

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
S.O. COORDINAMENTO TERRITORIALE SUD.

PROGETTO ESECUTIVO

RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI C.LE E BARI TORRE A MARE

Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015

Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

RELAZIONE DI CALCOLO ELEMENTI DI CARPENTERIA METALLICA

SCALA:

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I A 1 U 0 4 E 7 8 C L N I 0 1 0 0 4 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	INTEGRA	GIUGNO 2021	G. FIGORELLA 	GIUGNO 2021	G. DIMAGGIO 	GIUGNO 2021	D. Tiberti GIUGNO 2021 ITAFERR S.p.A. Gruppo Ferrovie dello Stato Direz. Tecnica UO Infrastrutture Sud Dott. Ing. Dario Tiberti Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10776

File:IA1U04E78CLNI0100402A.DOC

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA.....	4
1.1	SCOPO DEL DOCUMENTO.....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
3	MATERIALI.....	6
4	CRITERI DI VERIFICA.....	8
5	ANALISI DEI CARICHI.....	9
5.1	PESO PROPRIO ELEMENTI.....	9
5.2	SOVRACCARICHI ACCIDENTALI.....	9
5.3	CONDIZIONI DI CARICO.....	11
5.4	COMBINAZIONI DI CARICO.....	11
6	VERIFICHE STRUTTURALI.....	12
6.1	GRIGLIATO.....	12
6.2	PIANEROTTOLO SCALA.....	14
6.2.1	<i>Trave UPN 140.....</i>	<i>17</i>
6.2.2	<i>Trave L80x10.....</i>	<i>18</i>
6.2.3	<i>Verifica instabilità puntone L80x10.....</i>	<i>21</i>
6.2.4	<i>Verticali montante parapetto pianerottolo L90x10.....</i>	<i>22</i>
6.2.5	<i>Pioli scale.....</i>	<i>23</i>
7	VERIFICHE COLLEGAMENTI.....	24
7.1	VERIFICA COLLEGAMENTO DI ATTACCO TRAVI PIANEROTTOLO-PARETE.....	24
7.2	VERIFICA ATTACCO SCALA.....	29
7.3	VERIFICA ALTRI COLLEGAMENTI BULLONATI.....	33
7.4	VERIFICA SALDATURE.....	33
7.4.1	<i>Saldatura per L90x10.....</i>	<i>34</i>



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI
CENTRALE E BARI TORRE A MARE
Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	3 di 34

7.4.2 Saldatura per UPN140 34



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI
CENTRALE E BARI TORRE A MARE
Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	4 di 34

1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto del Riassetto del nodo di Bari, si prevede la realizzazione di un Sottovia ferroviario denominato sottovia S. Anna. La prosecuzione della viabilità viene garantita mediante la realizzazione di muri ad U. A circa 35m dal sottovia è necessario realizzare un impianto di sollevamento inglobato nella sezione ad U. Il manufatto in esame costituisce la vasca di accumulo dell'impianto di sollevamento e relativo locale pompe al quale si accede dal piano campagna.

1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione espone i calcoli per la progettazione, il dimensionamento e la verifica delle opere in carpenteria metallica di completamento dell'impianto di sollevamento: botole in lamiera, grigliati, travi a sostegno del pianerottolo, scala di discesa.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le verifiche sono state eseguite secondo i metodi classici della scienza delle costruzioni e nel rispetto della seguente normativa:

- L. 5 novembre 1971 n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge n. 64 del 2 febbraio 1974: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. del 14.01.2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni” (G.U. n.29 del 04.02.2008);
- Circolare del 02.02.2009 contenente le istruzioni per le l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. del 14.01.2008 (G.U. n.47 del 26.02.2009).
- “Specifiche per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie” (rif. RFI-DTC-INC-CS-SP-IFS-001-A);
- “Specifiche per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario” (rif. RFI-DTC-INC-PO-SP-IFS-001-A).
- RFI DINIC MA CS 00 001 C – Manuale di progettazione corpo stradale – RFI 2004
- RFI DTC SI SP IFS 001 E - Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – RFI 2021

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	6 di 34

3 MATERIALI

Il progetto sarà realizzato utilizzando i seguenti materiali:

La resistenza di calcolo dell'acciaio f_{yd} è definita mediante l'espressione:

Per i profili:

- Acciai tipo S275J0

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m,s} = 275 / 1.05 = 261.9 \text{ N/mm}^2$$

Per i grigliati:

- Acciai tipo S235J0

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m,s} = 235 / 1.05 = 223.8 \text{ N/mm}^2$$

dove:

f_{yk} = tensione caratteristica di snervamento;

$\gamma_{m,s}$ = coefficiente di sicurezza del materiale, pari in questo caso a 1.05.

Saldature

Saldature secondo quanto prescritto al § 4.2.8.2 del D.M. 14.01.2008

Esecuzione saldature a cordone d'angolo ove non diversamente specificato (A-spessore minimo)





RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI
CENTRALE E BARI TORRE A MARE
Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	7 di 34

Bulloni

Bulloni ad alta resistenza aventi caratteristiche dimensionali UNI EN ISO 4016:20002 e UNI 5595:1968, classe di resistenza secondo UNI EN ISO 898-1:2001

Classe	8.8			
Resistenza ultima di rottura per tensioni normali	$f_t =$	800	N/mm ²	
Resistenza di snervamento per tensioni normali	$f_y =$	640	N/mm ²	

4 CRITERI DI VERIFICA

Le strutture in carpenteria metallica descritte vengono dimensionate per casi non sismici in quanto il caso sismico non risulta mai dimensionante.

Le strutture vengono schematizzate con modelli semplici nel rispetto delle regole della scienza delle costruzioni.

I carichi considerati sono:

- peso proprio elementi strutturali;
- permanente portato (grigliati, parapetti, etc.);
- accidentale per le scale e i pianerottoli pari a 400daN/mq;
- accidentale orizzontale per i mancorrenti pari a 200 daN/ml

5 ANALISI DEI CARICHI

5.1 Peso proprio elementi

Si considerano i pesi dei singoli elementi di carpenteria metallica:

- Peso lamiera di copertura 0.50 kN/m²
- Peso proprio grigliato 0.20 kN/m²
- Peso trave UPN140 0.16 kN/m
- Peso trave L70x7 0.074 kN/m
- Peso trave L80x10 0.119 kN/m
- Peso trave L90x10 0.134 kN/m

5.2 Sovraccarichi accidentali

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si è fatto riferimento alla tabella del D.M. 14.01.2008 in funzione della destinazione d'uso.

