



COMUNE DI SUBIACO
Piazza S. Andrea, 1
00028 ROMA



REGIONE LAZIO
Direzione Regionale Cultura
(Attuazione DRG 365 del 2016
"Sviluppo delle strutture culturali")

RESTAURO E RIFUNZIONALIZZAZIONE PER LA RIAPERTURA DEL TEATRO NARZIO



Progetto Architettonico ed Impiantistico:

Arch. Anelinda Di Muzio

Progetto Strutturale:

Ing. Valerio Orlandi

Progetto di Restauro delle facciate:

Arch. Serena Mercuri

Coordinamento per la sicurezza:

Arch. Domenico Bechis

Consulente per gli impianti meccanici: Ing. Marco Di Pietro

Consulente per l'impianto elettrico: Ing. Domenico Bonfà

Collaborazione: Arch. Ambra Troiani, Arch. Alessandra Vocaturo, Ing. Marco Corsetti

RUP: Arch. Daniele Cardoli

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONI

RELAZIONE DI CALCOLO INTERVENTI STRUTTURALI

ELABORATO

RE12

REV. N.	DATA :	DESCRIZIONE	SCALA	DATA
REV. N.	DATA :	DESCRIZIONE	-	DICEMBRE 2018

INDICE

1	DATI GENERALI	3
1.1	PREMESSA	3
1.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
1.3	LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA.....	3
1.4	CARATTERISTICHE DEI PARAMETRI MECCANICI DELLE MURATURE.....	3
2	AZIONI DI CALCOLO E COMBINAZIONI	4
2.1	PESO PROPRIO MATERIALI	4
2.2	PESO PROPRIO SOLAI ESISTENTI.....	4
2.2.1	<i>Solaio di copertura</i>	<i>4</i>
2.2.2	<i>Solaio tipo S01.....</i>	<i>5</i>
2.2.3	<i>Solaio tipo S02.....</i>	<i>5</i>
2.2.4	<i>Solaio tipo S03.....</i>	<i>5</i>
2.2.5	<i>Solaio tipo S04.....</i>	<i>5</i>
2.2.6	<i>Solaio tipo S05.....</i>	<i>5</i>
2.2.7	<i>Solaio tipo S06.....</i>	<i>6</i>
2.3	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI	6
2.3.1	<i>Interno.....</i>	<i>6</i>
2.3.2	<i>Graticcia di scena non calpestabile.....</i>	<i>6</i>
2.3.3	<i>Coperture a falde.....</i>	<i>6</i>
2.4	CARICHI VARIABILI.....	7
2.5	AZIONE SISMICA	7
2.5.1	<i>Pericolosità sismica di base.....</i>	<i>7</i>
2.5.2	<i>Progettazione per azioni sismiche.....</i>	<i>7</i>
2.6	DIAGRAMMI SPETTI DI RISPOSTA.....	8
2.7	AZIONI DEL VENTO	8
2.7.1	<i>Velocità base di riferimento</i>	<i>8</i>
2.7.2	<i>Velocità di riferimento.....</i>	<i>9</i>
2.7.3	<i>Pressione del vento</i>	<i>9</i>
1.1.1.1	<i>Pressione cinetica di riferimento</i>	<i>10</i>
1.1.1.2	<i>Coefficiente di esposizione</i>	<i>10</i>
1.1.1.3	<i>Coefficiente di forma</i>	<i>11</i>
1.1.1.4	<i>Coefficiente aerodinamico.....</i>	<i>13</i>
2.8	AZIONI DELLA NEVE	14
2.9	COMBINAZIONI DI CALCOLO	14

