

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



## PROGETTO ESECUTIVO

# LINEA FERROVIARIA MILANO - NAPOLI NODO DI FIRENZE - PENETRAZIONE URBANA LINEA AV

Passante AV

## PROGETTO DELLA CANTIERIZZAZIONE - CONSOLIDAMENTI Barriere antirumore e ponteggi - Relazione di calcolo

IL PROGETTISTA



Infrarail Firenze srl - IFR Firenze  
sede legale: Via Circondaria, 32/34 - 50127 - Firenze  
PEC: infrarail.pec@legalmail.it  
Codice fiscale e n. iscr. al Registro Imprese: 06956550484

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DISCIPLINA	PROGR.	REV.
NF1W	00	E	ZZ	CL	CA0301	001	B

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
A	Emissione	Ing. Maturi	11/2020	Ing. Cucino	11/2020	Ing. Sorbello	11/2020
B	Recepimento osservazioni	Ing. Maturi	02/2021	Ing. Cucino	02/2021	Ing. Sorbello	02/2021

File NF1W.00.E.ZZ.CL.CA0301.001.B.doc

n. Elab.:

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
1.1. OGGETTO SPECIFICO DEL DOCUMENTO.....	4
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>7</b>
<b>3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b> .....	<b>9</b>
3.1. DURABILITÀ DELLE OPERE IN CALCESTRUZZO ARMATO.....	11
3.2. STATO LIMITE DI FESSURAZIONE .....	13
<b>4. ANALISI DEI CARICHI</b> .....	<b>14</b>
4.1. AZIONE DEL VENTO.....	14
4.2. FONDAZIONI BARRIERE FONDOASSORBENTI IN CALCESTRUZZO H=5.00M.....	16
4.3. BA 5M - VERIFICA PRESSIONE SUL TERRENO.....	17
4.4. BA 5M - VERIFICA ARMATURA FONDAZIONE .....	18
<b>5. BA 3M</b> .....	<b>18</b>
<b>6. RECINZIONI CON PONTEGGI PREFABBRICATI H=5.00M E H=3.00M</b> .....	<b>19</b>
6.1. DESCRIZIONE STRUTTURE E METODI DI VERIFICA ADOTTATI.....	19
6.2. PONTEGGIO H= 5M .....	20
6.2.1. Verifica a ribaltamento e della pressione di contatto .....	21
6.2.2. Sollecitazione nel ponteggio .....	22
6.2.3. Verifica golfari .....	23
6.2.4. Verifica puntone .....	23
6.2.5. Verifica trasverso .....	24
6.2.6. Verifica fondazione .....	24
6.3. PONTEGGIO H= 3 M .....	26
6.3.1. Verifica a ribaltamento .....	27
6.3.2. Sollecitazione nel ponteggio .....	28
6.3.3. Verifica golfari .....	28
6.3.4. Verifica puntone .....	28
6.3.5. Verifica fondazione .....	28
<b>7. STRUTTURE SOSTEGNO TELI INTORNO AI SILOS INERTI</b> .....	<b>30</b>
7.1. GEOMETRIA .....	30
7.2. MODELLAZIONE.....	32
7.3. ANALISI DEI CARICHI .....	33
7.3.1. Carichi permanenti strutturali.....	33
7.3.2. Carichi accidentali – vento .....	33
7.4. VERIFICHE – RESISTENZA .....	34

---

7.4.1. Verifica golfari .....	41
7.5. OSSERVAZIONI SPECIFICHE .....	42

## 1. PREMESSA

La “Convenzione” stipulata il 28 maggio 2007 tra RFI S.p.A. e il Contraente Generale “Nodavia”, comprendeva, tra le varie prestazioni, anche la progettazione esecutiva e la realizzazione del Passante Ferroviario Alta Velocità del Nodo di Firenze e della Nuova Stazione Alta Velocità di Belfiore, opere ricadenti nel cosiddetto “Lotto 2”.

In data 25/02/2010, conclusesi le attività di verifica e l’iter autorizzativo da parte degli enti preposti, RFI ha approvato il progetto esecutivo del Lotto 2 e, in data 10/03/2010, ha consegnato i relativi lavori.

Tra gli anni 2010 e 2018 sono state realizzate soltanto alcune parti d’opera previste contrattualmente, in particolare:

- Nuova stazione AV di Belfiore: paratie a protezione dei manufatti intorno alla Stazione, diaframmi del Cameroni, pali di fondazione, gli scavi di approfondimento e la realizzazione del primo solaio;
- Passante AV: pozzo avvio scavo meccanizzato, trincea di approccio, prima fase delle gallerie artificiali, aria di triage nord;
- Deposito Definitivo ex miniera di S. Barbara: terminal ferroviario di Bricchette, piazzole per la caratterizzazione del materiale proveniente dagli scavi, area logistica, viabilità di accesso alle piazzole;

Dal 2018 i lavori oggetto di convenzione risultano di fatto sospesi, in quanto l’Appaltatore ad aprile di tale anno ha presentato richiesta di concordato preventivo, successivamente accettata. Ciò ha portato, in data 27/05/2020, RFI e l’Appaltatore alla risoluzione della Convenzione anzidetta.

A seguito di questi eventi, RFI, al fine di riavviare al più presto i lavori di costruzione del c.d. “Lotto 2” e mettere in esercizio la linea AV, ha affidato alla propria società Infrarail Firenze (di seguito “IFR”) le attività necessarie a mettere a disposizione la documentazione progettuale da porre a base di appalto della sola esecuzione delle opere ancora da realizzare.

In ragione di questo affidamento, IFR ha, quindi, avviato le attività di revisione degli elaborati del progetto esecutivo già approvato, al fine di renderli coerenti con lo stato attuale delle opere già realizzate e le attività finora eseguite. Inoltre gli elaborati progettuali sono stati revisionati ed aggiornati, per le parti d’opera ancora da realizzare, in coerenza con le vigenti norme di riferimento e con il manuale di progettazione di RFI, ma, soprattutto, al fine di garantire l’interoperabilità delle linee transeuropee ai sensi della direttiva 2008/57/CE. Nel contempo sono state recepite le prescrizioni impartite in sede di approvazione del Progetto Esecutivo redatto dal Contraente Generale.

Si evidenzia che le attività di revisione progettuale sono state svolte nel rispetto degli indirizzi e delle autorizzazioni ottenute, pertanto sono stati inseriti, per completezza documentate, nella documentazione costituente il progetto esecutivo revisionato anche gli elaborati già approvati dagli enti competenti, con particolare riferimento all’Osservatorio Ambientale a suo tempo nominato, e che, come tali, sono stati di riferimento per la revisione ed aggiornamento delle soluzioni progettuali al fine di garantire la validità delle autorizzazioni già espresse.

## 1.1. OGGETTO SPECIFICO DEL DOCUMENTO

L'intervento oggetto della presente relazione dal punto di vista logistico richiede la predisposizione di quattro arre distinte di cantiere disposte in questo modo:

- presso il bastione Cavaniglia il cantiere della trincea n° 1 ed il cantiere della trincea n° 2;
- presso il bastione Rastriglia il cantiere della trincea n° 3 ed il cantiere della trincea n° 4

come meglio raffigurato nelle figure sottostanti:



Figura 1 Bastione Cavaniglia – Cantiere trincea 1

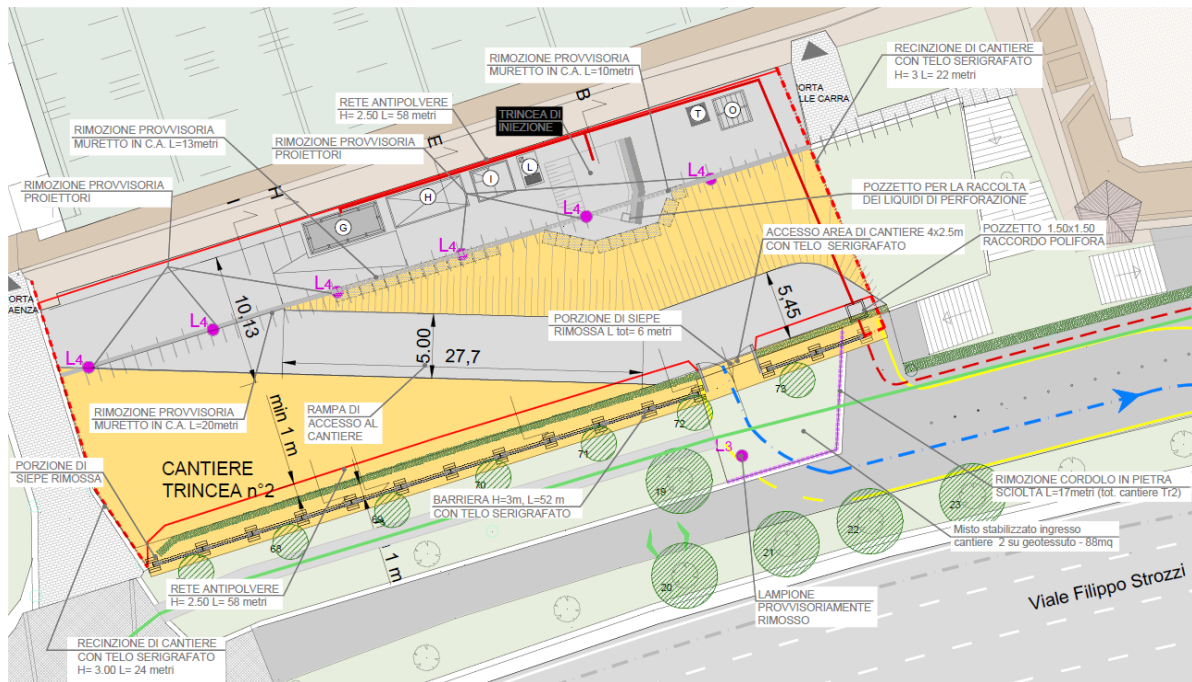


Figura 2 Bastione Cavaniglia – Cantiere trincea 2

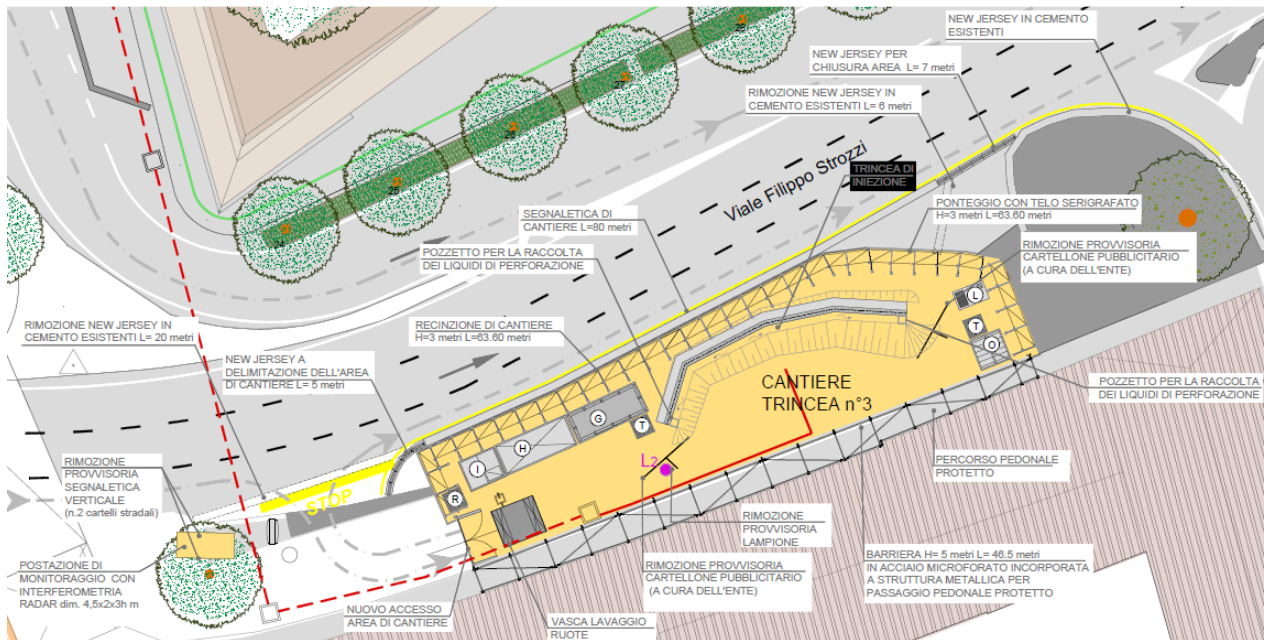
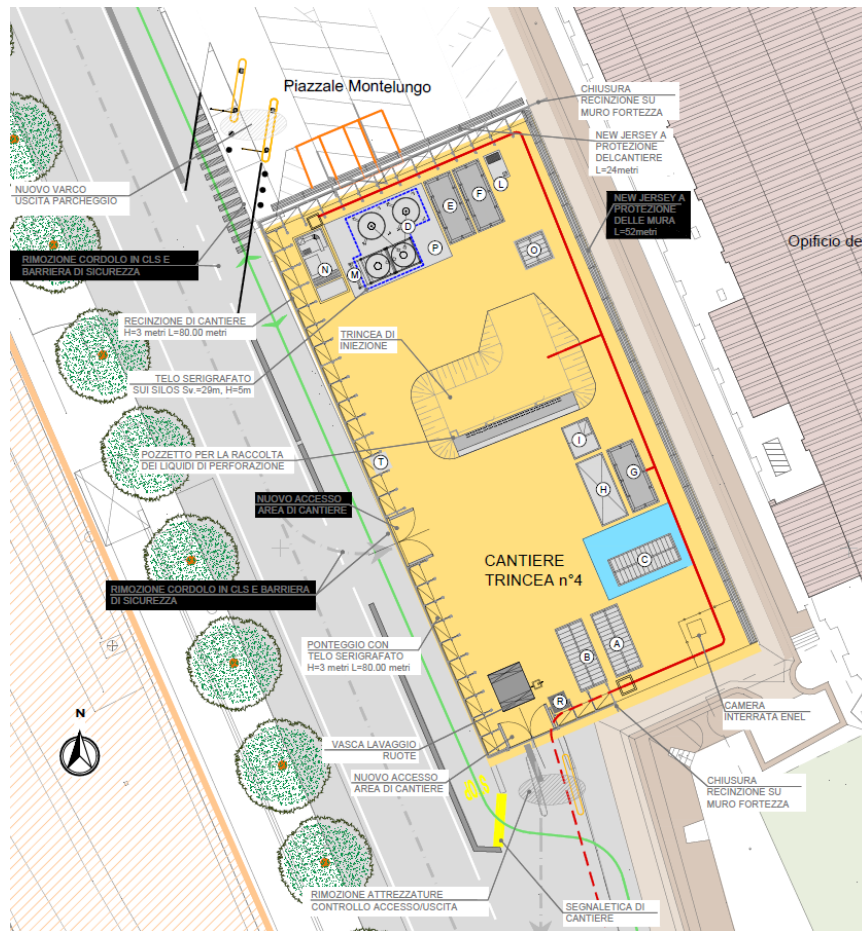