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti q_k [kN/m²]
- carichi verticali concentrati Q_k [kN]
- carichi orizzontali lineari H_k [kN/m]

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	10 di 34

Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale. Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	Uffici. Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	3,00 4,00 5,00	2,00 4,00 5,00	1,00 2,00 3,00
D	Ambienti ad uso commerciale. Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
E	Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale. Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	$\geq 6,00$ —	6,00 —	1,00* —
F-G	Rimesse e parcheggi. Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	2,50 —	2 x 10,00 —	1,00** —
H	Coperture e sottotetti Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 — —	1,20 — —	1,00 secondo categoria di appartenenza —
* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati				
** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso				

I valori nominali e/o caratteristici q_k , Q_k ed H_k di riferimento sono riportati nella Tab. 3.1.II. delle NTC 2008.

Per l'opera analizzata sono stati assunti:

- accidentale per le scale e i pianerottoli a favore di sicurezza pari a 500daN/mq;
- accidentale orizzontale per i mancorrenti pari a 200 daN/ml



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI
CENTRALE E BARI TORRE A MARE
Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	11 di 34

5.3 Condizioni di carico

Le condizioni di carico elementari sono le seguenti

- 1 Peso proprio elementi strutturali e non strutturali (G)
- 2 Sovraccarichi accidentali (Q)

5.4 Combinazioni di carico

Si considera la combinazione agli SLU: 1.3G+1.5Q

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	12 di 34

6 VERIFICHE STRUTTURALI

6.1 Grigliato

Il grigliato è tipo con barre portanti 30 x 2 mm ad interasse 30 mm.

Sui grigliati è previsto un carico pedonale di 5kPa.

Si considera un metro di grigliato con una sezione equivalente di altezza 30 mm e spessore:

$$s_{eq} = (1000\text{mm}/30\text{mm}) * 2\text{mm} = 66\text{mm}$$

b =	0.067 m	(spessore equivalente in un metro)			
h =	0.03 m	(altezza piatto portante)			
Peso grigliato G =	0.16 kN/m				
Carico accidentale Q =	5.00 kN/mq				
Luce di calcolo =	1.15 m				
f_{yd} =	2238 daN/cm ²				
E =	2060000 daN/cm ²				
M_{maxSLE} =	0.85 kNm	M_{maxSLU} =	1.27 kNm		
T_{maxSLE} =	2.97 kN	T_{maxSLU} =	4.43 kN		
W_x =	10.05 cm ³				
J =	15.075 cm ⁴				
A =	20.1 cm ²				
$\sigma = M_{SLU}/W =$	1267 daN/cm ²				
$\tau = T_{SLU}/A =$	22.0 daN/cm ²				
$\sigma_{id} =$	1268 daN/cm ²	$< f_{yd}$	OK		
f =	3.78 mm	$< L/200 =$	5.75 mm	OK	

Dove:

$$M_{SLE} = (1/8) * (G + Q) * L^2$$



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI
CENTRALE E BARI TORRE A MARE
Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	13 di 34

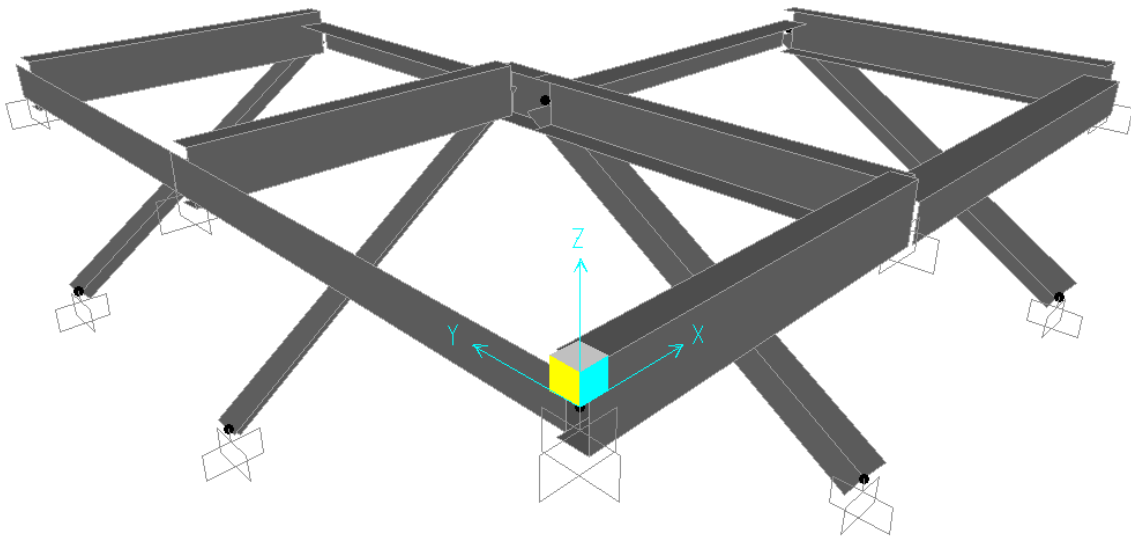
$$M_{SLU} = (1/8) * (1.3G + 1.5Q) * L^2$$

$$T_{SLE} = (G + Q) * L / 2$$

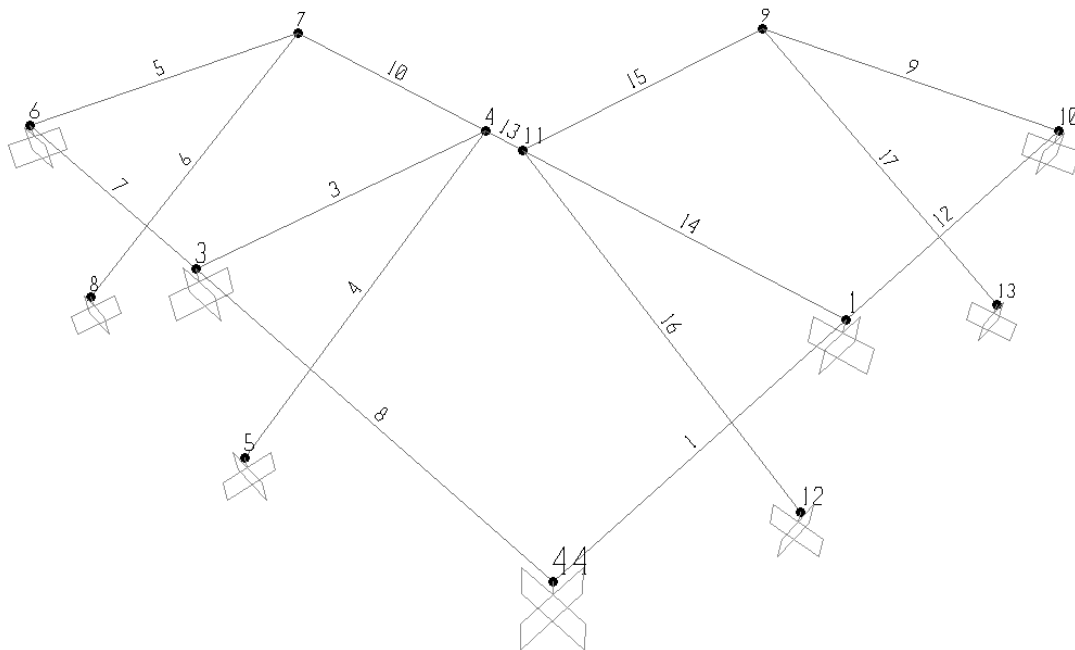
$$T_{SLU} = (1.3G + 1.5Q) * L / 2$$

6.2 Pianerottolo scala

Con un semplice modello di calcolo che riproduce la geometria del pianerottolo si ottengono le sollecitazioni di verifica degli elementi:



Modello estruso



Numerazione nodi e aste

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	15 di 34

All'attacco della parete si considerano degli incastrati, invece si considera un rilascio dei momenti all'estremità dei puntoni L80x10 all'attacco con l'UPN.

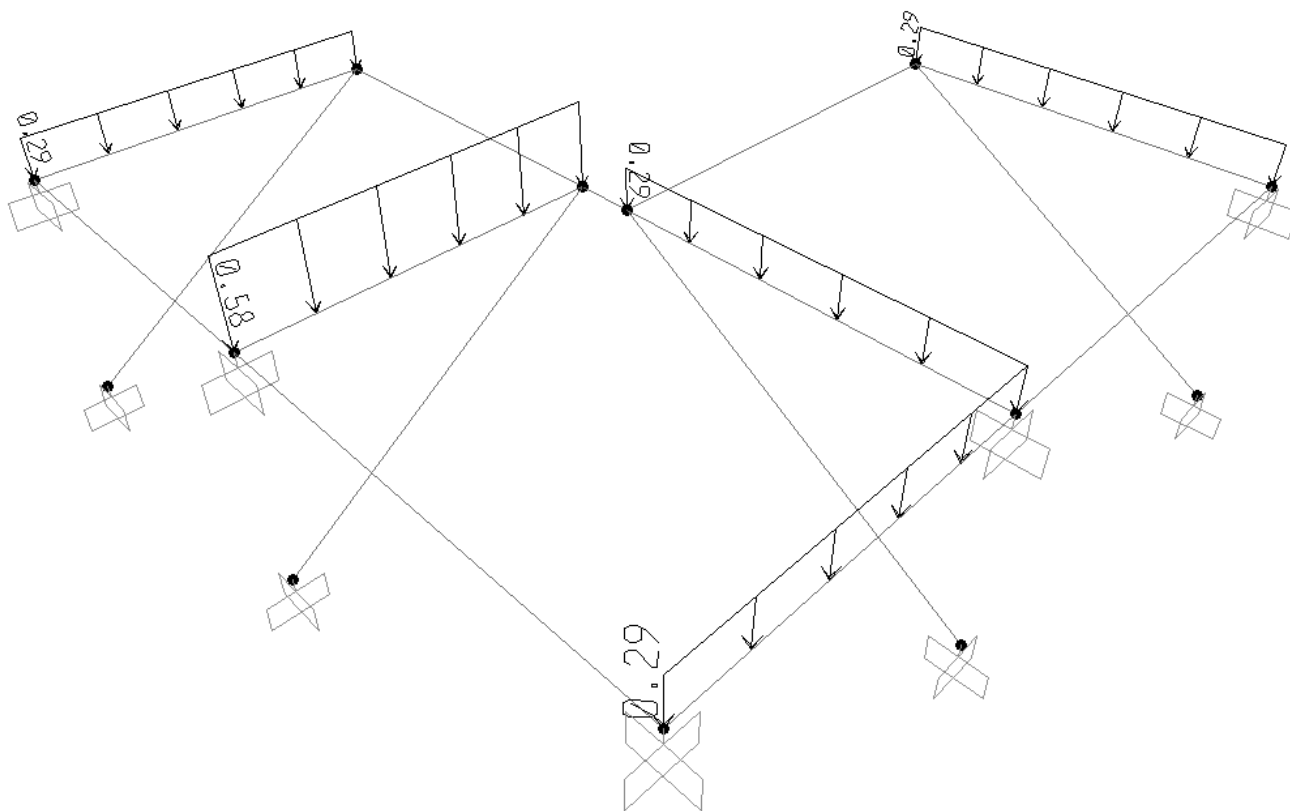
I pesi delle travi vengono automaticamente calcolati dal programma considerando un aumento del 10% per tenere conto di parapetto e bulloneria.

Il peso del grigliato a favore di sicurezza si considera come carico lineare distribuito sulle UPN pari a:

Con 1.15m = interasse massimo tra le travi si ha:

$$P_{gr} = 50 \text{ daN/mq} \cdot 1.15\text{m} = 57.5 \text{ daN/ml} = 0.58 \text{ kN/ml (sulle travi centrali)}$$

$$P_{gr} = 50 \text{ daN/mq} \cdot 1.15\text{m}/2 = 28.75 \text{ daN/ml} = 0.29 \text{ kN/ml (sulle travi di bordo)}$$