3	GLI INTERVENTI	16
3.1	DESCRIZIONE	16
3.2	CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI	16
3.3	APERTURA E CHIUSURA VANI NELLA MURATURA.....	19
3.3.1	<i>Descrizione</i>	19
3.3.2	<i>Verifica</i>	19
3.4	IL NUOVO GRATICCIO METALLICO DEL PALCO	23
3.4.1	<i>Descrizione</i>	23
3.4.2	<i>Schemi posti a base di calcolo</i>	23
3.4.3	<i>Combinazioni di calcolo</i>	25
3.4.4	<i>Configurazione delle deformate</i>	26
3.4.5	<i>Diagrammi delle sollecitazioni</i>	27
3.4.6	<i>Verifica aste</i>	28
3.4.7	<i>Verifica unioni</i>	36
3.4.7.1	Verifica unione sezione accoppiata 2xUPN100.....	36
3.4.7.2	Verifica unioni TUB 76 x 3 mm –UPN 100	36
3.4.7.3	Verifica unioni IPE100 –UPN 100	40
3.4.7.4	Verifica unioni 2XUPN 100 – 2XUPN 100 _ Giunto a coprigiunto	43
3.4.7.5	Verifica collegamento 2xUPN 100 – piastra di appoggio	56
3.4.7.6	Verifica piastra di appoggio delle reticolari	58
3.4.7.7	Verifica ancoraggio stralli e controventi \varnothing 16 mm	59
3.4.7.8	Verifica locale della muratura	61
3.5	REALIZZAZIONE VANO SCALA DI COLLEGAMENTO TRA IL PIANO GALLERIA ED IL PIANO TERRA	62
3.5.1	<i>Descrizione</i>	62
3.5.2	<i>Schemi posti a base di calcolo</i>	62
3.5.3	<i>Verifica lamiera di calpestio</i>	64
3.5.4	<i>Configurazione delle deformate</i>	65
3.5.5	<i>Diagrammi delle sollecitazioni</i>	66
3.5.6	<i>Verifica aste</i>	67
3.5.7	<i>Verifica Unioni</i>	70
3.5.7.1	Unione HEA 260 – HEA 260.....	70
3.5.7.2	Unione HEA 200 – HEA 260.....	72
3.5.7.3	Unione HEA 200 – HEA 200.....	74
3.6	REALIZZAZIONE SCALA METALLICA DI COLLEGAMENTO TRA IL PIANO -2 E -1	75
3.6.1	<i>Descrizione</i>	75
3.6.2	<i>Schemi posti a base di calcolo</i>	76
3.6.3	<i>Verifica gradino in grigliato</i>	77

3.6.4	Configurazione delle deformate.....	78
3.6.5	Diagrammi delle sollecitazioni	79
3.6.6	Verifica aste.....	80
3.6.7	Verifica unioni	83
3.6.7.1	Unione UPN220 – HEA 260	83
3.6.7.2	Unione UPN220 – trave in c.a.	85
3.6.7.3	Unione parapetto della scala	86
3.6.7.4	Montante parapetto della scala.....	88
4	ALLEGATI	88

1 DATI GENERALI

1.1 PREMESSA

La presente relazione si riferisce agli interventi strutturali legati al restauro e rifunionalizzazione per la riapertura del Teatro Narzio in Subiaco. Gli interventi strutturali previsti, sono quelli strettamente necessari, alla fruizione dei locali, all'istallazione degli impianti e all'adeguamento dell'edificio alle norme di prevenzione incendi.

È stato necessario, pertanto, avviare un'indagine conoscitiva attraverso una serie di sopralluoghi in situ e attraverso indagini (di tipo non invasivo) condotte sugli apparecchi murari e sugli orizzontamenti, sulle caratteristiche geometriche dell'edificio, e sulla ricerca di eventuali quadri fessurativi e/o degradi delle strutture.

Fondamentalmente l'indagine è stata eseguita sui seguenti aspetti caratterizzanti:

- Distribuzione planimetrica delle strutture e fondazioni;
- Distribuzione altimetrica delle strutture e orizzontamenti;
- Caratteristiche dei materiali strutturali;
- Stato generale di conservazione;
- Analisi degli elementi di degrado;

1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta nel rispetto delle norme, dei regolamenti e delle prescrizioni attualmente vigenti, con particolare riferimento alle seguenti:

- Decreto Ministero Infrastrutture 17 gennaio 2018 (Suppl. Ord. n. 8 alla G.U. 20/2/2018 n. 42) e smi: "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare 02 febbraio 2009 n°617/C.S.LL.PP.

1.3 LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA

Sull'edificio esistente è stato effettuato un rilievo geometrico.