Figura 3 Bastione Rastriglia– Cantiere trincea 3





**Figura 4 Bastione Rastriglia– Cantiere trincea 4**

L'oggetto della presente relazione di calcolo è la verifica delle strutture di chiusura perimetrali dei cantieri e delle strutture di mascheramento dei silos, ed in particolare:

- delle fondazioni delle barriere antirumore in calcestruzzo H=5m impiegate nel cantiere 1
- dei ponteggi perimetrali a sostegno dei teli serigrafati alti 5m impiegate nei cantieri 1 e 3
- dei ponteggi perimetrali a sostegno dei teli serigrafati alti 3m impiegate nei cantieri 1, 2 e 4.
- della barriere antirumore in acciaio H=5m impiegate nel cantiere 3, antistante l'edificio ex Dogna
- della strutture di mascheramento dei silos, presenti nei cantieri 1 e 4

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, «Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni»
- Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 2. Ponti e strutture, e relativi allegati (A, B, C)
- Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 3. Corpo stradale, e relativi allegati (A, B, C, D, E)
- Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea
- UNI EN 1998-1:2013 – Strutture in zone sismiche – parte 1: generale ed edifici.
- UNI EN 1998-2:2011 – Strutture in zone sismiche –parte 2: ponti.
- UNI EN 1992-1-1: EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- DECRETO 31 luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici.
  
- Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea, modificato dal: Regolamento di esecuzione (UE) 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019 che modifica i regolamenti (UE) n. 321/2013, (UE) n. 1299/2014, (UE) n. 1301/2014, (UE) n. 1302/2014, (UE) n. 1303/2014 e (UE) 2016/919 della Commissione e la decisione di esecuzione 2011/665/UE della Commissione per quanto riguarda l'allineamento alla direttiva (UE) 2016/797 del Parlamento europeo e del Consiglio e l'attuazione di obiettivi specifici stabili nella decisione delegata (UE) 2017/1471 della Commissione; Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 2. Ponti e strutture, e relativi allegati (A, B, C)
- Regolamento (UE) N. 1300/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per l’accessibilità del sistema ferroviario dell’Unione per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta, modificato dal: Regolamento di esecuzione (UE) 2019/772 della Commissione del 16 maggio 2019 che modifica il regolamento (UE) n. 1300/2014 per quanto riguarda l'inventario delle attività al fine di individuare le barriere all'accessibilità, fornire informazioni agli utenti e monitorare e valuta i progressi compiuti in materia di accessibilità; Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 002 - Specifica per la progettazione e l’esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria
- Regolamento (UE) N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “energia” del sistema ferroviario dell’Unione europea, modificato dal:



Regolamento di esecuzione (UE) 2019/776 DELLA Commissione del 16 maggio 2019 che modifica i regolamenti (UE) n. 321/2013, (UE) n. 1299/2014, (UE) n. 1301/2014, (UE) n. 1302/2014, (UE) n. 1303/2014 e (UE) 2016/919 della Commissione e la decisione di esecuzione 2011/665/UE della Commissione per quanto riguarda l'allineamento alla direttiva (UE) 2016/797 del Parlamento europeo e del Consiglio e l'attuazione di obiettivi specifici stabili nella decisione delegata (UE) 2017/1471 della Commissione;

- Regolamento (UE) N. 1303/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità concernente la "sicurezza nelle gallerie ferroviarie" del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal: Regolamento di esecuzione (UE) 2019/776 DELLA Commissione del 16 maggio 2019 che modifica i regolamenti (UE) n. 321/2013, (UE) n. 1299/2014, (UE) n. 1301/2014, (UE) n. 1302/2014, (UE) n. 1303/2014 e (UE) 2016/919 della Commissione e la decisione di esecuzione 2011/665/UE della Commissione per quanto riguarda l'allineamento alla direttiva (UE) 2016/797 del Parlamento europeo e del Consiglio e l'attuazione di obiettivi specifici stabili nella decisione delegata (UE) 2017/1471 della Commissione; Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 005 - Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia
- Regolamento (UE) 2016/919 della Commissione del 27 maggio 2016 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per i sottosistemi "controllo-comando e segnalamento" del sistema ferroviario nell'Unione europea, modificato dal: Regolamento di esecuzione (UE) 2019/776 DELLA Commissione del 16 maggio 2019 che modifica i regolamenti (UE) n. 321/2013, (UE) n. 1299/2014, (UE) n. 1301/2014, (UE) n. 1302/2014, (UE) n. 1303/2014 e (UE) 2016/919 della Commissione e la decisione di esecuzione 2011/665/UE della Commissione per quanto riguarda l'allineamento alla direttiva (UE) 2016/797 del Parlamento europeo e del Consiglio e l'attuazione di obiettivi specifici stabili nella decisione delegata (UE) 2017/1471 della Commissione; UNI EN 1998-1:2013 – Strutture in zone sismiche – parte 1: generale ed edifici. UNI EN 1998-2:2011 Strutture in zone sismiche – parte 2: ponti. UNI EN 1992-1-1: EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

### 3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Il progetto prevede l'utilizzo di materiali con le caratteristiche meccaniche minime riportate nei paragrafi seguenti.

- 1) per le fondazioni si prevede di impiegare calcestruzzo avente resistenza cubica caratteristica non minore di  $R_{ck}$  25 MPa (C20/25 secondo EN 206/1 o UNI 2016).

Le caratteristiche meccaniche dei materiali, coerentemente a quanto proposto nella normativa corrente, sono riassunte nelle seguenti tabelle.

<b>CALCESTRUZZO (C20/25)</b>			
Normativa adottata:		NTC18	[-]
Classe del calcestruzzo:		<b>C20/25</b>	[-]
Coeff. riduttivo per le resistenze di lunga durata:	$\alpha_{cc}$	0.85	[-]
Coefficiente di sicurezza del materiale:	$\gamma_c$	1.5	[-]
<b>Resistenze:</b>			
Resistenza cubica caratteristica:	$R_{ck}$	25.0	[MPa]
Resistenza cilindrica caratteristica:	$f_{ck}$	20.8	[MPa]
Resistenza cilindrica media a compressione:	$f_{cm}$	28.8	[MPa]
Resistenza a compressione di progetto:	$f_{cd}$	11.76	[MPa]
Resistenza media a trazione semplice:	$f_{ctm}$	2.27	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione semplice:	$f_{ctk,0.05}$	1.59	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione semplice:	$f_{ctk,0.95}$	2.94	[MPa]
Resistenza media a trazione per flessione:	$f_{cfm}$	2.72	[MPa]
<b>Deformazioni:</b>			
Deformazione a limite elastico - Modello (a):	$\epsilon_{c2}$	0.200%	[-]
Deformazione a limite elastico - Modello (b):	$\epsilon_{c3}$	0.175%	[-]
Deformazione a limite elastico - Modello (c):	$\epsilon_{c4}$	0.070%	[-]
Deformazione ultima:	$\epsilon_{cu}$	0.350%	[-]
<b>Parametri elastici:</b>			
Modulo elastico:	$E_{cm}$	30200	[MPa]
Modulo di Poisson	$\nu$	0.2	[-]
<b>Tensioni limite:</b>			
Combinazione quasi permanente:	$\sigma_{c,q.p.}$	9.34	[MPa]
Combinazione caratteristica rara:	$\sigma_{c,carat}$	12.5	[MPa]

**Tabella 1: Caratteristiche meccaniche C20/25**

Acciaio da cemento armato: tutti gli elementi strutturali in calcestruzzo armato sono realizzati utilizzando barre in acciaio B450C controllato in stabilimento.

<b>ACCIAIO PER ARMATURE:</b>			
Normativa adottata:		NTC18	[-]
Acciaio d'armatura		<b>B450C</b>	[-]
Coefficiente di sicurezza del materiale - SLU:	$\gamma_{s,SLU}$	1.15	[-]
Coefficiente di sicurezza del materiale - SLE:	$\gamma_{s,SLE}$	1.25	[-]
<b>Resistenze:</b>			
Tenisono caratteristica di snervamento:	$f_{yk}$	450.0	[MPa]
Tenisono caratteristica di rottura:	$f_{tk}$	540.0	[MPa]
Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio:	$f_{yd}$	391.3	[MPa]
<b>Deformazioni:</b>			
Deformazione a limite elastico:	$\epsilon_{yd}$	0.0019	[-]
Deformazione ultimadi progetto:	$\epsilon_{ud}$	0.01	[-]
<b>Parametri elastici:</b>			
Modulo elastico:	$E_s$	206000	[MPa]
Modulo di Poisson	$\nu$	0.2	[-]
<b>Tenisono limite:</b>			
Combinazione caratteristica rara:	$\sigma_s$	360	[MPa]

**Tabella 2: Caratteristiche meccaniche dell'acciaio per armature di tipo B450C**

Acciaio da carpenteria:

<b>ACCIAI DA CARPENTERIA (S235 JRH)</b>			
Normativa adottata:		NTC18	[-]
Acciaio da carpenteria		S235	
Coeff. di sicurezza delle sezioni	$\gamma_{M0}$	1.05	[-]
Coeff. di sicurezza ad instabilità	$\gamma_{M1}$	1.05	[-]
Coeff. di sicurezza ad instabilità dei ponti	$\gamma_{M1}$	1.10	[-]
Coeff. di sicurezza delle sezioni tese	$\gamma_{M2}$	1.25	[-]
<b>Resistenze:</b>			
Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk}$	235.0	[MPa]
Tensione caratteristica di rottura:	$f_{tk}$	360.0	[MPa]
Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio:	$f_{yd}$	223.8	[MPa]
<b>Deformazioni:</b>			
Deformazione a limite elastico:	$\epsilon_{yd}$	0.11%	[-]
<b>Parametri elastici:</b>			
Modulo elastico:	$E_s$	210000	[MPa]

**Tabella 3 Caratteristiche meccaniche dell'acciaio da carpenteria S235**

<b>ACCIAI DA CARPENTERIA (S275 JRH)</b>			
Normativa adottata:		NTC18	[-]
Acciaio da carpenteria		S275	
Coeff. di sicurezza delle sezioni	$\gamma_{M0}$	1.05	[-]
Coeff. di sicurezza ad instabilità	$\gamma_{M1}$	1.05	[-]
Coeff. di sicurezza ad instabilità dei ponti	$\gamma_{M1}$	1.10	[-]
Coeff. di sicurezza delle sezioni tese	$\gamma_{M2}$	1.25	[-]
<b>Resistenze:</b>			
Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk}$	275.0	[MPa]
Tensione caratteristica di rottura:	$f_{tk}$	430.0	[MPa]
Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio:	$f_{yd}$	261.9	[MPa]
<b>Deformazioni:</b>			
Deformazione a limite elastico:	$\epsilon_{yd}$	0.12%	[-]
<b>Parametri elastici:</b>			
Modulo elastico:	$E_s$	210000	[MPa]

*Tabella 4 Caratteristiche meccaniche dell'acciaio da carpenteria S275*

### 3.1. DURABILITÀ DELLE OPERE IN CALCESTRUZZO ARMATO

Al fine di garantire buone prestazioni di durabilità delle opere in c.a., occorre adottare alcuni provvedimenti atti a limitare gli effetti degradanti indotti dagli attacchi chimico-fisici.

Per i provvedimenti e la definizione della classe di esposizione ambientale, si è fatto riferimento alle indicazioni contenute in EC2 1-1 §4.4.1. e NTC18 §4.1.6.1.3.

Con riferimento agli elementi strutturali in c.a. si individua una classe di esposizione:

- 1) XC3 per gli elementi in elevazione, ipotizzando una corrosione indotta da carbonatazione (**Condizioni Ordinarie**)

In funzione delle considerazioni di cui sopra, ed in ragione della vita utile di progetto della struttura, assunta pari a 50 anni, si dovrà garantire un copriferro netto maggiore o uguale di quanto specificato nel § C4.4.6.1.3 e in Tabella 5.