Carichi permanenti portati

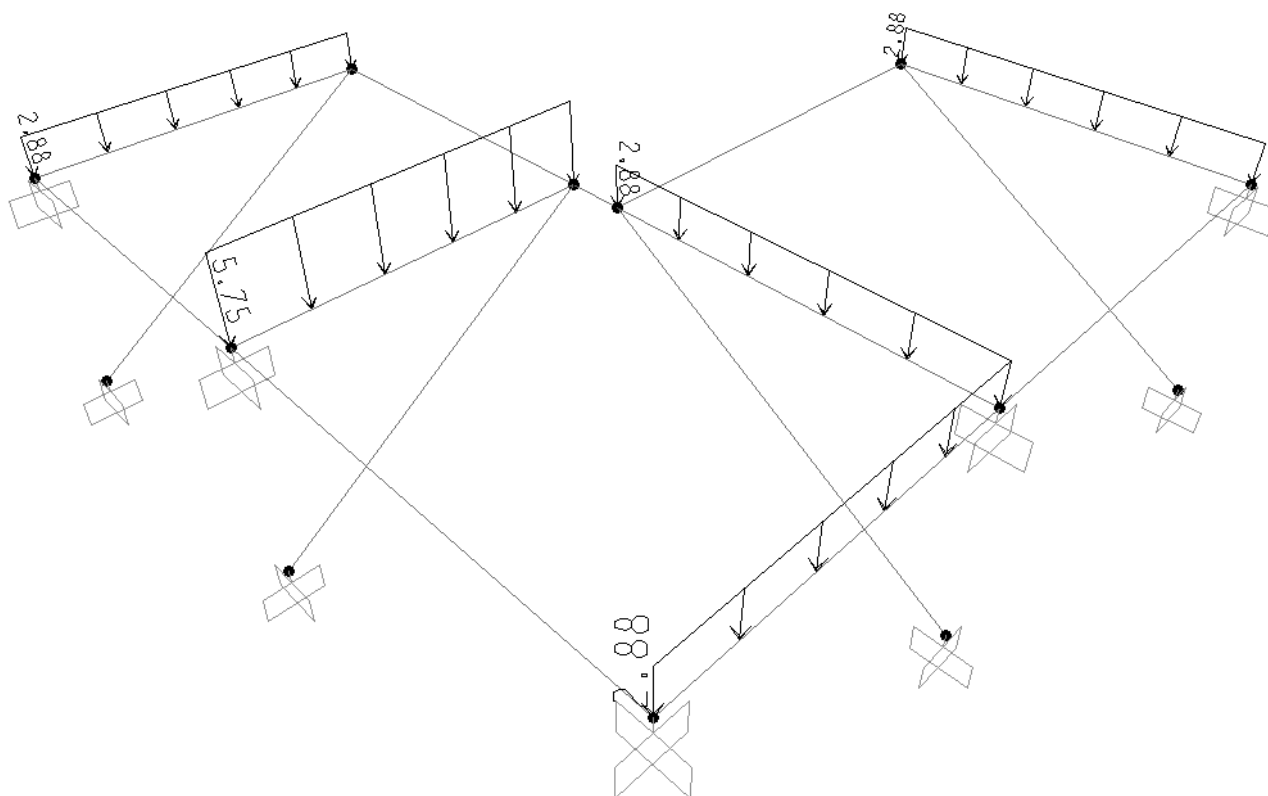
Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	16 di 34

Per il sovraccarico accidentale si ha:

$$Q = 500 \text{ daN/mq} * 1.15\text{m} = 575 \text{ daN/ml} = 5.75 \text{ kN/ml (sulle travi centrali)}$$

$$Q = 500 \text{ daN/mq} * 1.15\text{m}/2 = 287.5 \text{ daN/ml} = 2.88 \text{ kN/ml (sulle travi centrali)}$$



Carico accidentale

Si definisce una combinazione di carico data da:

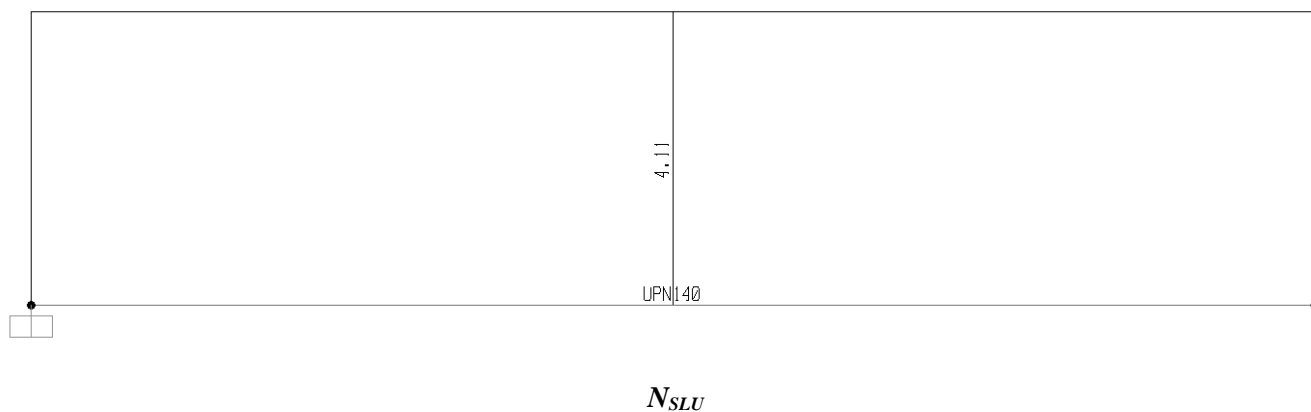
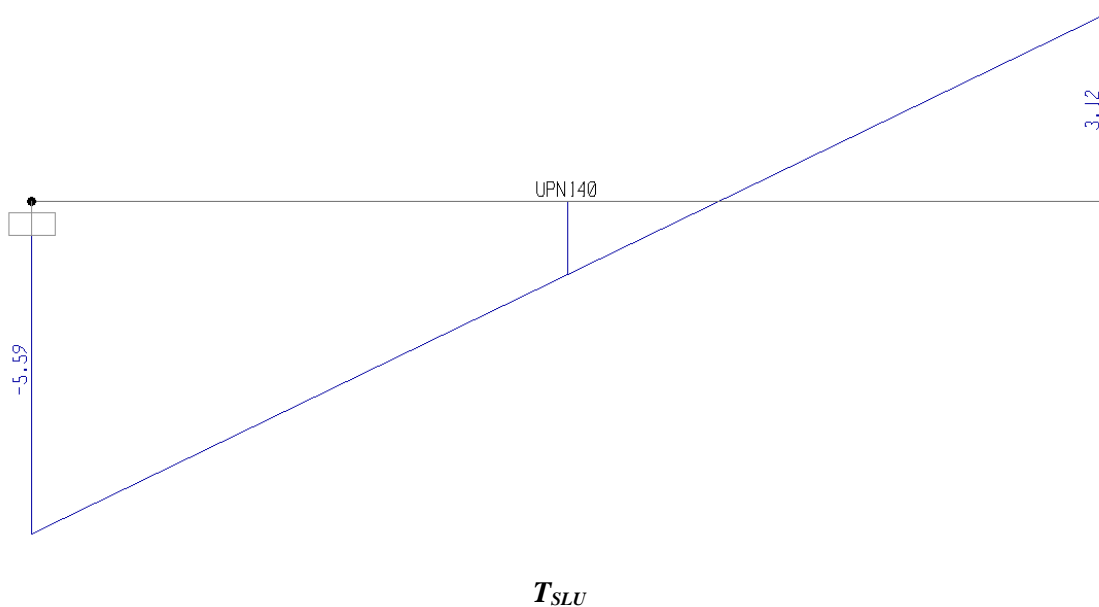
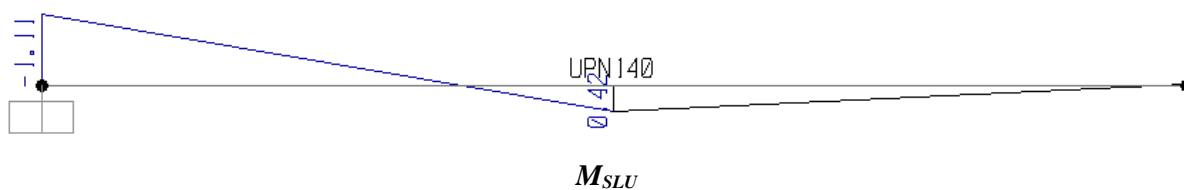
$$SLU1 = 1.3P_{propri} + 1.5Q$$