Inoltre sono state effettuate le seguenti indagini ed analisi sulle parti strutturali della costruzione (di seguito allegate), in particolare:

- Indagini endoscopiche sulle murature;
- Prove con martinetti piatti;

In via del tutto prudenziale viene assegnato un livello di conoscenza pari a: **LC2** e relativo fattore di confidenza pari a 1,20.

1.4 CARATTERISTICHE DEI PARAMETRI MECCANICI DELLE MURATURE

Di seguito si riportano i valori medi delle indagini effettuate

- Tensione massima = 20,5 daN/cm²
- Modulo di deformabilità E = 1386 daN/cm²

Di seguito si riportano i parametri meccanici della muratura tab.C8A.2.1 con LC2

- Muratura in pietrame disordinato
- $f_m = 14$ daN/cm² (in LC2 valore medio tra 10/18)
- $\tau_0 = 0,26$ daN/cm² (in LC2 valore medio tra 0,2/0,32)
- E = 8700 daN/cm² (in LC2 valore medio tra 6900/10500)
- G = 2900 daN/cm² (in LC2 valore medio tra 2300/3500)
- W = 1900 daN/m³

In via del tutto prudenziale si decide di utilizzare i parametri meccanici riportati nella tab.C8A.2.1 con un livello di conoscenza 2 e FC=1,20.

Coefficienti correttivi dei parametri meccanici utilizzati

Tipologia di muratura	Malta buona	Giunti sottili (<10 mm)	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Nucleo scadente e/o ampio	Iniezione di miscele leganti	Intonaco armato *
Muratura in pietrame disordinato (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	-	1,3	1,5	0,9	2	2,5
Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e	1,4	1,2	1,2	1,5	0,8	1,7	2
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	-	1,1	1,3	0,8	1,5	1,5
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,5	-	1,5	0,9	1,7	2
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	1,2	-	1,2	0,7	1,2	1,2
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	1,5	1,5	-	1,3	0,7	1,5	1,5

2 AZIONI DI CALCOLO E COMBINAZIONI

2.1 PESO PROPRIO MATERIALI

Nella valutazione delle azioni di calcolo per i materiali utilizzati si adottano i seguenti pesi per unità di volume:

Calcestruzzo armato	2500 daN/m ³
Acciaio	7850 daN/m ³
Muratura	1900 daN/m ³

2.2 PESO PROPRIO SOLAI ESISTENTI

2.2.1 Solaio di copertura

I carichi permanenti strutturali previsti per tale solaio risultano i seguenti:

Tavolato	18 daN/m ²
Orditura primaria e secondaria	82 daN/m ²
Totale	= 100 daN/m²

2.2.2 Solaio tipo S01

I carichi permanenti strutturali previsti per tale solaio risultano i seguenti:

Tavellone sp. 6 cm	33 daN/m ²
Polistirolo sp. 10 cm	7 daN/m ²
Soletta in cls sp 5 cm	125 daN/m ²
Incidenza putrelle IPE140	16 daN/m ²
Totale	= 181 daN/m²

2.2.3 Solaio tipo S02

I carichi permanenti strutturali previsti per tale solaio risultano i seguenti:

Tavellone sp. 6 cm	33 daN/m ²
Polistirolo sp. 10 cm	7 daN/m ²
Soletta in cls sp 5 cm	125 daN/m ²
Incidenza putrelle IPE140	22 daN/m ²
Totale	= 187 daN/m²

2.2.4 Solaio tipo S03

I carichi permanenti strutturali previsti per tale solaio risultano i seguenti:

Riempimento	270 daN/m ²
Soletta in cls sp 5 cm	125 daN/m ²
Incidenza putrelle IPN160	23 daN/m ²
Totale	= 418 daN/m²

2.2.5 Solaio tipo S04

I carichi permanenti strutturali previsti per tale solaio risultano i seguenti:

Riempimento	270 daN/m ²
Soletta in cls sp 5 cm	125 daN/m ²
Incidenza putrelle IPN140	17 daN/m ²
Totale	= 412 daN/m²

2.2.6 Solaio tipo S05

I carichi permanenti strutturali previsti per tale solaio risultano i seguenti:

Solettina in c.sl. sp. 15 cm	375 daN/m ²
Incidenza travi secondarie in c.a.	73 daN/m ²
Totale	= 448 daN/m²

