

## S.S. 16 "ADRIATICA": TRONCO BARLETTA - BARI

Lavori di completamento delle aste di collegamento tra la S.S. 16 "Adriatica" e la litoranea (ex SS 16) a nord ed a sud di Molfetta ed a sud di Giovinazzo lungo il tratto tra il km 774+200 ed il km 785+600

**Sistemazione funzionale Rotatoria e assi viari di collegamento tra il nuovo porto commerciale e le zone produttive e la S.S. 16 bis**

### PROGETTO DEFINITIVO

COD. BABA016ASTENS

**PROGETTAZIONE: ANAS - STRUTTURA TERRITORIALE PUGLIA**

IL PROGETTISTA E COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Ing. Alberto SANCHIRICO	ATTIVITA' DI SUPPORTO PROGETTAZIONE: RTP CAPOGRUPPO_MANDATARIA:
GRUPPO DI LAVORO Geom. Fiorentino AGRIMANO Geom. Michele VELOCE	 <b>SETAC S.r.l.</b> <i>Servizi &amp; Engineering: Trasporti Ambiente Costruzioni</i> Via Don Guanella 15/B - 70124 Bari Tel/Fax (2 linee) : +39 080 5027679
IL GEOLOGO Dott. Pasquale SCORCIA	MANDANTI:   
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Massimiliano FIDENZI	Ing. Giovanni LAMPARELLI                      Ing. Michele NOTARISTEFANO
RESPONSABILE STRUTTURA TERRITORIALE: PROGETTAZIONE Ing. Vincenzo MARZI	ARCHEOLOGIA: Cooperativa CAST s.r.l. Arte Archeologia Storia del Territorio Dott.ssa Archeologa Lucia CECI

## 07 - OPERE STRUTTURALI

### 07.01 - ELABORATI GENERALI

#### Relazione sui materiali

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	SCALA:	
PROGETTO	LIV. PROG. N. PROG.	T00_EG00_STR_RE01_A.pdf			
CVC	M01 D 2001	CODICE ELAB. T00EG00STRRE01	A	-	
A	EMISSIONE	Feb. 2021			
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI E TECNICI</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>MATERIALI PER OPERE STRUTTURALI</b>	<b>2</b>
<b>3.1</b>	<b>Prolungamento tombino ARMCO esistente</b>	<b>2</b>
3.1.1	Acciaio per lamiera ondulata	2
3.1.2	Bulloni	2
<b>3.2</b>	<b>Muro Bretella di accesso diretto alla SS16</b>	<b>4</b>
3.2.1	Calcestruzzo per opere strutturali	4
3.2.2	Calcestruzzo per opere non strutturali	6
3.2.3	Acciaio per cemento armato	6
<b>3.3</b>	<b>Opera di sostegno asse A – Via Bisceglie Nord e asse B – Strada Vicinale Padula</b>	<b>7</b>
3.3.1	Calcestruzzo per opere di sottofondazione	7
3.3.2	Calcestruzzo per fondazioni ed elevazioni	7
3.3.3	Acciaio	9

## 1 PREMESSA

La seguente relazione descrive le caratteristiche dei materiali utilizzati per la realizzazione delle opere strutturali, previste nell'ambito del progetto definitivo *Lavori di completamento delle aste di collegamento tra la S.S. 16 "Adriatica" e la litoranea (ex SS 16) a nord ed a sud di Molfetta ed a sud di Giovinazzo lungo il tratto tra il km 774+200 ed il km 785+600 - Sistemazione funzionale Rotatoria e assi viari di collegamento tra il nuovo porto commerciale e le zone produttive e la S.S. 16 bis (Priorità n.3 C.S.LL.PP.)*

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI E TECNICI

- UNI EN 206:2016  
Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- UNI 11104:2016  
Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206.
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).
- Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

## 3 MATERIALI PER OPERE STRUTTURALI

### 3.1 PROLUNGAMENTO TOMBINO ARMCO ESISTENTE

#### 3.1.1 ACCIAIO PER LAMIERA ONDULATA

E' previsto, per le condotte in lamiera ondulata, generalmente l'utilizzo di acciai di carpenteria S235JR (UNI EN 10025) zincata a caldo secondo la norma UNI EN ISO 1461. In alcuni casi particolari può essere, anche localmente, incrementato il grado dell'acciaio utilizzando un acciaio S275JR.