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	17 di 34

6.2.1 Trave UPN 140

Di seguito si riportano i grafici delle sollecitazioni della trave maggiormente sollecitata:



Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	18 di 34

UPN:	140						
Peso:				16	kg/m		
Area sezione:				20.4	cmq		
Area resistente a taglio:				9.8	cmq		
Ix:				605	cm ⁴		
Wx (in favore di sicurezza si assume il Wx elastico):				86.4	cmc		
Iy:				62.7	cm ⁴		
Wy:				14.8	cmc		

$f_y =$		2750	daN/cm ²
$\gamma_m =$		1.05	
$f_d = f_y / \gamma_m =$		2619	daN/cm ²

$M_{max} =$	1.11	kNm
$T_{max} =$	5.59	kN
$N_{max} =$	4.11	kN

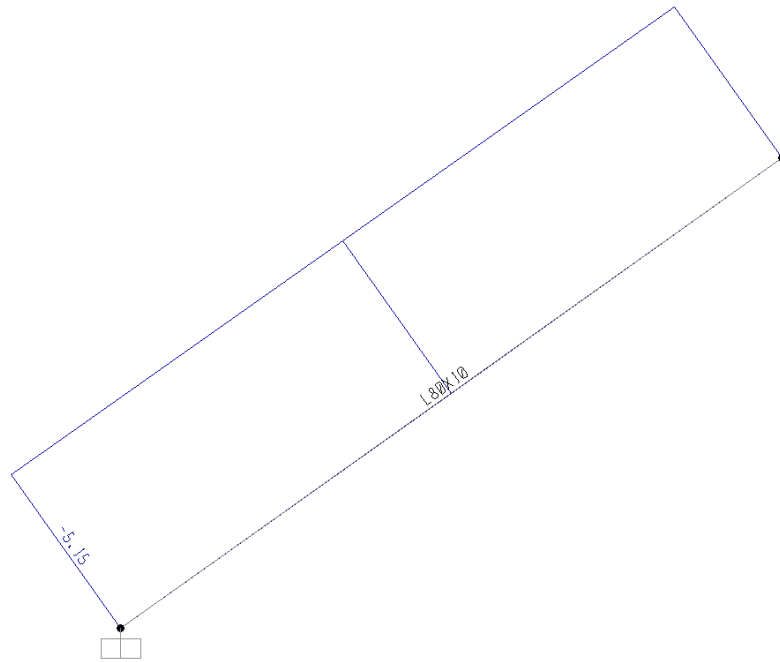
$\sigma = M/W + N/A =$	149	daN/cm ²		
$\tau = T/A =$	57.0	daN/cm ²		
$\sigma_{id} = (\sigma^2 + 3\tau^2)^{0.5} =$	178	daN/cm ²		OK

6.2.2 Trave L80x10

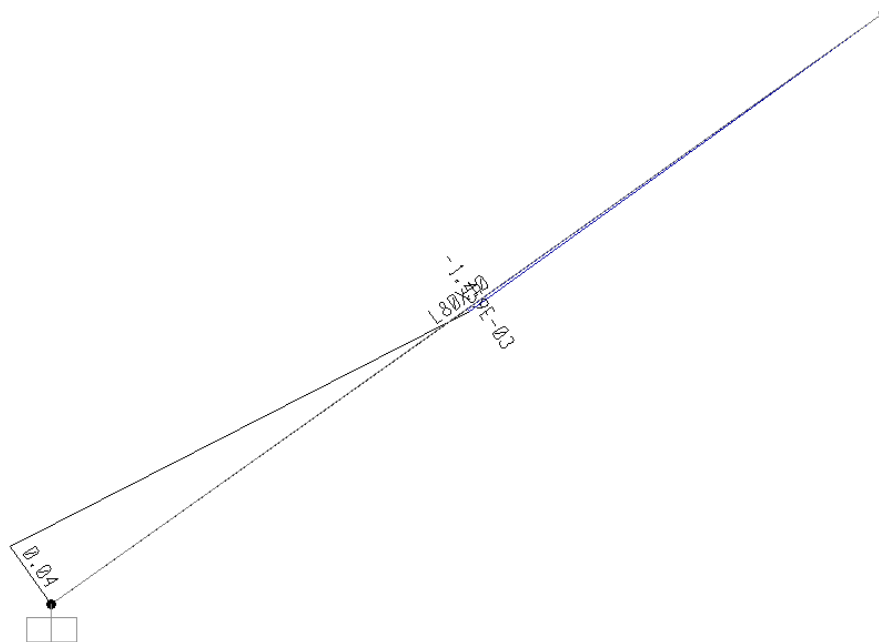
Di seguito si riportano i grafici delle sollecitazioni della trave maggiormente sollecitata:

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	19 di 34



N_{SLU}



M_{SLU}



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI
CENTRALE E BARI TORRE A MARE
 Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	20 di 34

L80x10					
Peso:			11.9	daN/m	
Area sezione:			15.1	cmq	
I:			87.5	cm ⁴	
W (in favore di sicurezza si assume il W elastico):			15.5	cmc	

$f_y =$		2750	daN/cm ²
$\gamma_m =$		1.05	
$f_d = f_y / \gamma_m =$		2619	daN/cm ²

$M_{max} =$	0.04	kNm
$N_{max} =$	5.15	kN

$\sigma = M/W + N/A =$	60	daN/cm ²	OK
------------------------	----	---------------------	----