$C_{min}$	$C_o$	ambiente	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	
			$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
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

*Tabella 5: Copriferri minimi in mm*

Per gli elementi di fondazione:

---

### **Analisi di durabilità e calcolo del copriferro**

---

Normativa adottata: NTC18 § 4.1.6.1.3. e § C4.1.6.1.3

---

#### **Requisiti di durabilità:**

Vita utile di progetto:	< 100 anni
Classe di resistenza del calcestruzzo: C=	C25/30
Elemento simile ad una soletta:	NO
Controllo di qualità della produzione del cls:	NO
Tipologia di acciaio:	ORDINARIO
Diametro max della barra da carpenteria: [mm]	26
Disposizione delle barre	2
Classe di esposizione	XC3
XC3:	Corrosione indotta da carbonatazione

---

#### **Calcolo del copriferro minimo:**

Copriferro minimo Tabella (C 4.1.IV)	$C_{min}$	25	[mm]
Incremento dovuto alla vita nominale (>100 anni):	$\Delta C_{vita\ nominale}$	0	[mm]
Incremento dovuto alla classe del cls ( $C < C_{min}$ ):	$\Delta C_{classe}$	0	[mm]
Incremento dovuto al controllo di qualità:	$\Delta C_{controllo}$	0	[mm]
Copriferro minimo ( $\Sigma$ )	$C_{min}$	25	[mm]

---

#### **Calcolo del copriferro nominale:**

Copriferro minimo	$C_{min}$	25	[mm]
Tolleranza di posa:	$\Delta C_{dev}$	10	[mm]
Copriferro nominale § 4.4.1.1:	$C_{nom}$	35	[mm]

---

#### **Tabella riepilogativa:**

Classe di esposizione:	XC3
Condizioni ambientali (Tab.4.1 III NTC 18):	Ordinarie
Classe strutturale:	S4

---

<b>Copriferro nominale § 4.4.1.1:</b>	$C_{nom}$	<b>35</b>	<b>[mm]</b>
---------------------------------------	-----------	-----------	-------------

---

*Tabella 6: Calcolo del copriferro nominale – Strutture di fondazione*

Si adotta un copriferro netto  $c=4$  cm



### 3.2. STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

Ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche e della protezione contro il degrado del calcestruzzo si distinguono:

- 1) condizioni ambientali ordinarie, aggressive e molto aggressive;
- 2) armature di tipo sensibile (acciai ordinari) e molto sensibile (acciai da precompressione).

Per il caso in esame, è opportuno limitare l'apertura delle fessure ai limiti sotto indicati:

- Per gli elementi di fondazione (aggressive):
  - Combinazione frequente:  $w_k \leq w_3 = 0.3 \text{ mm}$ ;
  - Combinazione quasi permanente:  $w_k \leq w_2 = 0.2 \text{ mm}$

## 4. ANALISI DEI CARICHI

Oltre all'azione del peso proprio è stata considerata l'azione dovuta al vento, che salvo valutazioni specifiche nei paragrafi specifici è stata assunta:

### 4.1. AZIONE DEL VENTO

In accordo con § 3.3 di NTC18, si riporta di seguito il dettaglio dei calcoli.

<b>Azioni del vento § 3.3 NTC18</b>			
Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_a$ [1/s]
3	27	500	0.02
$a_s$	(altitudine sul livello del mare [m])		40
$T_R$	(Tempo di ritorno [anni])		50
$v_b = v_{b,0}$		per $a_s \leq a_0$	
$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$		per $a_0 < a_s \leq 1500$ m	
Velocità base:	$v_b (T_R = 50)$ [m/s]	27.00	
Coefficiente di ritorno:	$\alpha_R (T_R)$	1.00	
Velocità di riferimento:	$v_b (T_R)$ [m/s]	27.02	
Pressione cinetica di riferimento: $q_b$ [kN/m <sup>2</sup> ]			0.456

*Tabella 7 Pressione cinetica di riferimento*

---

**Tab. 3.3.III Classe di rugosità: A**


---

A) Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m

---



---

**Fig. 3.3.2 Categoria di Esposizione: IV**


---

$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]	$c_t$
0.22	0.3	8	1
$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)]$		per $z \geq z_{min}$	
$c_e(z) = c_e(z_{min})$		per $z < z_{min}$	

---



---

**Fig. 3.3.3 Coefficiente di esposizione**


---

Altezza sul suolo:	$z \leq 8$	$z = 1$	$z = 12$
$c_e$ [-]	1.63	1.63	1.908

---



---

**Fig. 3.3.3 Coefficiente di forma**


---

-	$c_p$ [-]	1.2

---

*Tabella 8 Coefficiente topografico, di esposizione e di forma*

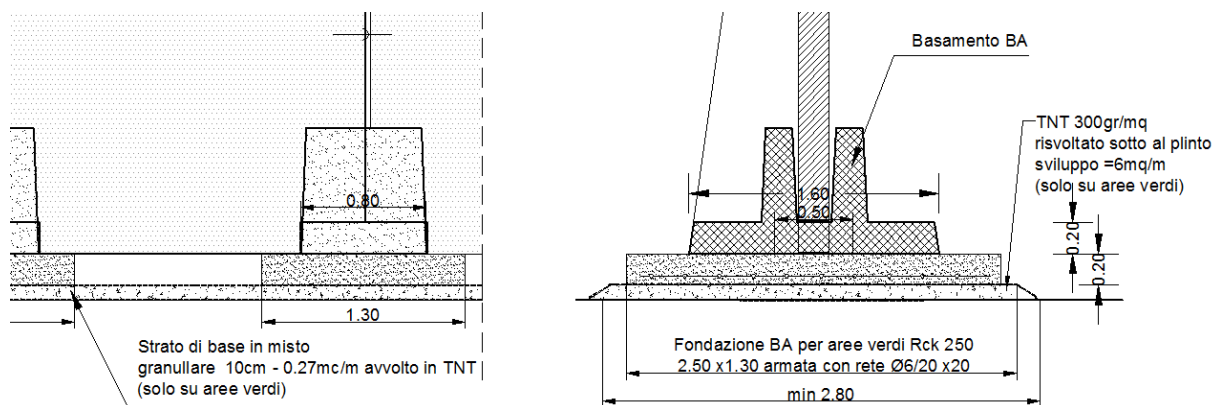
$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 0.90 \left[ \frac{kN}{m^2} \right]$$

## 4.2. FONDAZIONI BARRIERE FONOASSORBENTI IN CALCESTRUZZO H=5.00M

La barriera fonoassorbente in calcestruzzo alta 5m è presente nella trincea 1.

La relazione FEW140CZZCLCA0101001C, riporta le verifiche della barriera e la fondazione a bicchiere della stessa. . Nel caso in cui questa struttura debba essere ubicata nelle aree a verde è necessario inserire un elemento aggiuntivo, costituito da sottofondazione a basamento in calcestruzzo, verificata in questo paragrafo. Si trascura la verifica a ribaltamento del insieme barriera - fondazione perché ovviamente meno sfavorevole di quella riportata nella relazione prima indicata.

In pratica per ogni fondazione a bicchiere viene predisposta una sottofondazione 2.40x1.30x20, che viene posata su uno strato di misto granulare di livellamento di 10cm avvolto in TNT come si può notare nella figura sottostante:



### 4.3. BA 5M - VERIFICA PRESSIONE SUL TERRENO

E' stato verificato che la pressione sul terreno non superi i 0.50 kg/cmq.

<b>Azione del vento e geometria</b>		
Pressione vento	0.9	[kN/m <sup>2</sup> ]
Altezza barriera	5	[m]
Larghezza modulo	2.5	[m]
<b>Pesi</b>		
Peso barriera	42.2	[kN]
Peso basamento	11.2	[kN]
Larghezza basamento	1.6	[m]
<b>Fondazione barriera</b>		
Lunghezza	2.5	[m]
Larghezza	1.3	[m]
Altezza	0.2	[m]
Peso fondazione	16.25	[kN]
<b>Sollecitazioni all'estradosso</b>		
N	58.4	[kN]
H	11.3	[kN]
M	28.1	[kN]
<b>Sollecitazioni all'intradosso</b>		
N	69.6	[kN]
H	11.3	[kN]
M	30.4	[kN]
eccentricità	0.44	[m]
eccentricità limite	0.42	[m]
<b>SEZIONE PARZIALIZZATA</b>		
u	0.83	[m]
σ	0.43	[kg/cm <sup>2</sup> ]



### 4.4. BA 5M - VERIFICA ARMATURA FONDAZIONE.

Con riferimento al filo estremo della fondazione a bicchiere in momento flettente dovuto alla pressione del terreno vale  $M=4.84\text{kNm}$ .

$$M = \frac{q \cdot l^2}{2} = \frac{43 \cdot 0.4^2}{2} = 3.44 \text{ kN m}$$

La soletta si arma inferiormente con rete elettrosaldata f6/20x20, e la verifica viene soddisfatta.

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. Key sections include:

- Titolo:** Empty text field.
- N° strati barre:** 1 (with Zoom button).
- Table 1:**

N°	b [cm]	h [cm]
1	130	20
- Table 2:**

N°	As [cm²]	d [cm]
1	1.41	15
- Sollecitazioni:** S.L.U. (selected) / Metodo n.
- Materiali:**
  - B450C:**  $\epsilon_{su}$  10 ‰,  $f_{yd}$  391.3 N/mm²,  $E_s$  200.000 N/mm²,  $E_s/E_c$  15,  $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰,  $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm².
  - C20/25:**  $\epsilon_{c2}$  2 ‰,  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰,  $f_{cd}$  11.33,  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8,  $\sigma_{c,adm}$  8.5,  $\tau_{co}$  0.5333,  $\tau_{c1}$  1.686.
- Calcolo:**
  - Momento:**  $M_{xRd}$  8.064 kN m
  - Tensioni:**  $\sigma_c$  -7.162 N/mm²,  $\sigma_s$  391.3 N/mm²,  $\epsilon_c$  0.787 ‰,  $\epsilon_s$  10 ‰.
  - Dimensioni:**  $d$  15 cm,  $x$  1.094,  $x/d$  0.07296,  $\delta$  0.7.
- Tipologia:** Lato acciaio - Acciaio snervato.
- Metodo di calcolo:** S.L.U.+ (selected), Metodo n.
- Tipologia flessione:** Retta (selected), Deviata.
- Parametri:** N° rett. 100, Col. modello.
- Precompresso:**

### 5. BA 3M

La relazione di calcolo della barriera antirumore e antipolvere di altezza nominale 3m è le FEW1.4.0.C.ZZ.CL.CA.01.0.0.001\_B vidimata, e comprende anche la verifica della pressione sul terreno di appoggio che risulta essere 0.4 kg/cmq. Pertanto non è necessario prevedere nessuna verifica integrativa.

## 6. RECINZIONI CON PONTEGGI PREFABBRICATI H=5.00M E H=3.00M

### 6.1. DESCRIZIONE STRUTTURE E METODI DI VERIFICA ADOTTATI

Per la chiusura perimetrale del cantiere si prevede la realizzazione di un ponteggio di sostegno della recinzione e del telo serigrafato, con moduli prefabbricati 1.80x1.05, e ancorato a terra con golfari su fondazioni in calcestruzzo che fanno anche da zavorra (caso della trincea 1), o direttamente sulla pavimentazione in asfalto (caso delle trincee 3 e 4).

Si prevede l'impiego di ponteggio tipo Tel Dal t/uniform da manutenzione o similare in acciaio 235JR, montato come da manuale del produttore (completo di controventi verticali, di piano, basette di appoggio a terra e spine anti sollevamento) che ammette una sollecitazione di compressione alla base del montante di  $N=9.5$  kN

I puntoni e i traversi impiegati per l'attacco del ponteggio a terra sono costituiti da tubi 48.3 sp 3.2 in acciaio 235JR collegati tra loro ed ai montanti con morsetti fissi ed orientabili in acciaio S355MC UNI EN 10149-1, che trasmettono carico ammissibile di 11kN.

L'ancoraggio a terra avviene tramite golfari  $\varnothing 50$  tipo VORPA TOP L12/130 o similare, che hanno una resistenza a trazione di 45kN, e utilizzando il coefficiente di sicurezza raccomandato dal produttore non inferiore a 3, otteniamo  $N_{amm}=15$  kN.

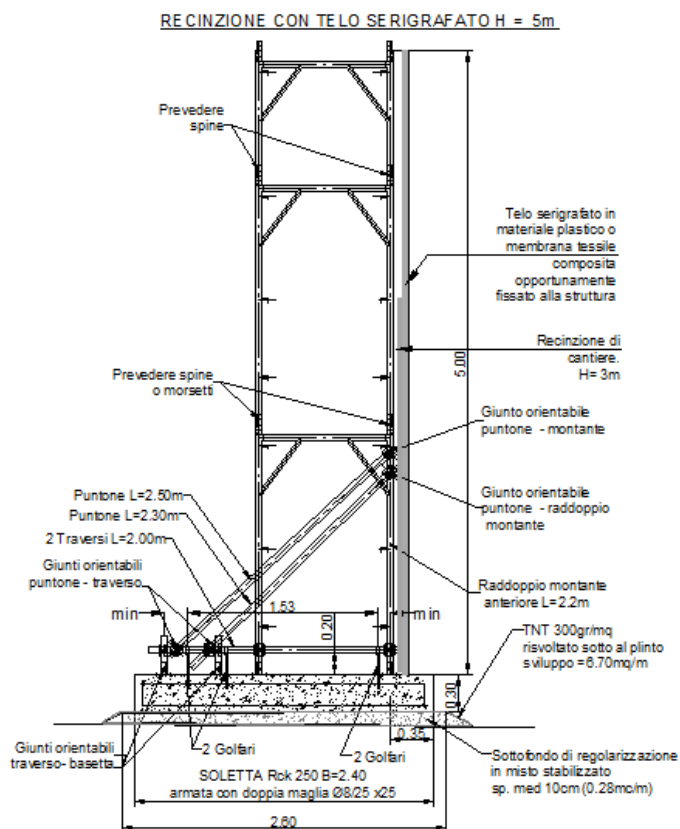
Il calcolo è stato eseguito su un elemento piano, assegnando all'montante esterno il carico orizzontale dovuto al vento di una campata 1.8m ed ovviamente il peso proprio degli elementi strutturali del ponteggio.