2.2.7 Solaio tipo S06

I carichi permanenti strutturali previsti per tale solaio risultano i seguenti:

Soletta in c.a. sp. 4 cm	100 daN/m ²
Travetti in c.a.	117 daN/m ²
Pignatte in laterizio	38 daN/m ²
Totale	= 255 daN/m²

2.3 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

2.3.1 Interno

I carichi permanenti non strutturali previsti in tali destinazioni risultano i seguenti:

Pavimento in gres	40 daN/m ²
Allettamento sp. 4 cm	80 daN/m ²
Intonaco	30 daN/m ²
Impianti/controsoffitto	30 daN/m ²
Incidenza tramezzature	160 daN/m ²
Totale	= 340 daN/m²

2.3.2 Graticcia di scena non calpestabile

I carichi permanenti non strutturali previsti in tali destinazioni risultano i seguenti:

Peso proprio graticcia	100 daN/m ²
Totale	= 100 daN/m²

2.3.3 Coperture a falde

I carichi permanenti non strutturali previsti in tali destinazioni risultano i seguenti:

Impermeabilizzazione	10 daN/m ²
Coibentazione	20 daN/m ²
Manto di tegole	60 daN/m ²
Totale	= 90 daN/m²

2.4 CARICHI VARIABILI

In accordo alla tabella 3.1.II del D.M. 17/01/18 (Nuove norme tecniche) sono previsti i seguenti carichi variabili:

Cat.	Ambienti	q_k (daN/m ²)	Q_k (daN)	H_k (daN/m)
C2	Cinema, teatri, chiese	400	400	200
H1	Sottotetti accessibili per sola manutenzione	50	120	100
	Portata impianti graticcia di scena	300		

2.5 AZIONE SISMICA

2.5.1 Pericolosità sismica di base

Il sito viene individuato tramite coordinate geografiche:

Longitudine: **13,09903**

Latitudine: **41,92665**

La vita nominale della struttura, definita secondo quanto indicato al punto 2.4.1 del D.M.17/01/2018, risulta, per *opere ordinarie*, pari a:

$V_n \geq 50$ anni

La struttura viene classificata in **classe d'uso III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.**

$c_u = 1,50$

Si definisce quindi il periodo di riferimento dell'azione sismica come:

$V_R = V_n c_u = 50 * 1,5 = 75$ anni

Il terreno di fondazione risulta classificato come:

Rocce tenere - categoria C;

Terreni su cui sorge la struttura con pendenza media compresa minore di 15° - categoria topografica T1.