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	21 di 34

6.2.3 Verifica instabilità puntone L80x10

<u>VERIFICA ASTE COMPRESSE</u>				
Sollecitazioni agenti				
	N (kN)			
comb. 1	5.2			
Area :		1511		(mm ²)
Modulo di resistenza della sezione:		15448		(mm ³)
Momento di inerzia della sezione di armatura (J _{arm}):		8.750E+05		(mm ⁴)
Tensione di snervamento dell'acciaio (f _y):		275		(N/mm ²)
Coefficiente Parziale Acciaio γ_M		1.05		
Modulo di elasticità dell'acciaio (E _{arm}):		210.000		(N/mm ²)
Coefficiente di vincolo per instabilità β		0.7		
Fattore di imperfezione α (4.2.VI)		0.34		
Lunghezza dell'asta L		1300		(mm)
Lunghezza d'inflessione $l_0 = \beta \cdot L$		910		(mm)
Carico critico Eleuriano N _{cr}		2.190E+06		N
Snellezza λ		0.436		
Coefficiente Φ		0.635		
Coefficiente χ		0.912		
N_{c,Rd}		361		
VERIFICA INSTABILITA'		0.014		
verifica soddisfatta				

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	22 di 34

6.2.4 Verticali montante parapetto pianerottolo L90x10

Verticali parapetto pianerottolo L90x10:

$f_y =$	2750	kg/cm ²		
$\gamma_m =$	1.05			
$f_d = f_y / \gamma_m =$	2619	kg/cm ²		
Piatto:			L90x10	
Area:			17.1	cm ²
Ix:			127.0	cm ⁴
Wx (in favore di sicurezza si assume il Wx elastico):			19.8	cm ³
Interasse montanti:			1.15	m
Altezza netta corrimano:			1.10	m
Il carico permanente viene trascurato; l'accidentale è 100 kg/m orizzontale in proiezione verticale.				
Accidentale orizzontale lungo il corrimano:	200	kg/m	230	kg
Carico concentrato orizzontale in testa al verticale (Pt):			230	kg
Carico concentrato orizzontale in testa al verticale agli SLU (1.5Pt):			345	kg
Momento flettente alla base del verticale:				
$M_{slu} = 1.5Pt * Altezza_corrimano_max:$			397	kg*m
Tensione massima agli SLU ($\sigma_{slu} = M_{slu} / Wx$):			2004	kg/cm ²
$\sigma_{c_slu} =$	2004	<	$f_d =$	2619 kg/cm ²
Coefficiente di sicurezza agli SLU (Cs_{slu}):				1.31

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	23 di 34

6.2.5 Pioli scale

Piolo $\phi 20$ scala :

$f_y =$	2750	kg/cm ²	
$\gamma_m =$	1.05		
$f_d = f_y / \gamma_m =$	2619	kg/cm ²	
$\phi 20$			
Peso:	2.47	kg/m	
Area:	3.14	cm ²	
I_x :	0.785	cm ⁴	
W_x (in favore di sicurezza si assume il W_x elastico):	0.739	cm ³	
L_{piolo} :	0.4	m	
Peso proprio P:	1.0	kg	
Accidentale Q:	80	kg	
Carico concentrato sulla trave agli SLU (1.3P+1.5Q):	121.3	kg	
Cautelativamente si considera il carico concentrato applicato nella mezzeria della trave:			
Momento flettente nella mezzeria della trave:			
$M_{slu} = (1.3P + 1.5Q) * L_{piolo} / 4 =$	12	kg*m	
Tensione massima agli SLU (σ_{slu}):	1641	kg/cm ²	
$\sigma_{slu} =$	1641	<	$f_d =$ 2619 kg/cm ²
Coefficiente di sicurezza (Cs):	1.60		

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	24 di 34

7 VERIFICHE COLLEGAMENTI

7.1 Verifica collegamento di attacco travi pianerottolo-parete

Con riferimento al modello descritto al par.6.2, in corrispondenza dei nodi si hanno le seguenti sollecitazioni:

TABLE: Joint Reactions					
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F3	M2
Text	Text	Text	KN	KN	KN-m
1	SLU1	Combination	-0.01	5.47	0.31
3	SLU1	Combination	-4.11	5.78	-1.11
6	SLU1	Combination	-2.41	2.97	-0.59
10	SLU1	Combination	-0.01	3.31	0.02
44	SLU1	Combination	0	2.34	-0.33

Tasselli ad espansione M16

Profondità di posa effettiva: $h_{ef} = 100 \text{ mm}$, $h_{nom} = 125 \text{ mm}$

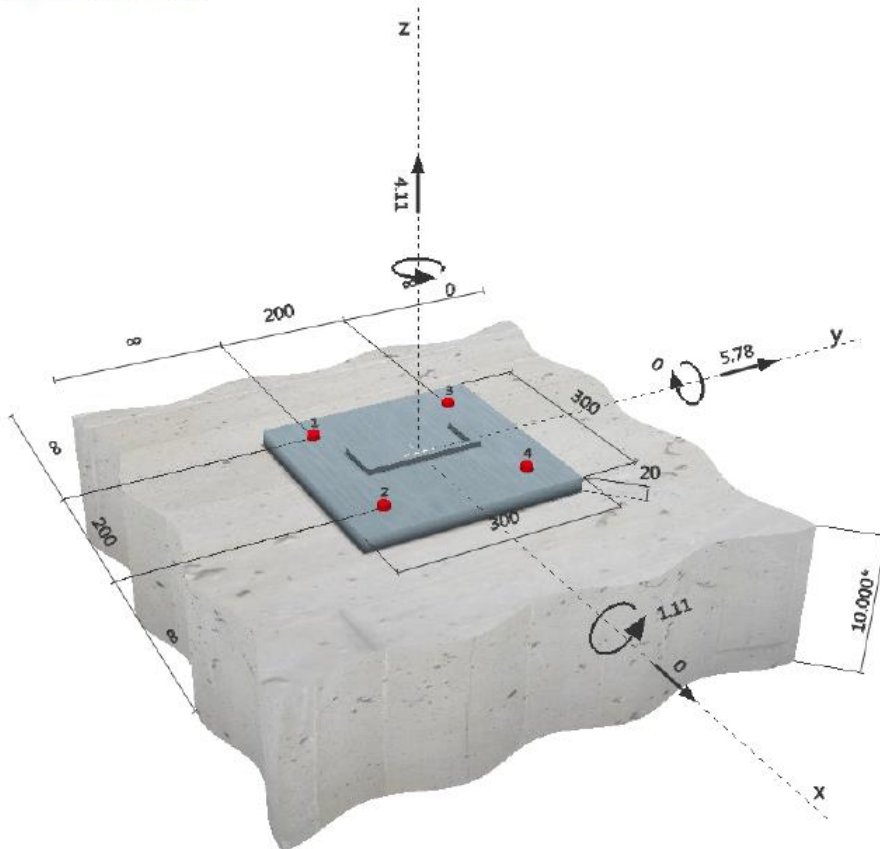
Materiale: 8.8

Coppia di serraggio: 0.120 kNm

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	25 di 34

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



L'ancoraggio risulta verificato!