Per quanto riguarda le verifiche si è proceduto come segue:

- Per gli elementi strutturali del ponteggio si è limitati a verificare che le sollecitazioni di compressione non superino i limiti precedenti descritti.
- Per i golfari si è limitati a verificare che le sollecitazioni di trazione non superino i limiti precedenti descritti.
- Per gli elementi aggiuntivi: puntoni e traversi si sono eseguite delle verifiche aggiuntive.

## 6.2. PONTEGGIO H= 5M

Il ponteggio da 5m viene eseguito con due file di moduli da 2m e uno da 1m, con il raddoppio del montante anteriore, con dei tubi per i primi 2m di altezza, mentre per l’attacco sull’appoggio (fondazione o pavimentazione) si prevedono due coppie di golfari Ø50 collegati ai montanti della stilata dei ponteggi con una coppia di traversi e una coppia di puntone a montante come si può vedere nella figura sottostante.



### 6.2.1. Verifica a ribaltamento e della pressione di contatto

Il ponteggio così realizzato viene montato sulla soletta di fondazione larga 2.40m (trincea 1) eseguita fuori terra su uno strato di misto granulare di livellamento di 10cm di spessore, o sulla pavimentazione stradale (trincea 3). In seguito viene riportata la verifica a ribaltamento del ponteggio fissato sulla fondazione in calcestruzzo.

La verifica è stata eseguita per un'altezza complessiva di 5.30 nel caso in cui non fossero reperibili mezzi moduli prefabbricati alti 1m, ma alti 1.30m come riscontrato nella presente fase di progettazione.

<b>Azione del vento e geometria</b>		
Pressione vento (SLU)	1.35	[kN/m <sup>2</sup> ]
Altezza barriera	5.3	[m]
Larghezza modulo	1.8	[m]
<b>Pesi</b>		
Peso ponteggio	0.4	[kN]
Peso su ponteggio	-	[kN]
Larghezza ponteggio	1.05	[m]
Eccentricità ponteggio	0.33	[m]
<b>Fondazione ponteggio</b>		
Lunghezza	2.4	[m]
Larghezza	1.8	[m]
Altezza	0.3	[m]
Peso fondazione	32.4	[kN]
<b>Sollecitazioni all'estradosso</b>		
N	0.4	[kN]
H	12.9	[kN]
M	34.1	[kN]
<b>Sollecitazioni all'intradosso</b>		
N	32.8	[kN]
H	12.9	[kN]
M	38.0	[kN]
<b>Verifica ribaltamento (SLU)</b>		
$M_{ribaltante}$	37.99	[m]
$M_{stabilizzante}$	39.36	[m]
$F_s$	1.04	
<b>Verifica pressioni sul terreno (CH)</b>		
eccentricità	1.16	[m]
eccentricità limite	0.40	[m]
<b>SEZIONE PARZIALIZZATA</b>		
u	0.43	[m]
$\sigma$	0.28	[kg/cm <sup>2</sup> ]





### 6.2.3. Verifica golfari

Le sollecitazioni sugli appoggi valgono:



Essendo superiori al carico ammissibile 15kN, si dispongono 2 golfari anteriormente e 2 posteriormente, con un carico effettivo di  $17.12/2=8.56 \text{ kN} \ll 15\text{kN}$ ; considerando un incremento di 20% dovuto al minor braccio dei golfari rispetto ai montanti compressi la verifica rimane lo stesso ampiamente soddisfatta. Si rimanda alla fase progettuale successiva per gli approfondimenti sulla tenuta dei golfari sulla superficie in conglomerato bituminoso dei cantieri 3 e 4.

### 6.2.4. Verifica puntone

Le sollecitazioni nel puntone valgono  $N=10.02\text{kN}$  e la verifica è in seguito riportata.

VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' PER PROFILI CAVI A SEZIONE CIRCOLARE													
Dati INPUT			Dati OUTPUT										
Caratteristiche acciaio			Dati geometrici										
Qualità acciaio:	UNI EN 10210 S 235 H		Diametro esterno	Spessore	Classe della sezione	Area sezione trasversale	Momento inerzia	Raggio giratore inerzia	Modulo resistente elastico	Modulo resistente plastico	massa per unità di lunghezza	Superf. per unità di lunghezza	Lunghezza per tonnellata
$f_{yk}$	235	[Mpa]	D	T	1	A	I	i	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	M	A <sub>s</sub>	L/1t
$f_{tk}$	360	[Mpa]	[mm]	[mm]		[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[kg/m]	[m <sup>2</sup> /m]	[m]
			48.3	3.2		4.53	11.59	1.60	4.80	6.52	3.56	0.15	280.97
Geometria sezione			Verifiche secondo NTC2018 - §4.2										
D =	48.3	[mm]	Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1)				$N_{pl,Rd} =$	101.47	$N_{Ed} / N_{pl,Rd} =$				
t =	3.2	[mm]	Verifica a compressione (4.2.4.1.2.2)				$N_{c,Rd} =$	101.47	$N_{Ed} / N_{c,Rd} =$		0.10	verifica soddisfatta	
Lunghezza e vincoli asta			Verifica a flessione retta (4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6)				$M_{c,Rd} =$	1.46	$M_{y,Ed} / M_{c,Rd} =$		0.12	verifica soddisfatta	
L =	2.35	[m]	Verifica a taglio (4.2.4.1.2.4)				$V_{c,Rd} =$	37.30	$V_{Ed} / V_{c,Rd} =$		0.00	verifica soddisfatta	
$\beta =$	1.00	[-]	Verifica a presso/tenso-flessione retta (4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.9)				Sez. Classe 1-2 $M_{N,Rd} =$	1.46	$M_{Ed} / M_{N,Rd} =$		0.12	verifica soddisfatta	
Sollecitazioni agenti			Verifica stabilità membrature compresse (4.2.4.1.3.1)				$N_{b,Rd} =$	35.12	$N_{Ed} / N_{b,Rd} =$		0.29	verifica soddisfatta	
$N_{Ed} =$	-10.02	[kN]	Verifica stabilità membrature presso-inflesse (4.2.4.1.3.3)				$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} =$		0.40		verifica soddisfatta		
$V_{Ed} =$	0.00	[kN]											
$M_{y,Ed} =$	0.17	[kNm]											
$\psi =$	0.00												

Sarà comunque previsto un puntone doppio, per garantire l'integrità del meccanismo puntone-tirante sia del montante che del rinforzo del montante. Nelle zone d'angolo, dove i lati del ponteggio si puntellano a vicenda per una lunghezza pari all'altezza del ponteggio (su ogni lato) si potrà disporre un solo ordine di ancoraggi, predisponendo idonei puntoni tra i due lati del ponteggio. Per eventuali integrazioni si rimanda al progetto di dettaglio.

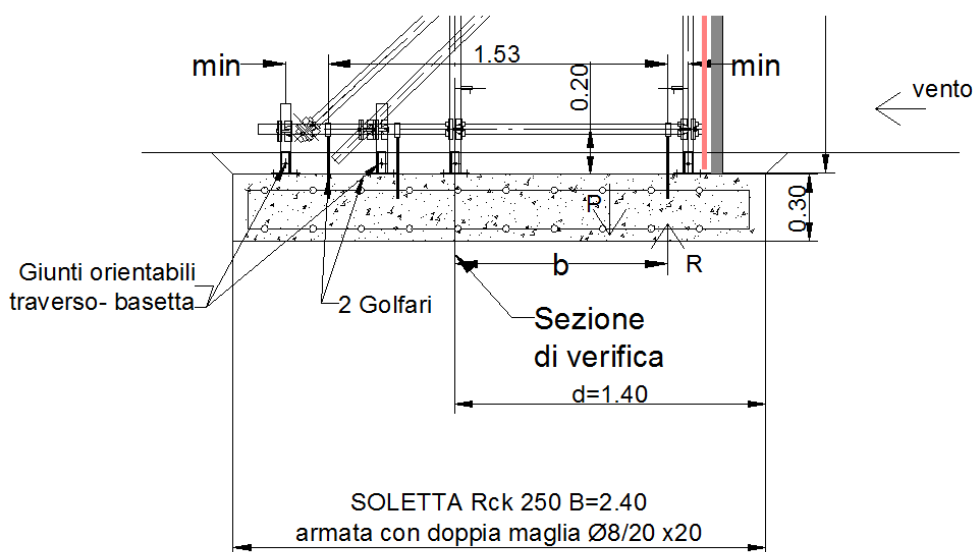
### 6.2.5. Verifica traverso

Il traverso di attacco del ponteggio ai golfari viene dimensionato a taglio prendendo come sollecitazione di verifica il carico ammissibile dei golfari 15kN.

VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' PER PROFILI CAVI A SEZIONE CIRCOLARE														
Dati INPUT				Dati OUTPUT										
Caratteristiche acciaio				Dati geometrici										
Qualità acciaio:	UNI EN 10210 S 235 H			Diametro esterno	Spessore	Classe della sezione	Area sezione trasversale	Momento inerzia	Raggio giratore inerzia	Modulo resistente elastico	Modulo resistente plastico	massa per unità di lunghezza	Superf. per unità di lunghezza	Lunghezza per tonnellata
$f_{yk} =$	235	[Mpa]		D	T	1	A	I	i	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	M	As	L/1t
$f_{tk} =$	360	[Mpa]		[mm]	[mm]		[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[kg/m]	[m <sup>2</sup> /m]	[m]
				48.3	3.2		4.53	11.59	1.60	4.80	6.52	3.56	0.15	280.97
Geometria sezione				Verifiche secondo NTC2018 - §4.2										
D =	48.3	[mm]		Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1)			$N_{p,Rd} =$	101.47	$N_{Ed} / N_{p,Rd} =$	0.00	verifica soddisfatta			
t =	3.2	[mm]		Verifica a compressione (4.2.4.1.2.2)			$N_{c,Rd} =$	101.47	$N_{Ed} / N_{c,Rd} =$	0.00	verifica soddisfatta			
Lunghezza e vincoli asta				Verifica a flessione retta (4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6)			$M_{c,Rd} =$	1.46	$M_{y,Ed} / M_{c,Rd} =$	0.00	verifica soddisfatta			
L =	0.00	[m]		Verifica a taglio (4.2.4.1.2.4)			$V_{c,Rd} =$	37.30	$V_{Ed} / V_{c,Rd} =$	0.40	verifica soddisfatta			
Sollecitazioni agenti				Verifica a presso/tenso-flessione retta (4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.9)			Sez. Classe 1-2 $M_{N,Rd} =$	1.46	$M_{Ed} / M_{N,Rd} =$	0.00	verifica soddisfatta			
$N_{Ed} =$	0.00	[kN]		Verifica stabilità membrature compresse (4.2.4.1.3.1)			$N_{b,Rd} =$	101.47	$N_{Ed} / N_{b,Rd} =$	0.00	verifica soddisfatta			
$V_{Ed} =$	15.00	[kN]		Verifica stabilità membrature presso-inflesse (4.2.4.1.3.3)			$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} =$		0.00	verifica soddisfatta				
$M_{y,Ed} =$	0.00	[kNm]												
$\psi =$	0.00													

### 6.2.6. Verifica fondazione

La verifica della soletta di base è stata eseguita considerando il vento dal esterno del cantiere verso l'interno del cantiere, e ipotizzando la sezione critica in corrispondenza del montante interno della stilata. Il momento di verifica è dato dalla trazione nel golfare togliendo il contributo del peso proprio della soletta stessa, come schematizzato nella figura sottostante:



$$M_{Ed} = R_b \cdot b - P \cdot \frac{d}{2} = 17.12 \cdot 1.05 - 25 \cdot (1.4 \cdot 0.3 \cdot 1.8) \cdot \frac{1.4}{2} = 4.75 \text{ kNm}$$

la verifica è in seguito riportata:  $M_{Ed} \ll M_{Rd} = 24 \text{ kNm}$

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo :

N° strati barre 1 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	180	30	1	2.51	25