Le caratteristiche di resistenza e deformabilità sono riportate nella tabella seguente ( $t \leq 40$  mm) :

$f_{t,k}$ ( $R_m$ )	$f_{y,k}$ ( $R_{eH}$ )	$E_s$ (GPa)	$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
360 MPa	235 MPa	210	1.05	1.10
430 MPa	275 MPa	210	1.05	1.10

I controlli sui laminati dovranno essere conformi a quanto indicato al § 11.3.4.10 del DM 17/01/2018.

#### 3.1.2 BULLONI

L'assemblaggio delle lamiere avviene con utilizzo di bulloni ad alta resistenza e classe di resistenza 8.8 caratterizzati dai requisiti della tabella seguente.

$f_{tb}$	$f_{yb}$	$\gamma_{M2}$	$\gamma_{M3}$
800 MPa	649 MPa	1.25	1.25

I bulloni ad alta resistenza, devono essere conformi alla norma armonizzata UNI EN 14399-1 e recare la marcatura CE (cfr § C4.2.8.1.1.1 CENTC). I bulloni utilizzati per le diverse tipologie di profili sono riportati nella tabella seguente e dovranno essere serrati con coppia di serraggio tale da raggiungere la massima forza di precarico (§ 4.2.8.1.1 NTC08) :  $F_{p,C} = 0.7 A_{res} f_{tb}$ .

Il valore della resistenza di progetto per attrito del giunto viene definito dall'espressione ( $n$  = numero di

Profilo	Bullone	$A_{res}$ (mm <sup>2</sup> )	$F_{p,C}$ [kN]	n/onda
ONDA70	M12	84.3	42.9	1.5
ONDA100	M14	115.0	58.6	2
ONDA150	M20	245.0	124.6	2 / 4
ONDA 200	M20	245.0	124.6	2 / 4

bulloni,  $\mu$  = coefficiente di attrito tra le lamiera) :  $F_{s,Rd} = n \mu F_{p,C} / \gamma_{M3}$  che in ogni modo dovrà risultare inferiore alla resistenza a taglio dei bulloni determinata mediante l'espressione:  $F_{v,Rd} = 0.6 f_{tb} A_{res} / \gamma_{M2}$ .

Il coefficiente di attrito ( $\mu$ ) risulta variabile in funzione dello spessore nominale ( $t_n$ ) delle lamiera e del profilo della sezione a seguito del differente ingranamento che si genera con il serraggio dei bulloni.

I valori di resistenza di progetto per le diverse configurazioni di bulloni sono riportati nella tabella sottostante per i diversi profili e spessori:

Profilo	W [mm]	Bullone	$f_{yb}$	$f_{tb}$	$t_n$	$A_{res}$	n	n	$F_{v,Rd}$	$F_{p,C}$	$\mu$	$F_{s,Rd}$
			[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]								
ONDA70	67.6	M12	649	800	1.5	84.3	1.5	22.19	718.30	42.9	0.35	266.59
					2.0						0.35	266.59
					2.5						0.35	266.59
ONDA100	100.0	M14			2.0	115.0	2.0	20.00	883.20	58.6	0.35	327.85
					2.5						0.35	327.85
					3.0						0.35	327.85
					3.5						0.45	421.53
ONDA150	152.4	M20			2.5	245.0	2.0	13.12	1234.65	124.6	0.35	457.65
					3.5						0.45	588.40
					4.0						0.55	719.16
					4.5						0.65	849.92
					5.5						0.75	980.67
			6.0	0.75	1961.35							
			7.0	0.75	980.67							
			4.0	0.75	1961.35							
			2.0	0.75	980.67							
			4.0	0.75	1961.35							

## 3.2 MURO BRETELLA DI ACCESSO DIRETTO ALLA SS16

### 3.2.1 CALCESTRUZZO PER OPERE STRUTTURALI

Per la realizzazione del paramento, della fondazione e del cordolo dei muri di sottoscarpa e di controripa previsti in Zona Svincolo Mongolfiera, si è scelto un calcestruzzo di classe C32/40.

