/1.

Saldature II CLASSE (salvo diversa indicazione)

2.2.1. Specifiche dell'acciaio

2.2.1.1. Controlli di qualità

Le vigenti norme tecniche per le costruzioni D.M. 17.01.2018 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.

Controlli di produzione in stabilimento e procedure di qualificazione

Tutti gli acciai, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso 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.

Fatto salvo quanto disposto dalle norme europee armonizzate, ove applicabili, il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021-1.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del Regolamento UE305/2011, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

Il Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici è organismo abilitato al rilascio dell'attestato di qualificazione per gli acciai di cui sopra.

L'inizio della procedura di qualificazione deve essere preventivamente comunicato al Servizio Tecnico Centrale allegando una relazione ove siano riportati:

1. elenco e caratteristiche dei prodotti che si intende qualificare (tipo, dimensioni, caratteristiche meccaniche e chimiche, ecc.);
2. indicazione dello stabilimento e descrizione degli impianti e dei processi di produzione;
3. descrizione dell'organizzazione del controllo interno di qualità con indicazione delle responsabilità aziendali;
4. copia della certificazione del sistema di gestione della qualità;
5. indicazione dei responsabili aziendali incaricati della firma dei certificati;
6. descrizione particolareggiata delle apparecchiature e degli strumenti del Laboratorio interno di stabilimento per il controllo continuo di qualità;
7. dichiarazione con la quale si attesti che il servizio di controllo interno della qualità sovrintende ai controlli di produzione ed è indipendente dai servizi di produzione;
8. modalità di marchiatura che si intende adottare per l'identificazione del prodotto finito;
9. descrizione delle condizioni generali di fabbricazione del prodotto nonché dell'approvvigionamento delle materie prime e del prodotto intermedio (billette, rotoli, vergella, lamiera, laminati, ecc.);
10. copia del manuale di qualità aziendale, coerente alla norma UNI EN ISO 9001;

11. nel caso in cui il fabbricante non sia stabilito sul territorio dell'Unione europea, copia della nomina, mediante mandato scritto, del mandatario.

Il Servizio Tecnico Centrale verifica la completezza e congruità della documentazione presentata e procede a una verifica documentale preliminare della idoneità dei processi produttivi e del Sistema di Gestione della Qualità nel suo complesso.

Se tale verifica preliminare ha esito positivo, il Servizio Tecnico Centrale potrà effettuare una verifica ispettiva presso lo stabilimento di produzione.

Il risultato della Verifica Documentale Preliminare unitamente al risultato della Verifica Ispettiva saranno oggetto di successiva valutazione da parte del Servizio Tecnico Centrale per la necessaria ratifica e notifica al produttore. In caso di esito positivo il Produttore potrà proseguire nella Procedura di Qualificazione del Prodotto. In caso negativo saranno richieste al Produttore le opportune azioni correttive che dovranno essere implementate.

La Procedura di Qualificazione del Prodotto continua con:

- esecuzione delle Prove di Qualificazione a cura di un Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato dal Servizio Tecnico Centrale su proposta del fabbricante secondo le procedure di cui al §11.3.1.4;
- invio dei risultati delle prove di qualificazione da sottoporre a giudizio di conformità al Servizio Tecnico Centrale da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n.380/2001 incaricato;
- in caso di giudizio positivo il Servizio Tecnico Centrale provvede al rilascio dell'Attestato di Qualificazione al produttore e inserisce il Produttore nel Catalogo Ufficiale dei Prodotti Qualificati che sarà reso pubblicamente disponibile;
- in caso di giudizio negativo, il Produttore può individuare le cause delle non conformità, apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione sia al Servizio Tecnico Centrale che al Laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di qualificazione.

Il prodotto può essere immesso 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. Per stabilimento si intende una unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato. Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali ad esempio l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane comunque l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda barre e rotoli.

Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marciare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marchiatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che l'elemento determinante della marchiatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo e, dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marchiatura dichiarate nella documentazione presentata al Servizio Tecnico Centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate.