Tipo Sezione  
 Rettang.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

N Ed 0 kN  
 M xEd 0 kNm  
 M yEd 0 kNm

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo  
 S.L.U.  Metodo n

Tipo flessione  
 Retta  Deviate

N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 Ld 0 cm Col. modello

Precompresso

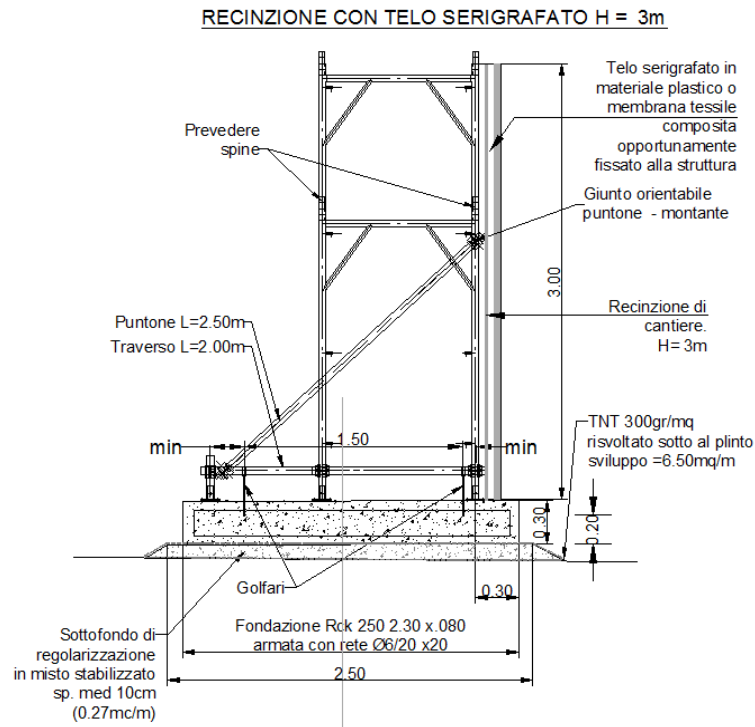
Materiali  
 B450C C20/25

$\epsilon_{su}$ 10 ‰	$\epsilon_{c2}$ 2 ‰	$\sigma_c$ 6.402 N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$ 391.3 N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$ 3.5 ‰	$\sigma_s$ 391.3 N/mm <sup>2</sup>
$E_s$ 210000 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$ 11.33	$\epsilon_c$ 0.681 ‰
$E_s/E_c$ 15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0.8	$\epsilon_s$ 10 ‰
$\epsilon_{syd}$ 1.863 ‰	$\alpha_{c,adm}$ 8.5	d 25 cm
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$ 0.5333	$\times$ 1.594 $\times/d$ 0.06375
$\tau_{c1}$ 1.686		$\delta$ 0.7

M xRd 24.01 kNm

### 6.3. PONTEGGIO H= 3 M

Il ponteggio da 3m viene eseguito con una fila di moduli da 2m e uno da 1m, mentre per l'attacco sull'appoggio (fondazione o pavimentazione) si prevede una coppia di golfari Ø50 collegati ai montanti della stilata dei ponteggi con un traverso e un puntone a montante come si può vedere nella figura sottostante.

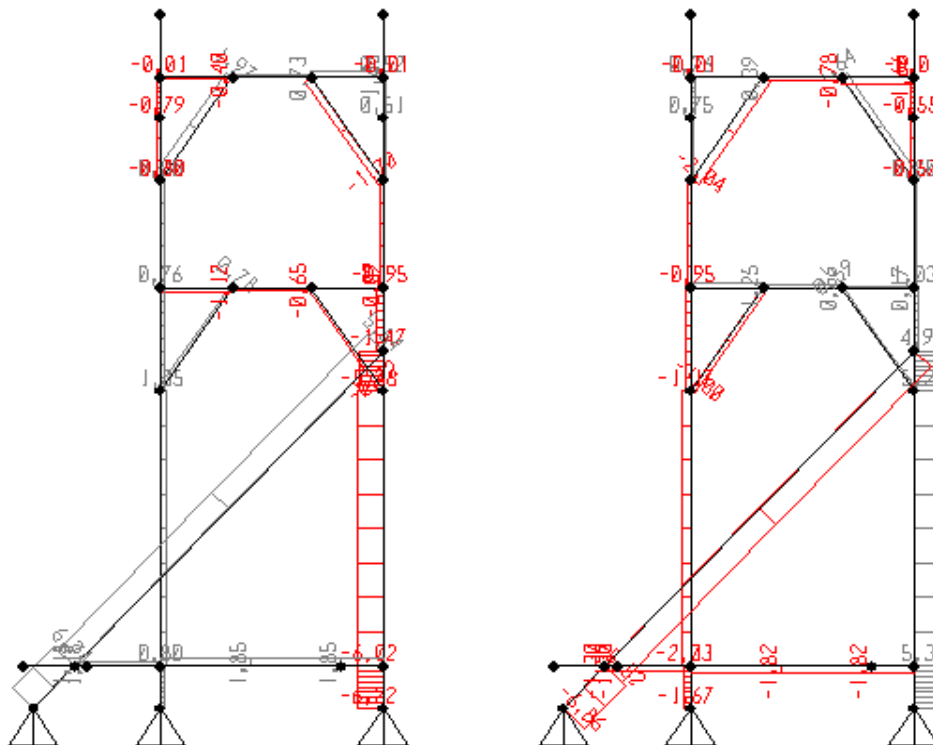


### 6.3.1. Verifica a ribaltamento

Il ponteggio così realizzato viene montato su plinti di fondazione 2.30x0.80m (trincea 1), o sulla pavimentazione stradale (trincea 4). In seguito viene riportata la verifica a ribaltamento del ponteggio fissato sulla fondazione in calcestruzzo.

<b>Azione del vento e geometria</b>		
Pressione vento (SLU)	1.35	[kN/m <sup>2</sup> ]
Altezza barriera	3.3	[m]
Larghezza modulo	1.8	[m]
<b>Pesi</b>		
Peso ponteggio	0.3	[kN]
Peso su ponteggio	-	[kN]
Larghezza ponteggio	1.05	[m]
Eccentricità ponteggio	0.33	[m]
<b>Fondazione ponteggio</b>		
Lunghezza	2.3	[m]
Profondità	0.8	[m]
Altezza	0.3	[m]
Peso fondazione	13.8	[kN]
<b>Sollecitazioni all'estradosso</b>		
N	0.3	[kN]
H	8.02	[kN]
M	13.2	[kN]
<b>Sollecitazioni all'intradosso</b>		
N	14.1	[kN]
H	8.0	[kN]
M	15.6	[kN]
<b>Verifica ribaltamento (SLU)</b>		
$M_{ribaltante}$	15.64	[m]
$M_{stabilizzante}$	16.22	[m]
$F_S$	1.04	
<b>Verifica pressioni sul terreno (SLE)</b>		
eccentricità	1.109	[m]
eccentricità limite	0.383	[m]
<b>SEZIONE PARZIALIZZATA</b>		
u	0.41	[m]
$\sigma$	0.29	[kg/cm <sup>2</sup> ]

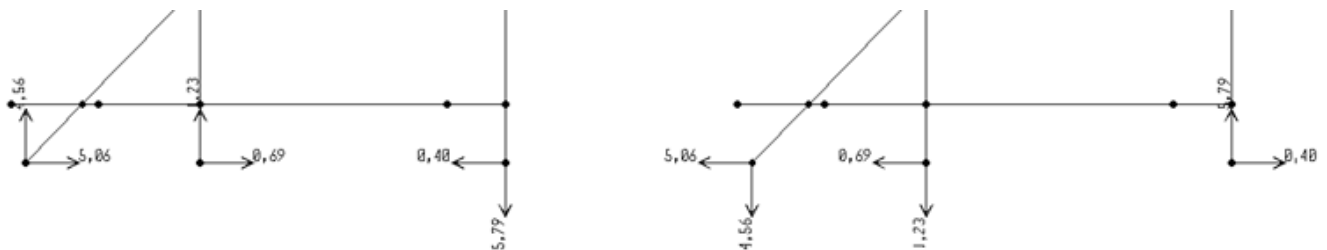
### 6.3.2. Sollecitazione nel ponteggio



Come si può notare nel diagramma dei sforzi assiali le sollecitazioni sono inferiori ai valori ammissibili

### 6.3.3. Verifica golfari

Le sollecitazioni sui appoggi valgono:



Si dispone un golfare anteriore e uno inferiore, con un carico a golfare di 5.80.

### 6.3.4. Verifica puntone

Si trascura la verifica del puntone in quanto le sollecitazioni sono minori rispetto al puntone del ponteggio da 5m.

### 6.3.5. Verifica fondazione

La verifica della fondazione è stata eseguita come spiegato nel paragrafo del ponteggio da 5 m.

$$M_{Ed} = R_b \cdot b - P \cdot \frac{d}{2} = 5.8 \cdot 1.05 - 25 \cdot (1.35 \cdot 0.3 \cdot 1.8) \cdot \frac{1.35}{2} = 0.62 \text{ kNm}$$

la verifica è in seguito riportata:  $M_{Ed} \ll M_{Rd} = 24 \text{ kNm}$

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre [1] Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	180	30	1	2,51	25

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord [cm] xN [ ] yN [ ]

Tipo rottura  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo  
 S.L.U.  S.I.U.  
 Metodo n

Tipo flessione  
 Retta  Deviato

N° rett. 100

Calcola MRd | Dominio M-N

L<sub>0</sub> [ ] cm Col. modello

Precompresso

Materiali  
 B450C C20/25  
 $\epsilon_{cu}$  10 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391,3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$  3,5 ‰  
 $E_s$  210000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$  11,33 ‰  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0,8 ‰  
 $\epsilon_{syd}$  1,863 ‰  $\sigma_{c,adm}$  8,5  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$  0,5333  
 $\tau_{c1}$  1,686

M xFd 24,01 kNm  
 $\sigma_c$  -6,402 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  391,3 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c$  0,681 ‰  
 $\epsilon_s$  10 ‰  
 d 25 cm  
 $\lambda$  1,594  $\lambda/d$  0,06375  
 $\delta$  0,7

## 7. STRUTTURE SOSTEGNO TELI INTORNO AI SILOS INERTI

### 7.1. GEOMETRIA

Il calcolo è stato effettuato su una struttura intelaiata di altezza 9m, montate intorno ai silos inerti di 8m.

La struttura è costituita da un telaio tridimensionale, a tre livelli da 3m ciascuno.

Il montaggio sarà effettuato con il sistema Innocente a tubi e giunti.

FOTO	DESCRIZIONE PRODOTTO		PESO MEDIO Kg.	IMBALLO		CODICE ARTICOLO
	MODELLO	CARATTERISTICHE TECNICHE		N. PEZZI		
	TUBO DIAMETRO mm. 48 OMOLOGATO	- Lunghezza standard 6 mt. - Spessore 3,25 mm. (Tolleranza +12% -5%) - Verniciato	3,40 al mt	Fascio 50		TUBO INNOCEN.
	TUBO DIAMETRO mm. 48 OMOLOGATO	- Lunghezza standard 6 mt. - Spessore 3,25 mm. (Tolleranza +12% -5%) - Zincato a caldo	3,70 al mt	Fascio 50		TUBO ZINCATO
	SPINOTTO	- Per tubo diametro mm. 48 - Lunghezza 200 mm. - Verniciato	0,5	Sacco 50		SPI.
	GIUNTO ORTOGONALE	- Cappelletti in fusione - Nucleo in fusione - Diametro per tubo 48 mm. - Dado chiave 21 mm. - Zincato a freddo	15,5	1 500		MORS. ORT. TRO.
	GIUNTO GIREVOLE	- Cappelletti in fusione - Nucleo in acciaio forgiato - Diametro per tubo 48 mm. - Dado chiave 21 mm. - Zincato a freddo	2,00	1 400		MORS. GIRE. ZIF.
	GIUNTO SEMPLICE	- Martelletto e bullone - Diametro per tubo 48 mm. - Dado chiave 21 mm. - Zincato a freddo	1,00	Sacco 30		MORS. SEMPL. ZI.
	GIUNTO DI TESTATA	- Zincato a freddo	0,95	Sacco 25		MORS. AT.

**Tubi**

**Materiale**

- Acciaio S235JRH e S355JOH

**Protezione**

- Zincatura a caldo: spessore medio minimo garantito 55 micron
- Zincatura Sendzimir: spessore medio minimo garantito 15 micron
- Verniciatura: per immersione con durabilità minima secondo prova standard ASTM D 2247-87 in camera umidostatica

**Dimensioni**

- Diametro esterno: 48,3 mm
- Spessore nominale: 3,2 mm
- Sezione: 4,53 cm<sup>2</sup>
- Momento di inerzia: 11,59 cm<sup>4</sup>
- Modulo di resistenza: 4,80 cm<sup>3</sup>
- Raggio d'inerzia: 1,60 cm
- Pezzature di tubo disponibili:  
6,0 m 5,4 m  
5,0 m 4,5 m  
4,0 m 3,6 m  
3,25 m 3,0 m  
2,75 m 2,5 m  
2,25 m 2,0 m  
1,8 m 1,5 m  
1,25 m 1,2 m  
1,0 m 0,9 m  
0,75 m 0,6 m  
0,5 m 0,4 m

---

**Norme di produzione**

- Autorizzazione Ministeriale n.23287 del 24/02/1973 e successive estensioni
- UNI EN 74, EN 39
- D.P.R. 07/01/56 n. 164
- Disciplinare ACAI sul marchio SQ

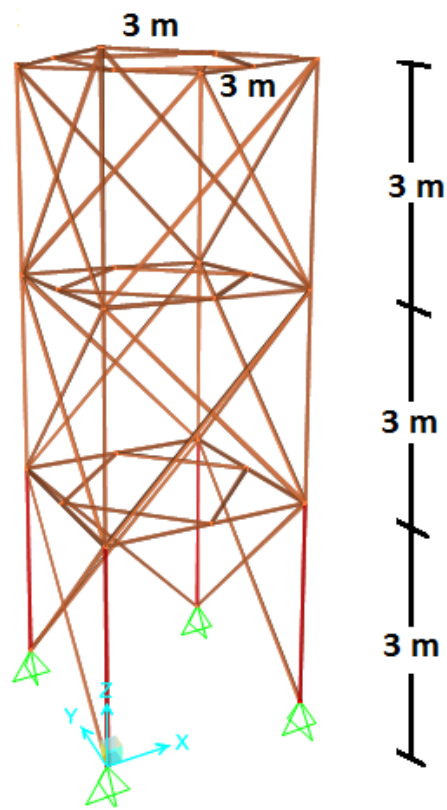


La struttura è interamente controventata, eccetto uno dei 4 lati del primo livello, per consentirne l'accesso.