#### 3.2.1.1 Caratteristiche meccaniche

Resistenza caratteristica cubica a compressione ( $R_{ck}$ ) = 40 MPa

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione ( $f_{ck}$ ) =  $0,83 \times R_{ck}$  = 33,20 MPa

Valore medio della resistenza cilindrica a compressione ( $f_{cm}$ ) =  $f_{ck} + 8$  = 41,20 MPa

Valore medio della resistenza a trazione semplice ( $f_{ctm}$ ) = 3,10 MPa

Valore caratteristico della resistenza a trazione semplice – Frattile 5% ( $f_{ctk,5\%}$ ) =  $0,7 \times f_{ctm}$  = 2,17 MPa

Valore caratteristico della resistenza a trazione semplice – Frattile 95% ( $f_{ctk,95\%}$ ) =  $1,3 \times f_{ctm}$  = 4,03 MPa

Valore medio della resistenza a trazione per flessione ( $f_{ctm}$ ) =  $1,2 \times f_{ctm}$  = 3,72 MPa

Valore medio del modulo di elasticità longitudinale ( $E_{cm}$ ) =  $22000 \times (f_{cm} / 10)^{0,3}$  = 33642,6MPa

Coefficiente di Poisson ( $\nu$ ) = 0 (calcestruzzo fessurato) – 0,2 (calcestruzzo non fessurato)

Valore medio del coefficiente di dilatazione termica ( $\alpha$ ) =  $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo ( $\gamma_c$ ) = 1,5

Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata ( $\alpha_{cc}$ ) = 0,85

Resistenza di progetto a compressione ( $f_{cd}$ ) =  $\alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c$  = 18,81 MPa

Resistenza di progetto a trazione ( $f_{ctd}$ ) =  $f_{ctk} / \gamma_c$  = 1,45 MPa

Tensione massima di compressione del calcestruzzo, combinazione caratteristica ( $\sigma_{c,maxcaratt.}$ ) =  $0,60 \times f_{ck}$   
= 19,92 MPa

Tensione massima di compressione del calcestruzzo, combinazione quasi permanente ( $\sigma_{c,maxquasi Perm.}$ ) =  
 $0,45 \times f_{ck}$  = 14,94 MPa

#### 3.2.1.2 Durabilità

##### 3.2.1.2.1 Classe di esposizione e requisiti minimi del calcestruzzo

In relazione alle caratteristiche delle opere da realizzare e del contesto territoriale nel quale si inseriscono, si considera una classe di esposizione XC4, alla quale corrispondono delle condizioni ambientali di tipo aggressivo, secondo quanto riportato al §4.1.2.2.4.2 NTC2018.

**Tab. 1 Classe di esposizione XC4 secondo UNI 11104**

<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>						
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi su 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.						
2 a	<b>XC1</b>	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	<b>XC2</b>	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	<b>XC3</b>	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	<b>XC4</b>	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	

**Tab. 2 Condizioni ambientali e Classe di esposizione. Tab. 4.1.III NTC2018**

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

Sempre secondo UNI 11104, per la classe di esposizione definita, si considera un calcestruzzo avente:

- MASSIMO RAPPORTO A/C = 0,50
- MINIMO CONTENUTO DI CEMENTO = 340 Kg/m<sup>3</sup>

**Tab. 3 Requisiti minimi del calcestruzzo secondo UNI 11104**

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione			Corrosione delle armature indotta da cloruri			Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico						
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Minima classe di resistenza <sup>1)</sup>	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30	28/35	28,35	32/40	35/45			
Minimo contenuto in cemento (kg/m <sup>3</sup> )	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360			
Contenuto minimo in aria (%)													3,0 <sup>3)</sup>					
Altri requisiti													Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo			È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati <sup>1)</sup>		

<sup>1)</sup> Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.  
<sup>a)</sup> Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione.  
<sup>b)</sup> Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

Il diametro massimo dell'aggregato del calcestruzzo (D<sub>max</sub>) non deve superare:

- 1/4 della minima dimensione del getto = 1/4 x 500 = 125 mm (dimensione minima che corrisponde allo spessore del paramento del Muro di controripa – Strada di servizio, Via dei lavoratori)

- l'interferro diminuito di 5 mm =  $100 - 5 \text{ mm} = 95 \text{ mm}$  (considerando un interferro  $\geq 100 \text{ mm}$  in fase esecutiva)
  - 1,3 volte il copriferro =  $1,3 \times 40 = 52 \text{ mm}$
- Si considera, quindi, un valore  $D_{\max} = 32 \text{ mm}$

Si assume una classe di consistenza S4 (slump), che consente di effettuare il getto tramite l'utilizzo della pompa e ben si presta per strutture verticali ed orizzontali mediamente armate. La vibrazione è agevole, ma richiede comunque un certo controllo dell'operatore.