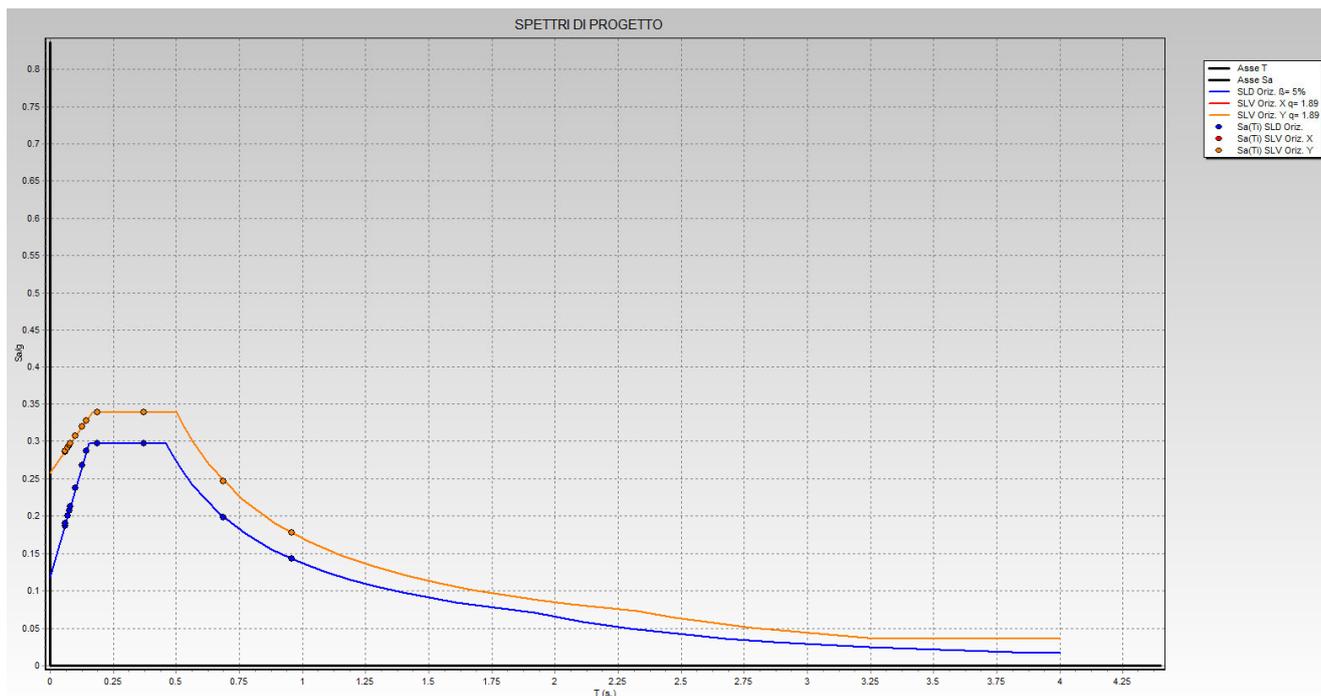
2.5.2 Progettazione per azioni sismiche

Sotto il profilo sismico si ritiene che il fattore di comportamento sia determinato principalmente dal contributo della muratura pertanto si ritiene opportuno attribuire un *fattore* pari a: **1,89 - strutture in muratura ordinaria.**

Le verifiche verranno eseguite considerando gli Stati Limite di salvaguardia della vita (SLV) e di danno (SLD).

Per la determinazione delle sollecitazioni sulla struttura, derivanti dall'azione sismica, viene effettuata una **analisi dinamica lineare.**

2.6 DIAGRAMMI SPETTI DI RISPOSTA



Diagrammi spettri di progetto

2.7 AZIONI DEL VENTO

In accordo al DM 17/01/2018, per le costruzioni usuali le azioni de vento sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti definite al punto 3.3. del DM 17/01/2018.

L'azione del vento sul singolo elemento viene determinata considerando la combinazione più gravosa della pressione agente sulla superficie esterna.

2.7.1 Velocità base di riferimento

Come riportato al punto 3.3.1 del DM 17/01/2018, in assenza di specifiche ed adeguate indagini statistiche la velocità del vento v_b , è data dall'espressione:

$$V_b = V_{b,0} C_a$$

dove

$$a_s = 400 \text{ m.s.l.m.}$$

$$V_{b,0} = 27 \text{ m/s}$$

$$C_a = 1 + k_s((a_s/a_0) - 1) \text{ per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

Tab. 3.3.I -Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

2.7.2 Velocità di riferimento

La velocità di riferimento v_r è il valore medio su 10 minuti, a 10 m di altezza dal suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), riferito al periodo di ritorno di progetto T_R . Tale velocità è definita dalla relazione:

$$V_r = V_b \times C_r$$

dove:

v_b è la velocità base di riferimento, di cui al § 3.3.1;

c_r è il coefficiente di ritorno, funzione del periodo di ritorno di progetto T_R .

$$c_r = 0.75 \sqrt{1 - 0.2 \times \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]} \quad [3.3.3]$$

$T_R = 50$ anni

$C_r = 1$

$v_r = 28,05$ m/s

2.7.3 Pressione del vento

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$$

q_b = pressione cinetica di riferimento

C_e = coefficiente di esposizione

C_p = coefficiente di forma

c_d = coefficiente dinamico

1.1.1.1 Pressione cinetica di riferimento

La pressione cinetica di riferimento q_b (N/m^2) è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 = \mathbf{49,20 \text{ daN/mq}}$$

con :

v_r = velocità di riferimento del vento (in m/s^2)

ρ = densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a $1,25 \text{ Kg/m}^3$.

1.1.1.2 Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria del sito dove sorge la costruzione.