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.

Nel primo caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal Direttore dei Lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale.

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.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal Servizio Tecnico Centrale.

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. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti Norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso. In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il Laboratorio incaricato è tenuto ad informare di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati

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. Per stabilimento si intende una unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato. Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali ad esempio l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane comunque l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda barre e rotoli.

Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marciare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marchiatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che l'elemento determinante della marchiatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo e, dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di

marchiatura dichiarate nella documentazione presentata al Servizio Tecnico Centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate.

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.

Nel primo caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal Direttore dei Lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale. 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.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal Servizio Tecnico Centrale.

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. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti Norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso. In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il Laboratorio incaricato è tenuto ad informare di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

Forniture e documentazione di accompagnamento

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 e dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla Norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla "Dichiarazione di prestazione" di cui al Regolamento UE 305/2011, dalla prevista marcatura CE nonché dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito.

Il riferimento agli attestati comprovanti la qualificazione del prodotto deve essere riportato sul documento di trasporto.

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

Nel caso di fornitura in cantiere non proveniente da centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del fabbricante.

Centri di trasformazione

Si definisce Centro di trasformazione un impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il Centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista al §11.3.1.5.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione, vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

Il trasformatore deve dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni tali da compromettere le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti originari previste dalle presenti norme.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto, che sovrintende al processo di trasformazione, deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001.

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.

I centri di trasformazione sono identificati, ai sensi delle presenti Norme, come "luogo di lavorazione" e, come tali, sono tenuti ad effettuare una serie di controlli atti a garantire la permanenza delle caratteristiche, sia meccaniche che geometriche, del materiale originario. I controlli devono essere effettuati secondo le disposizioni riportate nel seguito per ciascuna tipologia di acciaio lavorato.

Nell'ambito del processo produttivo deve essere posta particolare attenzione ai processi di piegatura e di saldatura. In particolare, il Direttore Tecnico del centro di trasformazione deve verificare, tramite opportune prove, che le piegature e le saldature, anche nel caso di quelle non resistenti, non alterino le caratteristiche meccaniche originarie del prodotto. Per i processi sia di saldatura che di piegatura, si potrà fare utile riferimento alla normativa europea applicabile. Il

Direttore Tecnico dello stabilimento, nominato dal Centro di Trasformazione, dovrà essere abilitato all'esercizio di idonea professione tecnica. I centri di trasformazione sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, indicando le tipologie di prodotti trasformati, l'organizzazione, i procedimenti di lavorazione, nonché fornire copia della certificazione del sistema di gestione della qualità che sovrintende al processo di trasformazione. Ogni centro di trasformazione deve inoltre indicare un proprio logo o marchio che identifichi in modo inequivocabile il centro stesso; il sistema di gestione della qualità che sovrintende al processo di trasformazione, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001, deve essere certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021-1. Nella dichiarazione di attività al Servizio Tecnico Centrale deve essere indicato l'impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine.

Alla dichiarazione deve essere allegata la nota di incarico al Direttore Tecnico del centro di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità, ai sensi delle presenti norme, sui controlli sui materiali. Il Servizio Tecnico Centrale, con il rilascio del relativo Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione", attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione di cui sopra.

I centri di trasformazione sono tenuti a comunicare ogni variazione rispetto a quanto dichiarato in sede di presentazione della denuncia di attività. Il Servizio Tecnico Centrale provvede ad aggiornare l'elenco della documentazione necessaria ad ottenere l'Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione", in base ai progressi tecnici ed agli aggiornamenti normativi che dovessero successivamente intervenire.