Al fine di creare un vincolo all'eccessiva deformabilità, ma soprattutto per soddisfare le verifiche strutturali, il telaio presenta dei controventi saldati nel piano orizzontale ed i montanti del primo livello sono costituiti da doppio tubo innocente.

La struttura sarà rivestita dal secondo all'ultimo livello da un telo serigrafato, che scaricherà l'azione del vento sulla stessa.





**GEOMETRIA-Rendering**

## 7.2. MODELLAZIONE

La struttura è modellata con il Software di calcolo agli Elementi Finiti Midas Gen.

Tutte le aste sono ipotizzate incernierate compreso il vincolo a terra.

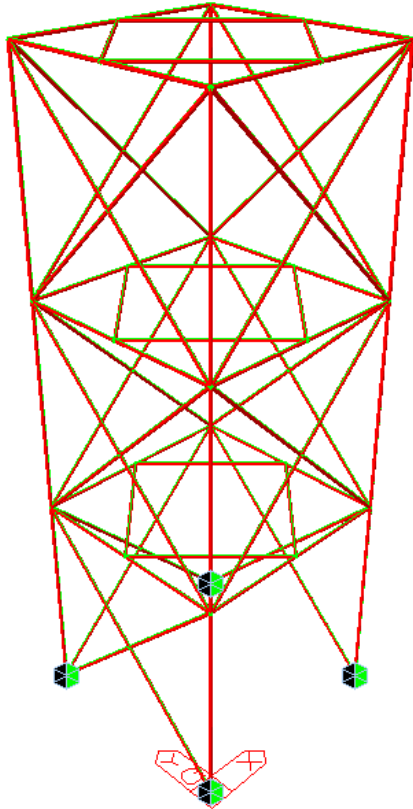


Figura 5 Prospettiva – Modello 3D

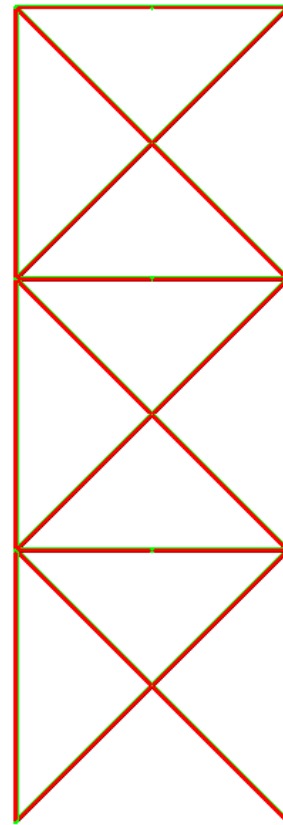


Figura 6 Vista laterale – Modello 3D

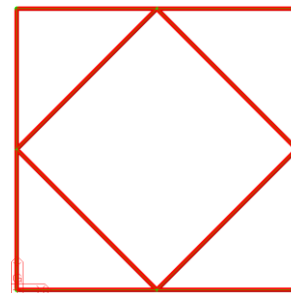


Figura 7 Pianta – Modello 3D

### 7.3. ANALISI DEI CARICHI

Di seguito si riporta l'analisi dei carichi, considerando come carico dimensionante la forza del VENTO.

#### 7.3.1. Carichi permanenti strutturali

- Peso specifico dell'acciaio  $78.50 \text{ kN/m}^3$

#### 7.3.2. Carichi accidentali – vento

La pressione del vento è conforme al capitolo della presente relazione.

Nella fattispecie si considera applicato ad entrambe le strutture la forza massima del vento, che per la struttura alta 9m, comporta un incremento di circa il 20% dell'azione di cui al cap.4.

Va comunque osservato che è cautelativo far agire sulle strutture in questione la forza del vento suddetta, in quanto esse saranno, con molta probabilità, ricoperte da teli serigrafati che sono microforati, riducendo così sensibilmente l'azione del vento.

La pressione del vento è applicata cautelativamente e secondo il principio delle aree d'influenza alle travi come in figure seguenti:

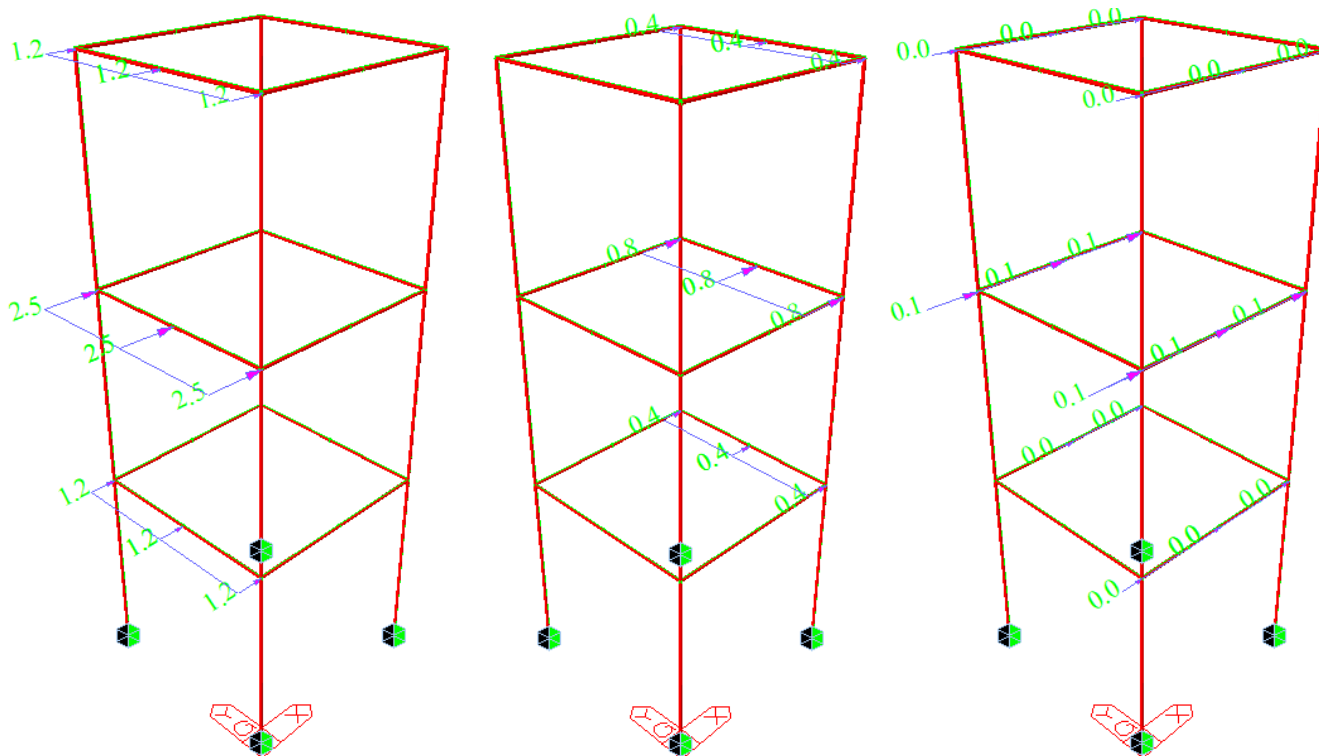


Figura 8 Sopra Vento

Figura 9 Sotto Vento

Figura 10 Tangente

### 7.4. VERIFICHE – RESISTENZA

Le verifiche di resistenza degli elementi del ponteggio in oggetto sono effettuate secondo NTC18

Per le aste che lo richiedono si effettuano le verifiche per carico di punta centrato.

Nelle pagine successive si riportano le verifiche di resistenza di tutti gli elementi della struttura.

Si osservi che giustamente le minime caratteristiche inerziali del doppio tubolare dei montanti del primo livello, è stato assunto pari al doppio di quelle del singolo tubolare.

#### Tabelle di verifica struttura da 9m

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)	M [kNm]
1	SLU	I[1]	9.17	0	0	-0.02	-0.01	0	0.01
1	SLU	J[5]	9.17	0	0	-0.02	-0.02	0	0.02
2	SLU	I[3]	25.93	0.01	0	0.02	0	0.01	0.01
2	SLU	J[7]	25.93	0.01	0	0.02	0.01	-0.01	0.01
3	SLU	I[4]	-25.86	0	0.01	-0.01	0.01	0	0.01
3	SLU	J[8]	-25.86	0	0.01	-0.01	-0.01	0	0.01
4	SLU	I[2]	-9.19	0	0.01	0.01	0.01	0	0.01
4	SLU	J[6]	-9.19	0	0.01	0.01	-0.03	0.01	0.03
5	SLU	I[7]	2.89	0	0	0.03	-0.01	0	0.01
5	SLU	J[11]	2.89	0	0	0.03	0	0	0.00
6	SLU	I[5]	13.4	0	-0.01	-0.02	-0.01	0	0.01
6	SLU	J[9]	13.4	0	-0.01	-0.02	0.01	0	0.01
7	SLU	I[8]	-2.67	0	0	-0.01	0	0.01	0.01
7	SLU	J[12]	-2.67	0	0	-0.01	0	0	0.00
8	SLU	I[6]	-13.18	0	0	0.01	0	0	0.00
8	SLU	J[10]	-13.18	0	0	0.01	0	0	0.00
9	SLU	I[10]	-3.49	0	0	-0.01	0	0	0.00
9	SLU	J[14]	-3.49	0	0	-0.01	0	-0.01	0.01
10	SLU	I[9]	3.71	0	0	0.02	0	0	0.00
10	SLU	J[13]	3.71	0	0	0.02	0	0	0.00
11	SLU	I[12]	0.4	0	0	0.01	0	0	0.00
11	SLU	J[16]	0.4	0	0	0.01	0	0.01	0.01
12	SLU	I[11]	-0.17	0	0	-0.02	0	0	0.00
12	SLU	J[15]	-0.17	0	0	-0.02	0	0	0.00

MONTANTI

Doppio tubolare:  $N_{max} = -25.86$  kN (per la verifica si adotta  $N/2$ )

VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' PER PROFILI CAVI A SEZIONE CIRCOLARE													
Dati INPUT				Dati OUTPUT									
Caratteristiche acciaio				Dati geometrici									
Qualità acciaio:	UNI EN 10210 S 235 H	Diametro esterno	Spessore	Classe della sezione	Area sezione trasversale	Momento inerzia	Raggio giratore inerzia	Modulo resistente elastico	Modulo resistente plastico	massa per unità di lunghezza	Superf. per unità di lunghezza	Lunghezza per tonnellata	
$f_{yk} =$	235 [Mpa]	D	T	1	A	I	i	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	M	As	L/1t	
$f_{tk} =$	360 [Mpa]	[mm]	[mm]		[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[kg/m]	[m <sup>2</sup> /m]	[m]	
		48.3	3.2	4.53 11.59 1.60 4.80 6.52 3.56 0.15 280.97									
Geometria sezione				Verifiche secondo NTC2018 - §4.2									
D =	48.3 [mm]	Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1)				$N_{pl,Rd} =$	101.47	$N_{Ed} / N_{pl,Rd} =$					
t =	3.2 [mm]	Verifica a compressione (4.2.4.1.2.2)				$N_{c,Rd} =$	101.47	$N_{Ed} / N_{c,Rd} =$		0.13	verifica soddisfatta		
Lunghezza e vincoli asta				Verifica a flessione retta (4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6)				$M_{c,Rd} =$	1.46	$M_{y,Ed} / M_{c,Rd} =$		0.00	verifica soddisfatta
L =	3.00 [m]	Verifica a taglio (4.2.4.1.2.4)				$V_{c,Rd} =$	37.30	$V_{Ed} / V_{c,Rd} =$		0.00			
$\beta =$	1.00 [-]					Verifica a presso/tenso-flessione retta (4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.9)				$M_{N,Rd} =$	1.46	$M_{Ed} / M_{N,Rd} =$	
Sollecitazioni agenti				Verifica stabilità membrane compresse (4.2.4.1.3.1)				$N_{b,Rd} =$	22.65	$N_{Ed} / N_{b,Rd} =$		0.57	verifica soddisfatta
				Verifica stabilità membrane presso-inflesse (4.2.4.1.3.3)				$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} = 0.57$					

Singolo tubolare:  $N_{max} = -13.18$  kN.

VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' PER PROFILI CAVI A SEZIONE CIRCOLARE														
Dati INPUT				Dati OUTPUT										
Caratteristiche acciaio				Dati geometrici										
Qualità acciaio:	UNI EN 10210 S 235 H			Diametro esterno	Spessore	Classe della sezione	Area sezione trasversale	Momento inerzia	Raggio giratore inerzia	Modulo resistente elastico	Modulo resistente plastico	massa per unità di lunghezza	Superf. per unità di lunghezza	Lunghezza per tonnellata
$f_{yk} =$	235	[Mpa]		D	T	1	A	I	i	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	M	As	L/1t
$f_{tk} =$	360	[Mpa]		[mm]	[mm]		[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[kg/m]	[m <sup>2</sup> /m]	[m]
				48.3	3.2		4.53	11.59	1.60	4.80	6.52	3.56	0.15	280.97
Geometria sezione				Verifiche secondo NTC2018 - §4.2										
D =	48.3	[mm]		Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1)				$N_{pl,Rd} =$	101.47	$N_{Ed} / N_{pl,R} =$				
t =	3.2	[mm]		Verifica a compressione (4.2.4.1.2.2)				$N_{c,Rd} =$	101.47	$N_{Ed} / N_{c,Rd} =$		0.13	verifica soddisfatta	
Lunghezza e vincoli asta				Verifica a flessione retta (4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6)				$M_{c,Rd} =$	1.46	$M_{y,Ed} / M_{c,Rd} =$		0.00	verifica soddisfatta	
L =	3.00	[m]		Verifica a taglio (4.2.4.1.2.4)				$V_{c,Rd} =$	37.30	$V_{Ed} / V_{c,Rd} =$		0.00	verifica soddisfatta	
$\beta =$	1.00	[-]		Verifica a presso/tenso-flessione retta (4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.9)				Sez. Classe 1-2 $M_{N,Rd} =$	1.46	$M_{Ed} / M_{N,Rd} =$		0.00	verifica soddisfatta	
Sollecitazioni agenti				Verifica stabilità membrature compresse (4.2.4.1.3.1)				$N_{b,Rd} =$	22.65	$N_{Ed} / N_{b,Rd} =$		0.58	verifica soddisfatta	
 Cresce l'acciaio, cresce il paese.				Verifica stabilità membrature presso-inflesse (4.2.4.1.3.3)				$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min,y} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} = 0.58$					verifica soddisfatta	

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)	M [kNm]
	13 SLU	I[5]	-7.52	-0.05	0.02	0	0.03	0.06	0.07
	13 SLU	J[28]	-7.58	-0.05	0.02	0	0	0.13	0.13
	14 SLU	I[6]	14.7	-0.23	0	0	0	-0.01	0.01
	14 SLU	J[29]	14.7	0.62	0	0	0	-0.3	0.30
	15 SLU	I[8]	-9.57	-0.18	-0.01	0	-0.01	-0.1	0.10
	15 SLU	J[30]	-9.5	-0.18	-0.01	0	0	0.17	0.17
	16 SLU	I[7]	1.72	1.43	0	0	0	0.3	0.30
	16 SLU	J[31]	1.72	-1.34	0	0	0	0.23	0.23
	17 SLU	I[9]	1	-0.13	0	0	0	0.07	0.07
	17 SLU	J[32]	0.84	-0.13	0	0	0	0.26	0.26
	18 SLU	I[10]	2.17	-0.48	0	0	0	-0.01	0.01
	18 SLU	J[33]	2.17	1.23	0	0	0	-0.57	0.57
	19 SLU	I[12]	-3.22	-0.34	0	0	0	-0.19	0.19
	19 SLU	J[34]	-3.06	-0.34	0	0	0	0.32	0.32
	20 SLU	I[11]	-1.41	2.86	0	0	0	0.61	0.61
	20 SLU	J[35]	-1.41	-2.67	0	0	0	0.47	0.47
	21 SLU	I[13]	1.64	-0.01	0	0	0	0.11	0.11
	21 SLU	J[36]	1.57	-0.01	0	0	0	0.13	0.13
	22 SLU	I[14]	-0.63	-0.25	0	0	0	-0.03	0.03
	22 SLU	J[37]	-0.63	0.61	0	0	0	-0.3	0.30
	23 SLU	I[16]	-0.5	-0.16	0	0	0	-0.06	0.06
	23 SLU	J[38]	-0.43	-0.16	0	0	0	0.17	0.17
	24 SLU	I[15]	-1.24	1.38	0	0	0	0.23	0.23
	24 SLU	J[39]	-1.24	-1.39	0	0	0	0.24	0.24
	69 SLU	I[28]	6.79	0.14	0.02	0	0.01	0.15	0.15
	69 SLU	J[6]	6.72	0.14	0.02	0	-0.02	-0.06	0.06
	70 SLU	I[29]	-1.63	-0.6	0	0	0	-0.29	0.29
	70 SLU	J[8]	-1.63	0.25	0	0	0	-0.03	0.03
	71 SLU	I[30]	8.81	0.05	-0.01	0	0	0.13	0.13
	71 SLU	J[7]	8.81	0.05	-0.01	0	0.01	0.06	0.06
	72 SLU	I[31]	-14.64	1.38	0	0	0	0.24	0.24
	72 SLU	J[5]	-14.64	-1.39	0	0	0	0.25	0.25
	73 SLU	I[32]	-2.49	0.34	0	0	0	0.32	0.32
	73 SLU	J[10]	-2.64	0.34	0	0	0	-0.18	0.18
	74 SLU	I[33]	1.59	-1.23	0	0	0	-0.57	0.57
	74 SLU	J[12]	1.59	0.48	0	0	0	-0.01	0.01
	75 SLU	I[34]	1.41	0.13	0	0	0	0.26	0.26
	75 SLU	J[11]	1.57	0.13	0	0	0	0.07	0.07
	76 SLU	I[35]	-1.98	2.67	0	0	0	0.47	0.47
	76 SLU	J[9]	-1.98	-2.86	0	0	0	0.61	0.61
	77 SLU	I[36]	-2.37	0.16	0	0	0	0.17	0.17
	77 SLU	J[14]	-2.43	0.16	0	0	0	-0.07	0.07
	78 SLU	I[37]	1.31	-0.61	0	0	0	-0.3	0.30
	78 SLU	J[16]	1.31	0.24	0	0	0.01	-0.03	0.03
	79 SLU	I[38]	-0.37	0.02	0	0	0	0.13	0.13
	79 SLU	J[15]	-0.3	0.02	0	0	0	0.1	0.10
	80 SLU	I[39]	0.7	1.39	0	0	0	0.24	0.24
	80 SLU	J[13]	0.7	-1.38	0	0	0	0.23	0.23
			-14.64	2.86					

TRAVI

VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' PER PROFILI CAVI A SEZIONE CIRCOLARE														
Dati INPUT				Dati OUTPUT										
Caratteristiche acciaio				Dati geometrici										
Qualità acciaio:	UNI EN 10210 S 235 H			Diametro esterno	Spessore	Classe della sezione	Area sezione trasversale	Momento inerzia	Raggio giratore inerzia	Modulo resistente elastico	Modulo resistente plastico	massa per unità di lunghezza	Superf. per unità di lunghezza	Lunghezza per tonnellata
$f_{yk} =$	235	[Mpa]		D	T	1	A	I	i	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	M	A <sub>s</sub>	L/1t
$f_{tk} =$	360	[Mpa]		[mm]	[mm]		[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[kg/m]	[m <sup>2</sup> /m]	[m]
				48.3	3.2		4.53	11.59	1.60	4.80	6.52	3.56	0.15	280.97
Geometria sezione				Verifiche secondo NTC2018 - §4.2										
D =	48.3	[mm]		Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1)				N <sub>pl,Rd</sub> =	101.47	N <sub>Ed</sub> / N <sub>pl,Rd</sub> =				
t =	3.2	[mm]												
Lunghezza e vincoli asta				Verifica a compressione (4.2.4.1.2.2)				N <sub>c,Rd</sub> =	101.47	N <sub>Ed</sub> / N <sub>c,Rd</sub> =		0.14	verifica soddisfatta	
L =	3.00	[m]												
β =	1.00	[-]		Verifica a flessione retta (4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6)				M <sub>c,Rd</sub> =	1.46	M <sub>y,Ed</sub> / M <sub>c,Rd</sub> =		0.16	verifica soddisfatta	
Solicitazioni agenti				Verifica a taglio (4.2.4.1.2.4)				V <sub>c,Rd</sub> =	37.30	V <sub>Ed</sub> / V <sub>c,Rd</sub> =		0.08	verifica soddisfatta	
N <sub>Ed</sub> =	-14.64	[kN]												
V <sub>Ed</sub> =	2.86	[kN]		Verifica a presso/tenso-flessione retta (4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.9)				M <sub>N,Rd</sub> =	1.46	M <sub>Ed</sub> / M <sub>N,Rd</sub> =		0.16	verifica soddisfatta	
M <sub>y,Ed</sub> =	0.24	[kNm]												
ψ =	0.00	[-]								f <sub>yd</sub> =				
<p>Fondazione Promozione Acciaio                  CRESCE L'ACCIAIO, CRESCE IL PAESE.</p>				Verifica stabilità membrature compresse (4.2.4.1.3.1)				N <sub>b,Rd</sub> =	22.65	N <sub>Ed</sub> / N <sub>b,Rd</sub> =		0.65	verifica soddisfatta	
				Verifica stabilità membrature presso-inflesse (4.2.4.1.3.3)				$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} = 0.92$						0.92

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)	M [kNm]
25 SLU	I[3]		17.79	0.02	0.01	-0.02	0.01	0.02	0.02
25 SLU	J[17]		17.79	0.02	0.01	-0.02	-0.01	-0.02	0.02
26 SLU	I[1]		-3.46	-0.02	0	0.02	0	0.01	0.01
26 SLU	J[17]		-3.46	-0.02	0	0.02	0	0.04	0.04
27 SLU	I[17]		-3.46	0	0.02	0.03	0.02	0.05	0.05
27 SLU	J[7]		-3.46	0	0.02	0.03	-0.02	0.06	0.06
28 SLU	I[17]		17.77	0.03	0	-0.03	0	-0.02	0.02
28 SLU	J[5]		17.77	0.03	0	-0.03	0	-0.09	0.09
29 SLU	I[3]		21.18	0	0.02	-0.02	0.02	-0.01	0.02
29 SLU	J[18]		21.18	0	0.02	-0.02	-0.02	-0.01	0.02
30 SLU	I[4]		-21.33	-0.02	-0.01	0.01	-0.01	-0.02	0.02
30 SLU	J[18]		-21.33	-0.02	-0.01	0.01	0.01	0.03	0.03
31 SLU	I[18]		-21.29	-0.03	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02
31 SLU	J[7]		-21.29	-0.03	0.01	0.03	0	0.09	0.09
32 SLU	I[18]		21.16	-0.01	-0.02	-0.01	-0.02	-0.03	0.04
32 SLU	J[8]		21.16	-0.01	-0.02	-0.01	0.01	-0.01	0.01
33 SLU	I[4]		-17.75	-0.01	-0.01	0.01	-0.02	0.01	0.02
33 SLU	J[19]		-17.75	-0.01	-0.01	0.01	0.01	0.03	0.03
34 SLU	I[2]		3.49	0	0	-0.01	0	0	0.00
34 SLU	J[19]		3.49	0	0	-0.01	0	0.01	0.01
35 SLU	I[19]		3.48	0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01	0.01
35 SLU	J[8]		3.48	0.01	-0.01	-0.02	0.01	-0.03	0.03
36 SLU	I[19]		-17.74	0.01	0	0.02	0	0.03	0.03
36 SLU	J[6]		-17.74	0.01	0	0.02	0	0.01	0.01
37 SLU	I[7]		1.06	0.03	0	-0.04	0	-0.01	0.01
37 SLU	J[20]		1.06	0.03	0	-0.04	0	-0.06	0.06
38 SLU	I[5]		3.01	-0.01	0.01	0.04	0.01	0.03	0.03
38 SLU	J[20]		3.01	-0.01	0.01	0.04	-0.01	0.05	0.05
39 SLU	I[20]		3	-0.02	0	0.05	0	0.06	0.06
39 SLU	J[11]		3	-0.02	0	0.05	0	0.1	0.10
40 SLU	I[20]		1.07	0.01	0	-0.05	0.01	-0.07	0.07
40 SLU	J[9]		1.07	0.01	0	-0.05	0	-0.1	0.10
41 SLU	I[5]		8.73	0	0.02	0.04	0.03	0.05	0.06
41 SLU	J[21]		8.73	0	0.02	0.04	-0.02	0.04	0.04
42 SLU	I[6]		-9.24	0.03	-0.01	-0.02	-0.01	0.01	0.01
42 SLU	J[21]		-9.24	0.03	-0.01	-0.02	0.01	-0.04	0.04
43 SLU	I[21]		-9.21	0.06	0.01	-0.06	0.01	-0.03	0.03
43 SLU	J[9]		-9.21	0.06	0.01	-0.06	-0.01	-0.15	0.15
44 SLU	I[21]		8.72	0.03	-0.01	0.02	-0.01	0.08	0.08
44 SLU	J[10]		8.72	0.03	-0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
45 SLU	I[8]		-0.89	0	-0.01	0.02	-0.01	0.01	0.01
45 SLU	J[22]		-0.89	0	-0.01	0.02	0.01	0.02	0.02
46 SLU	I[6]		-2.82	0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01	0.01
46 SLU	J[22]		-2.82	0.01	-0.01	-0.02	0.01	-0.03	0.03
47 SLU	I[22]		-2.83	0.01	0	-0.03	0	-0.04	0.04
47 SLU	J[12]		-2.83	0.01	0	-0.03	0	-0.05	0.05
48 SLU	I[22]		-0.9	-0.01	0	0.03	0	0.03	0.03
48 SLU	J[10]		-0.9	-0.01	0	0.03	0	0.05	0.05
49 SLU	I[7]		6.79	-0.01	0.01	-0.04	0.01	-0.05	0.05
49 SLU	J[23]		6.79	-0.01	0.01	-0.04	-0.01	-0.03	0.03
50 SLU	I[8]		-7.28	-0.03	0	0.02	0	-0.02	0.02
50 SLU	J[23]		-7.28	-0.03	0	0.02	0	0.05	0.05
51 SLU	I[23]		-7.26	-0.06	0	0.06	0	0.03	0.03
51 SLU	J[11]		-7.26	-0.06	0	0.06	0	0.15	0.15
52 SLU	I[23]		6.78	-0.03	0	-0.02	0	-0.07	0.07
52 SLU	J[12]		6.78	-0.03	0	-0.02	0	-0.01	0.01
53 SLU	I[9]		3.79	0.05	0	0.06	0	0.14	0.14
53 SLU	J[24]		3.79	0.05	0	0.06	0	0.03	0.03
54 SLU	I[10]		-4.28	0.03	0	-0.02	0	0	0.00
54 SLU	J[24]		-4.28	0.03	0	-0.02	0	-0.08	0.08
55 SLU	I[24]		-4.28	0.01	0	-0.05	0	-0.04	0.04
55 SLU	J[13]		-4.28	0.01	0	-0.05	0	-0.07	0.07
56 SLU	I[24]		3.78	0.03	0	0.02	0	0.06	0.06
56 SLU	J[14]		3.78	0.03	0	0.02	0	-0.01	0.01
57 SLU	I[11]		-0.98	-0.01	0	-0.05	0	-0.1	0.10
57 SLU	J[25]		-0.98	-0.01	0	-0.05	0	-0.07	0.07
58 SLU	I[9]		1.77	0.01	0	0.05	0	0.1	0.10
58 SLU	J[25]		1.77	0.01	0	0.05	0	0.07	0.07
59 SLU	I[25]		1.77	0.01	0	0.05	0	0.06	0.06
59 SLU	J[15]		1.77	0.01	0	0.05	0	0.04	0.04
60 SLU	I[25]		-0.98	-0.01	0	-0.05	0	-0.06	0.06
60 SLU	J[13]		-0.98	-0.01	0	-0.05	-0.01	-0.04	0.04
61 SLU	I[11]		1.04	-0.05	0	-0.06	0	-0.14	0.14
61 SLU	J[26]		1.04	-0.05	0	-0.06	0	-0.03	0.03
62 SLU	I[12]		-1.54	-0.03	0	0.02	0	0.01	0.01
62 SLU	J[26]		-1.54	-0.03	0	0.02	0	0.08	0.08
63 SLU	I[26]		-1.54	-0.01	0	0.05	0	0.04	0.04
63 SLU	J[15]		-1.54	-0.01	0	0.05	0	0.07	0.07
64 SLU	I[26]		1.04	-0.03	0	-0.02	0	-0.06	0.06
64 SLU	J[16]		1.04	-0.03	0	-0.02	0	0.01	0.01
65 SLU	I[12]		1.15	0.01	0	0.03	0	0.05	0.05
65 SLU	J[27]		1.15	0.01	0	0.03	0	0.04	0.04
66 SLU	I[10]		-1.6	-0.01	0	-0.03	0	-0.05	0.05
66 SLU	J[27]		-1.6	-0.01	0	-0.03	0	-0.04	0.04
67 SLU	I[27]		-1.59	-0.01	-0.01	-0.02	0	-0.03	0.03
67 SLU	J[16]		-1.59	-0.01	-0.01	-0.02	0.01	-0.02	0.02
68 SLU	I[27]		1.16	0.01	-0.01	0.03	-0.01	0.03	0.03
68 SLU	J[14]		1.16	0.01	-0.01	0.03	0.01	0.02	0.02
			-21.33	-0.06	-0.02	-0.06	-0.02	-0.15	0.15