### 3.2.1.2.2 Copriferro

Secondo quanto indicato nel §C4.1.6.1.3 della Circolare 21 gennaio 2019 N.7 – C.S.LL.PP., per ambiente aggressivo (nel quale rientra la classe XC4, secondo Tab. 4.1.III, NTC 2018), si prescrive un copriferro minimo pari a  $C_{\min} = 30 \text{ mm}$ , al quale si aggiunge la tolleranza di posa, pari a 10 mm.

**Tab. 4Copriferro minimo secondo Circolare 21 gennaio 2019, N.7 – C.S.LL.PP.**

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
$C_{\min}$	$C_0$	ambiente	$C \geq C_0$	$C_{\min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{\min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{\min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{\min} \leq C < C_0$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Si considera, quindi, un copriferro pari a 40 mm.

## 3.2.2 CALCESTRUZZO PER OPERE NON STRUTTURALI

Per il magrone di fondazione si è scelto un calcestruzzo di classe C12/15, per classe di esposizione X0. Per tale calcestruzzo si omettono i parametri meccanici, in assenza di valenza strutturale.

**Tab. 5 Classe di esposizione X0 secondo UNI 11104**

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206 -1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	

La UNI 11104 non definisce requisiti minimi sul rapporto a/c e minimo contenuto in cemento (vedi Tab.3). Si prescrive, comunque, un quantitativo minimo di calcestruzzo pari a  $150 \text{ Kg/m}^3$ .

## 3.2.3 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Si adottano barre di acciaio B450C, aventi le seguenti caratteristiche meccaniche:



Valore nominale della tensione di snervamento ( $f_{ynom}$ ) = 450 MPa

Valore nominale della tensione a carico massimo ( $f_{tnom}$ ) = 540 MPa

Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio ( $\gamma_s$ ) = 1,15

Resistenza di progetto dell'acciaio ( $f_{yd}$ ) =  $f_{yk}/\gamma_s$  = 391,30 MPa

Modulo di elasticità ( $E_s$ ) = 210000 MPa

Coefficiente di espansione termica ( $\alpha_s$ ) =  $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

E' richiesto, inoltre, il rispetto dei requisiti riportati nella tabella seguente.

**Tab. 6 Requisiti acciaio B450C – Tab. 11.3.Ib NTC2018**

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

### 3.3 OPERA DI SOSTEGNO ASSE A – VIA BISCEGLIE NORD E ASSE B – STRADA VICINALE PADULA

#### 3.3.1 CALCESTRUZZO PER OPERE DI SOTTOFONDAZIONE

Per le opere di sottofondazione è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza C12/15 e classe di esposizione X0.

Tale calcestruzzo non ha valenza strutturale e quindi non se ne riportano le caratteristiche meccaniche.

#### 3.3.2 CALCESTRUZZO PER FONDAZIONI ED ELEVAZIONI

Per le strutture di fondazione, interrate e contro-terra è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza C32/40 (Resistenza caratteristica  $R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$ ) con le seguenti caratteristiche meccaniche:

Resistenza di calcolo a trazione ( $f_{ctd}$ ): 1.45

Resistenza a rottura per flessione ( $f_{cfm}$ ): 3.72

Modulo elastico normale (E): 33643

Modulo elastico tangenziale (G): 14018

Coefficiente di sicurezza allo Stato Limite Ultimo del materiale ( $\gamma_c$ ): 1.50