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	26 di 34

Metodo di calcolo: ETAG


Dati tecnici: ETA 02/0042


Condizioni geometriche


- Dimensioni della piastra: ✓
- Posizione della piastra: ✓
- Distanza dal bordo: ✓
- Interasse: ✓
- Spessore del materiale base: ✓


Utilizzo (%)

Trazione: 15 % ⤴


 Rottura dell'acciaio: 5 %

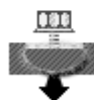
 Rottura conica del calcestruzzo: 15 %


 Sfilamento: 0 %

 Fessurazione: 0 %

Taglio: 4 % ⤴

 Rottura dell'acciaio: 2 %

 Rottura del bordo di calcestruzzo: 0 %

 Rottura per pryout: 4 %

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	27 di 34

Combinazione trazione/taglio: 7 %

- Profondità di posa ottimizzata
- Profondità di posa selezionata dall'utente

Profondità di posa: 100 mm

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

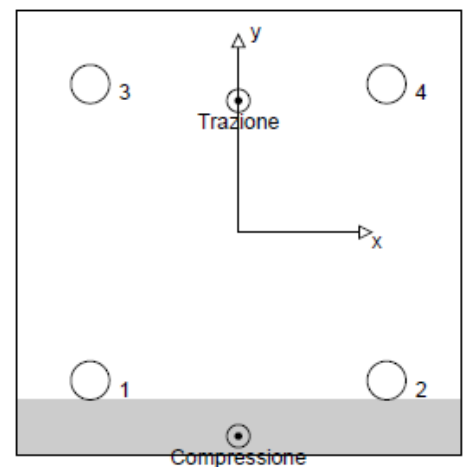
Condizione di carico: Carichi di progetto

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	0.207	1.445	0.000	1.445
2	0.207	1.445	0.000	1.445
3	3.494	1.445	0.000	1.445
4	3.494	1.445	0.000	1.445

Compressione max. nel calcestruzzo: 0.02 [%]
Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 0.59 [N/mm²]
risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(0/89): 7.402 [kN]
risultante delle forze di compressione (x/y)=(0/-138): 3.292 [kN]



3 Carico di trazione (ETAG, Allegato C, Sezione 5.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	3.494	83.733	5	OK
Rottura per sfilamento*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura conica del calcestruzzo**	7.402	50.944	15	OK
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
125.600	1.500	83.733	3.494

3.2 Rottura conica del calcestruzzo

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
250000	90000	150	300		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1.000	89	0.628	1.000	1.000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
7.200	43.796	1.500	50.944	7.402	

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	28 di 34

4 Carico di taglio (ETAG, Allegato C, Sezione 5.2.3)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_v [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	1.445	126.800	2	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	5.780	162.207	4	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
158.500	1.250	126.800	1.445

4.2 Rottura per pryout

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	
250000	90000	150	300	2.000	
$e_{c1,v}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Sd} [kN]		
43.796	1.500	162.207	5.780		

5 Carichi combinati di trazione e di taglio (ETAG, Allegato C, Sezione 5.2.4)

Rottura dell'acciaio

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0.145	0.036	1.500	7	OK

$$\beta_N^{\alpha} + \beta_V^{\alpha} \leq 1$$

6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

N_{Sk} = 2.588 [kN]	δ_N = 0.102 [mm]
V_{Sk} = 1.070 [kN]	δ_V = 0.100 [mm]
	δ_{NV} = 0.143 [mm]

Carichi a lungo termine:

N_{Sk} = 2.588 [kN]	δ_N = 0.168 [mm]
V_{Sk} = 1.070 [kN]	δ_V = 0.150 [mm]
	δ_{NV} = 0.225 [mm]

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	29 di 34

7.2 Verifica attacco scala

La scala è vincolata in 4 punti per cui si considera un'azione di taglio agente su ogni singolo ancorante pari a:

$$T_{SLU} = (1.5 \cdot P_o + 1.3 \cdot P_s) / 4 = (120 + 32.5) / 4 = 38 \text{ daN} \approx 40 \text{ daN} = 0.4 \text{ kN}$$

Dove:

P_o = peso dell'operatore 80daN

P_s = peso scala 100 daN

Si considera inoltre un carico di trazione valutato come un multiplo del carico verticale pari a:

$$T_{rSLU} = \phi \cdot T_{SLU} = 4 \cdot 40 \text{ daN} = 160 \text{ daN} = 1.6 \text{ kN}$$

Dove ϕ * un coefficiente dinamico assunto pari a 4

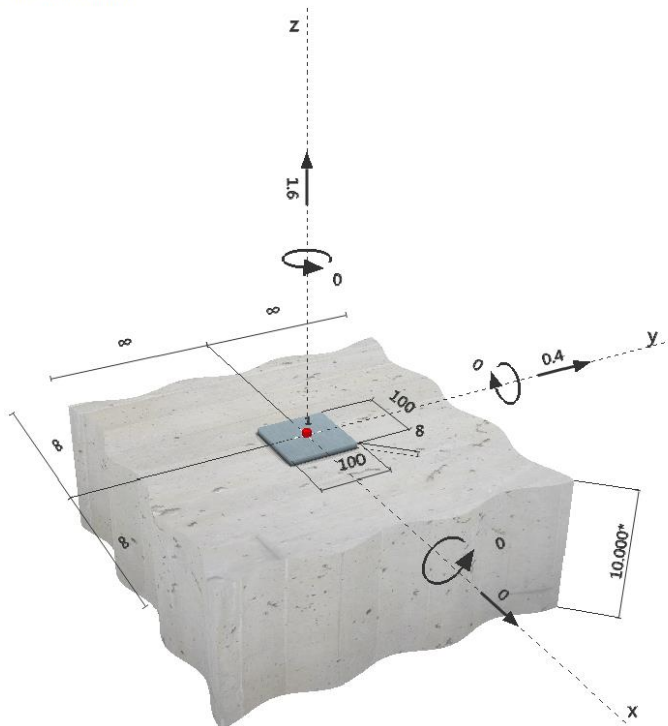
Tasselli ad espansione M12

Profondità di posa effettiva: $h_{ef} = 80 \text{ mm}$, $h_{nom} = 105 \text{ mm}$

Materiale: 8.8

Coppia di serraggio: 0.080 kNm

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	30 di 34

L'ancoraggio risulta verificato!