I Centri di Trasformazione devono far eseguire da laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. 380/2001 le prove indicate negli specifici paragrafi relativi a ciascun prodotto in acciaio (§11.3.2.10.3, § 11.3.3.5.3, § 11.3.4.11.2) e devono comunicare al Servizio Tecnico Centrale le eventuali variazioni apportate al processo di produzione depositato.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati, proveniente da un Centro di trasformazione, deve essere accompagnata:

- a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione", rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- b) dall'attestazione inerente all'esecuzione delle prove di controllo interno di cui ai paragrafi specifici relativi a ciascun prodotto (§ 11.3.2.10.3, § 11.3.3.5.3, § 11.3.4.11.2), 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, può prendere visione del Registro di cui al § 11.3.2.10.3;

- c) da dichiarazione contenente i riferimenti alla documentazione fornita dal fabbricante ai sensi del § 11.3.1.5 in relazione ai prodotti utilizzati nell'ambito della specifica fornitura. Copia della documentazione fornita dal fabbricante e citata nella dichiarazione del centro di trasformazione, è consegnata al Direttore dei Lavori se richiesta.

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. Gli atti di cui sopra sono consegnati al collaudatore che, tra l'altro, riporta nel Certificato di collaudo gli estremi del Centro di trasformazione che ha fornito il materiale lavorato.

Il Centro di trasformazione fornisce copia della documentazione di cui ai precedenti punti b) e c) in caso di richiesta delle competenti autorità di vigilanza. È prevista la sospensione o, nei casi più gravi o di recidiva, la revoca dell'Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione" qualora il Servizio Tecnico Centrale accerti difformità fra i documenti forniti e l'attività effettivamente svolta, la non veridicità delle dichiarazioni prestate oppure la mancata ottemperanza alle prescrizioni contenute nella vigente normativa tecnica. I provvedimenti di sospensione e di revoca vengono adottati dal Servizio Tecnico Centrale.

Accertamento delle proprietà meccaniche

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle precedenti tabelle vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1: 2010.

Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche sono determinate su provette mantenute per 60 minuti a 100 ± 10 °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 ± 5 °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 60 minuti a 100 ± 10 °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

Caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralici, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni. Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al § 11.3.1.7.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio. Per quanto riguarda la marchiatura delle barre e dei rotoli vale quanto indicato al § 11.3.1.4.

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture di acciaio provenienti dallo stabilimento di produzione o da un distributore intermedio, vale quanto indicato al § 11.3.1.5; per quanto riguarda i prodotti pre-sagomati o pre-assemblati vale quanto indicato al § 11.3.1.7. Tutti i prodotti sono caratterizzati dal diametro della barra tonda liscia equi pesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm³. Gli acciai B450C, di cui al § 11.3.2.1, possono essere impiegati in barre di diametro compreso tra 6 e 40 mm. Per gli acciai B450A, di cui al § 11.3.2.2 il diametro delle barre deve essere compreso tra 5 e 10 mm. L'uso di acciai forniti in rotolo è ammesso, esclusivamente per impieghi strutturali, per diametri non superiori a 16 mm per gli acciai B450C e diametri non superiori a 10 mm per gli acciai B450A.

L'acciaio in rotoli deve essere utilizzato direttamente per sagomatura e assemblaggio ed esclusivamente da un Centro di Trasformazione di cui al §11.3.1.7 oppure da un fabbricante per la produzione di reti o tralicci elettrosaldati di cui al § 11.3.2.5. Non è consentito altro impiego di barre d'acciaio provenienti dal raddrizzamento di rotoli.

Per quanto riguarda le tolleranze dimensionali si fa riferimento a quanto previsto nella UNI EN 10080:2005.

2.3. Massi di I[^] e II[^] Categoria

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali utilizzati per la realizzazione delle scogliere.

MASSI	Elemento scogliera	γ (kN/m ³)	c'_k (kN/m ²)	ϕ'_k (°)	c_{uk} (kN/m ²)	c'_d (kN/m ²)	c_{ud} (kN/m ²)
I [^] categoria	Nucleo	19	0	50	-	0	-

MASSI	Elemento scogliera	γ (kN/m ³)	c'_k (kN/m ²)	ϕ'_k (°)	c_{uk} (kN/m ²)	c'_d (kN/m ²)	c_{ud} (kN/m ²)
II [^] categoria	Mantellata	19	0	50	-	0	-