Resistenza cubica caratteristica del materiale ( $R_{ck}$ ): 40

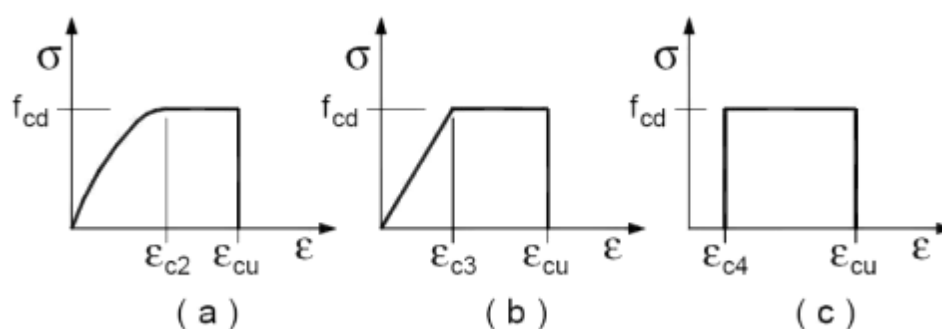
Coefficiente di Omogeneizzazione: 15

Peso Specifico: 25000

Coefficiente di dilatazione termica: 0.00001



I diagrammi costitutivi del calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.1 del D.M. 17 gennaio 2018; in particolare per le verifiche effettuate a pressoflessione retta è stato adottato il modello riportato in fig. (a).



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo.

La deformazione massima  $\epsilon_{c,max}$  è assunta pari a 0.0035.

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle NTC2018:

**Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali**

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

Per le opere della presente relazione si adotta quanto segue:

Fondazione CLASSE DI ESPOSIZIONE XC4

Elevazione CLASSE DI ESPOSIZIONE XC4

Pertanto, nel caso in esame si ha:

Verifiche a fessurazione – condizioni ambientali aggressive – armatura poco sensibile:

Combinazione di azioni frequente:  $w_k \leq w_3 = 0.3 \text{ mm}$

Combinazione di azioni quasi permanente:  $w_k \leq w_2 = 0.2 \text{ mm}$

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale è somma di due contributi, il copriferro minimo e la tolleranza di posizionamento.

Nel caso in oggetto si hanno i seguenti parametri:

- Classe di esposizione XC4
- Classe di resistenza caratteristica a compressione: C30/37

- Dimensione max aggregati: 25 mm
- Classe minima di consistenza: S4

Il valore del copriferro minimo è valutato secondo quanto riportato al punto C4.1.6.1.3 della Circolare n. 7. Nel caso in esame la classe di esposizione ambientale è aggressiva e si pone, come da tabella C4.1.IV un copriferro minimo pari a 30 mm. La tolleranza di posizionamento è pari a 10 mm. Inoltre, data la vita nominale della struttura pari a 100 anni, come da normativa, deve aggiungersi un copriferro aggiuntivo pari a 10 mm. Si ottiene pertanto un copriferro nominale pari a 50 mm.

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
$C_{min}$	$C_o$	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

### 3.3.3 ACCIAIO

Per le barre di armatura lenta è stato previsto un acciaio del tipo B450C, con le seguenti caratteristiche meccaniche:

Tensione caratteristica di snervamento trazione ( $f_{yk}$ ): 450 N/mm<sup>2</sup>

Modulo elastico normale (E): 210000 N/mm<sup>2</sup>

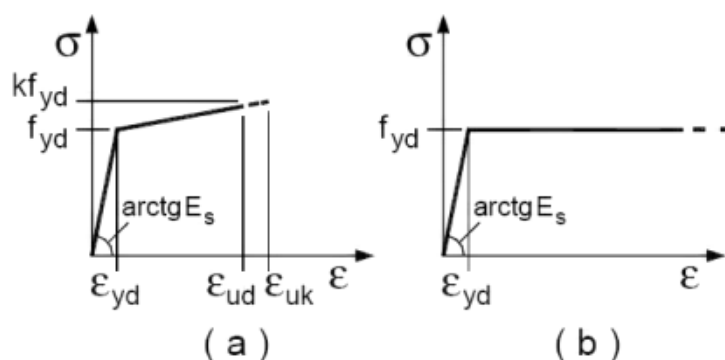
Modulo elastico tangenziale (G): 80769 N/mm<sup>2</sup>

Coefficiente di sicurezza allo Stato Limite Ultimo del materiale (gf): 1.15

Peso Specifico: 78500 N/m<sup>3</sup>

Coefficiente di dilatazione termica: 0.00001 1/C°

I diagrammi costitutivi dell'acciaio sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018; in particolare è stato adottato il modello elastico perfettamente plastico descritto in b).



La resistenza di calcolo è data da  $f_{yk} / g_f$ . Il coefficiente di sicurezza  $g_f$  si assume pari a 1.15.