Metodo di calcolo: ETAG

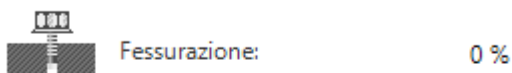
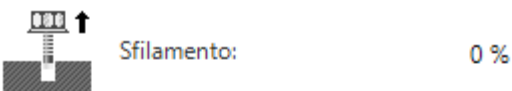
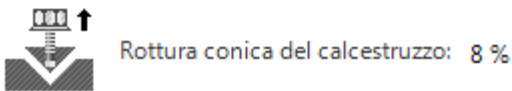
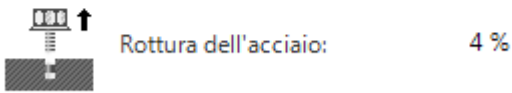
Dati tecnici: ETA 02/0042

Condizioni geometriche

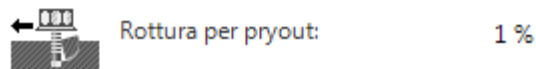
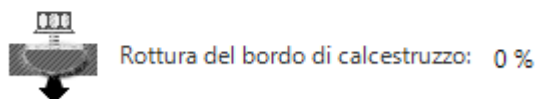
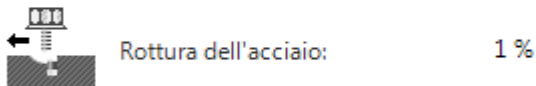
- Dimensioni della piastra: ✓
- Posizione della piastra: ✓
- Distanza dal bordo: ✓
- Interasse: ✓
- Spessore del materiale base: ✓

Utilizzo (%)

Trazione: 8 % ⤴



Taglio: 1 % ⤴



Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	31 di 34

Combinazione trazione/taglio: 3 %

- Profondità di posa ottimizzata
- Profondità di posa selezionata dall'utente

Profondità di posa: 80 mm

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

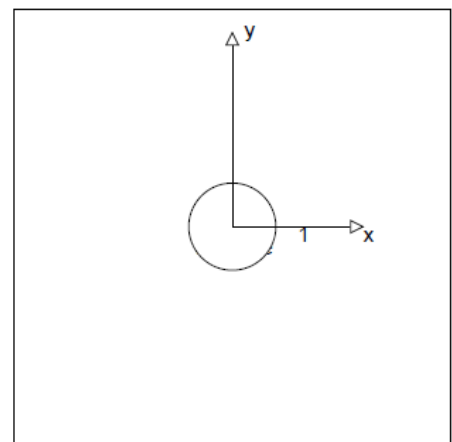
Condizione di carico: Carichi di progetto

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	1.600	0.400	0.000	0.400

Compressione max. nel calcestruzzo: - [%]
Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: - [N/mm²]
risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(0/0): 1.600 [kN]
risultante delle forze di compressione (x/y)=(0/0): 0.000 [kN]



3 Carico di trazione (ETAG, Allegato C, Sezione 5.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	1.600	44.933	4	OK
Rottura per sfilamento*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura conica del calcestruzzo**	1.600	20.892	8	OK
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
67.400	1.500	44.933	1.600

3.2 Rottura conica del calcestruzzo

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]
57600	57600	120	240

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000

k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
7.200	31.338	1.500	20.892	1.600

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	32 di 34

4 Carico di taglio (ETAG, Allegato C, Sezione 5.2.3)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_V [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	0.400	71.680	1	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	0.400	41.784	1	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
89.600	1.250	71.680	0.400

4.2 Rottura per pryout

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	
57600	57600	120	240	2.000	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\Psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\Psi_{ec2,N}$	$\Psi_{s,N}$	$\Psi_{re,N}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,op}$ [kN]	V_{Sd} [kN]		
31.338	1.500	41.784	0.400		

5 Carichi combinati di trazione e di taglio (ETAG, Allegato C, Sezione 5.2.4)

Rottura dell'acciaio

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0.077	0.010	1.500	3	OK

$$\beta_N^{\alpha} + \beta_V^{\alpha} \leq 1$$

6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

N_{Sk} = 1.185 [kN]	δ_N = 0.062 [mm]
V_{Sk} = 0.296 [kN]	δ_V = 0.036 [mm]
	δ_{NV} = 0.072 [mm]

Carichi a lungo termine:

N_{Sk} = 1.185 [kN]	δ_N = 0.107 [mm]
V_{Sk} = 0.296 [kN]	δ_V = 0.054 [mm]
	δ_{NV} = 0.120 [mm]

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	33 di 34

7.3 Verifica altri collegamenti bullonati

La resistenza del singolo bullone M16 è calcolata nello schema seguente. Poiché le resistenze sono notevolmente superiori alle sollecitazioni in gioco di cui ai capitoli precedenti, le connessioni si possono ritenere ampiamente soddisfatte.

Dati geometrici e di resistenza singolo bullone			
Grandezza	Simbolo	Valore	U.M.
Classe bulloni		8.80	
Coefficiente moltiplicativo		0.60	
Resistenza a snervamento	f_{yb}	649.00	N/mm ²
Resistenza a rottura	f_{ub}	800.00	N/mm ²
Tipo bullone		M16	
Area resistente	A_{res}	157.00	mm ²
Resistenza a taglio bullone	$F_{v,Rd}$	60.3	kN
Resistenza a trazione bullone	$F_{T,Rd}$	90.4	kN

7.4 Verifica saldature

Si adotta a favore di sicurezza il metodo semplificato per cui:

$$F_{w,Rd} = a * \frac{f_{tk}}{\sqrt{3} * \beta_w * \gamma_{M2}} * L_{eff}$$

Con:

$F_{w,Rd}$ = resistenza di progetto della saldatura

a = altezza di gola della saldatura (altezza del triangolo inscritto nella sezione trasversale del cordone d'angolo)

f_{tk} = resistenza a trazione ultima dell'acciaio = 261.9 N/mm²

β_w = coefficiente legato al tipo di materiale (per S275=0.85)

γ_{M2} = 1.25

Relazione di calcolo carpenteria metallica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 78 CL	NI 01 00 402	A	34 di 34

L_{eff} = lunghezza efficace del cordone

N.B.: L'altezza di gola efficace si assume pari a $0.707 \cdot$ minimo spessore elementi da saldare.

7.4.1 Saldatura per L90x10

Si ha:

a	5	mm
f_{tk}	261.9	N/mm ²
β_w	0.85	
γ_2	1.25	
L_{eff}	50	mm
$F_{w,Rd} =$	35578	N
	35.6	kN

Poiché la sollecitazione massima in corrispondenza della saldatura delle L è <1kN, la verifica risulta ampiamente soddisfatta.

7.4.2 Saldatura per UPN140

Si ha:

a	7.1	mm
f_{tk}	261.9	N/mm ²
β_w	0.85	
γ_2	1.25	
L_{eff}	90	mm
$F_{w,Rd} =$	90554	N
	90.6	kN

Poiché la sollecitazione massima in corrispondenza della saldatura delle L è <6kN, la verifica risulta ampiamente soddisfatta.