CONTROVENTI Piano Verticale



VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' PER PROFILI CAVI A SEZIONE CIRCOLARE														
Dati INPUT				Dati OUTPUT										
Caratteristiche acciaio				Dati geometrici										
Qualità acciaio:	UNI EN 10210 S 235 H	Diametro esterno	Spessore	Classe della sezione	Area sezione trasversale	Momento inerzia	Raggio giratore inerzia	Modulo resistente elastico	Modulo resistente plastico	massa per unità di lunghezza	Superf. per unità di lunghezza	Lunghezza per tonnellata		
f <sub>yk</sub> =	235 [Mpa]	D	T	1	A	I	i	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	M	As	L/1t		
f <sub>tk</sub> =	360 [Mpa]	[mm]	[mm]		[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[kg/m]	[m <sup>2</sup> /m]	[m]		
Geometria sezione		Verifiche secondo NTC2018 - §4.2												
D =	48.3 [mm]	Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1)				N <sub>pl,Rd</sub> =	101.47	N <sub>Ed</sub> / N <sub>pl,Rd</sub> =						
t =	3.2 [mm]	Verifica a compressione (4.2.4.1.2.2)				N <sub>c,Rd</sub> =	101.47	N <sub>Ed</sub> / N <sub>c,Rd</sub> =		0.21	verifica soddisfatta			
Lunghezza e vincoli asta		Verifica a flessione retta (4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6)				M <sub>c,Rd</sub> =	1.46	M <sub>y,Ed</sub> / M <sub>c,Rd</sub> =		0.10	verifica soddisfatta			
L =	2.12 [m]	Verifica a taglio (4.2.4.1.2.4)				V <sub>c,Rd</sub> =	37.30	V <sub>Ed</sub> / V <sub>c,Rd</sub> =		0.08	verifica soddisfatta			
β =	1.00 [-]	Verifica a presso/tenso-flessione retta (4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.9)				M <sub>N,Rd</sub> =	1.41	M <sub>Ed</sub> / M <sub>N,Rd</sub> =		0.11	verifica soddisfatta			
Sollecitazioni agenti		Verifica stabilità membrature compresse (4.2.4.1.3.1)				N <sub>b,Rd</sub> =	41.81	N <sub>Ed</sub> / N <sub>b,Rd</sub> =		0.51	verifica soddisfatta			
N <sub>Ed</sub> =	-21.33 [kN]	Verifica stabilità membrature presso-inflesse (4.2.4.1.3.3)				$\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} = 0.64$							verifica soddisfatta	
V <sub>Ed</sub> =	2.86 [kN]													
M <sub>y,Ed</sub> =	0.15 [kNm]													
ψ =	0.00													

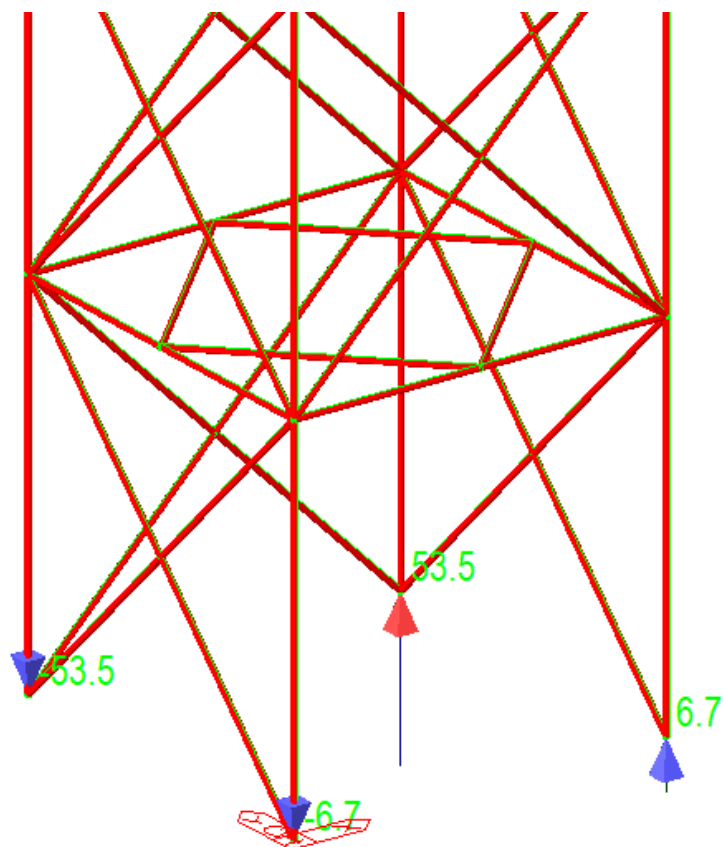
CONTROVENTI Piano Orizzontale	Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (k)	Shear-z (k)	Torsion (k)	Moment-y (kNm)	Moment-z (kNm)	
	81	SLU	I[38]	-0.37	0.23	0	0	0	0.25	0.25
	81	SLU	J[39]	-0.37	0.23	0	0	0	-0.24	0.24
	82	SLU	I[39]	-3.11	-0.23	0	0	0	-0.24	0.24
	82	SLU	J[36]	-3.11	-0.23	0	0	0	0.25	0.25
	83	SLU	I[36]	2.43	0.2	0	0	0	0.21	0.21
	83	SLU	J[37]	2.43	0.2	0	0	0	-0.22	0.22
	84	SLU	I[37]	-0.31	-0.2	0	0	0	-0.22	0.22
	84	SLU	J[38]	-0.31	-0.2	0	0	0	0.21	0.21
	85	SLU	I[32]	1.65	0.33	0	0	0	0.34	0.34
	85	SLU	J[33]	1.65	0.33	0	0	0	-0.35	0.35
	86	SLU	I[33]	2.47	-0.33	0	0	0	-0.35	0.35
	86	SLU	J[34]	2.47	-0.33	0	0	0	0.34	0.34
	87	SLU	I[34]	-3.82	0.37	0	0	0	0.4	0.40
	87	SLU	J[35]	-3.82	0.37	0	0	0	-0.39	0.39
	88	SLU	I[35]	-3	-0.37	0	0	0	-0.39	0.39
	88	SLU	J[32]	-3	-0.37	0	0	0	0.4	0.40
	89	SLU	I[29]	12.59	-0.18	0	0	0	-0.2	0.20
	89	SLU	J[30]	12.59	-0.18	0	0	0	0.18	0.18
	90	SLU	I[30]	-13.29	0.2	0	0	0	0.22	0.22
	90	SLU	J[31]	-13.29	0.2	0	0	0	-0.2	0.20
	91	SLU	I[31]	9.85	-0.2	0	0	0	-0.22	0.22
	91	SLU	J[28]	9.85	-0.2	0	0	0.01	0.21	0.21
	92	SLU	I[28]	-10.5	0.18	0	0	0	0.19	0.19
92	SLU	J[29]	-10.5	0.18	0	0	0	-0.19	0.19	
				12.59	0.37	0.00	0.00	0.01	0.40	0.40

VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' PER PROFILI CAVI A SEZIONE CIRCOLARE														
Dati INPUT				Dati OUTPUT										
Caratteristiche acciaio				Dati geometrici										
Qualità acciaio:	UNI EN 10210 S 235 H			Diametro esterno	Spessore	Classe della sezione	Area sezione trasversale	Momento inerzia	Raggio giratore inerzia	Modulo resistente elastico	Modulo resistente plastico	massa per unità di lunghezza	Superf. per unità di lunghezza	Lunghezza per tonnellata
f <sub>yk</sub> =	235	[Mpa]		D	T	1	A	I	i	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	M	A <sub>s</sub>	L/1t
f <sub>tk</sub> =	360	[Mpa]		[mm]	[mm]		[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[kg/m]	[m <sup>2</sup> /m]	[m]
				48.3	3.2		4.53	11.59	1.60	4.80	6.52	3.56	0.15	280.97
Geometria sezione				Verifiche secondo NTC2018 - §4.2										
D =	48.3	[mm]		Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1)				N <sub>pl,Rd</sub> =	101.47	N <sub>Ed</sub> / N <sub>pl,Rd</sub> =				
t =	3.2	[mm]		Verifica a compressione (4.2.4.1.2.2)				N <sub>c,Rd</sub> =	101.47	N <sub>Ed</sub> / N <sub>c,Rd</sub> =		0.12	verifica soddisfatta	
Lunghezza e vincoli asta				Verifica a flessione retta (4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6)				M <sub>c,Rd</sub> =	1.46	M <sub>y,Ed</sub> / M <sub>c,Rd</sub> =		0.27	verifica soddisfatta	
L =	2.12	[m]		Verifica a taglio (4.2.4.1.2.4)				V <sub>c,Rd</sub> =	37.30	V <sub>Ed</sub> / V <sub>c,Rd</sub> =		0.01	verifica soddisfatta	
β =	1.00	[-]		Verifica a presso/tenso-flessione retta (4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.9)				Sez. Classe 1-2 M <sub>N,Rd</sub> =	1.46	M <sub>Ed</sub> / M <sub>N,Rd</sub> =		0.27	verifica soddisfatta	
Sollecitazioni agenti				Verifica stabilità membrature compresse (4.2.4.1.3.1)				N <sub>b,Rd</sub> =	41.81	N <sub>Ed</sub> / N <sub>b,Rd</sub> =		0.30	verifica soddisfatta	
N <sub>Ed</sub> =	-12.59	[kN]		Verifica stabilità membrature presso-inflesse (4.2.4.1.3.3)				$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} = 0.57$					verifica soddisfatta	
V <sub>Ed</sub> =	0.37	[kN]												
M <sub>y,Ed</sub> =	0.40	[kNm]												
ψ =	0.00													



### 7.4.1. Verifica golfari

Le sollecitazioni agli appoggi valgono:



Si dispongono 4 golfari per ciascun montante con un carico massimo a golfare di circa 15kN.

---

## **7.5. OSSERVAZIONI SPECIFICHE**

Di seguito si elencano una serie di specifiche costruttive da seguire nel montaggio della struttura:

- I giunti devono seguire le disposizione del fornitore, che prevederà senz'altro un completo ripristino di resistenza della sezione degli elementi nelle varie connessioni.
- I montanti al primo livello devono essere con doppio tubolare innocente e pertanto bisognerà prevedere un adeguato sistema di connessione per garantire il doppio delle caratteristiche inerziali del singolo tubo.

Per eventuali approfondimenti e/o verifiche aggiuntive si rimanda alle specifiche tecniche del fornitore.