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

Classe di rugosità del sito B

Distanza dalla costa = 62 Km

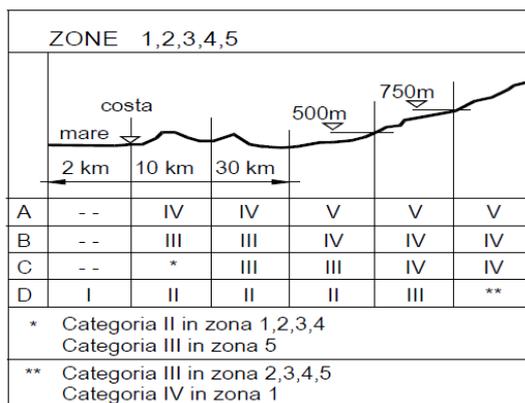
Altezza s.l.m. = 400 ml

Categoria di esposizione del sito = **IV**, (come riportato al punto 3.3.7 nella Fig. 3.3.2 del *DM 17/01/2018*).

Tabella 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.



Categoria di esposizione del sito = IV

$k_r = 0,22$

$z_0 = 0,3 \text{ m}$

$z_{\min} = 8 \text{ m}$

Tabella 3.3.II – Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	k_r	z_0 [m]	z_{\min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

1.1.1.3 Coefficiente di forma

Per la valutazione della pressione esterna ed interna si fa riferimento alle tabelle riportate nella circolare esplicativa C3.3.10.1

Per la valutazione della pressione esterna si assumerà (vedere figura C3.3.2 ed esprimere α in gradi):

- per elementi sopravento (cioè direttamente investiti dal vento), con inclinazione sull'orizzontale $\alpha \geq 60^\circ$, $c_{pe} = + 0,8$
- per elementi sopravento, con inclinazione sull'orizzontale $20^\circ < \alpha < 60^\circ$, $c_{pe} = +0,03\alpha - 1$
- per elementi sopravento, con inclinazione sull'orizzontale $0^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$ e per elementi sottovento (intendendo come tali quelli non direttamente investiti dal vento o quelli investiti da vento radente) $c_{pe} = - 0,4$

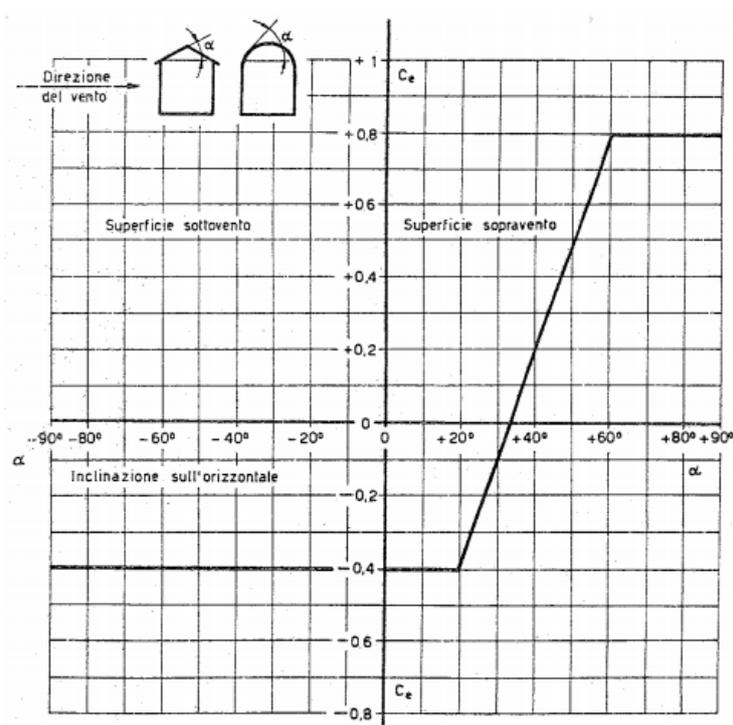


Figura C3.3.2 Valori assunti da c_{pe} al variare di α

Per la valutazione della pressione interna si assumerà (vedere figura C3.3.3 e scegliere il segno che dà luogo alla combinazione più sfavorevole):

- per costruzioni che hanno (o possono anche avere in condizioni eccezionali) una parete con aperture di superficie minore di 1/3 di quella totale: $c_{pi} = \pm 0,2$
- per costruzioni che hanno (o possono anche avere in condizioni eccezionali) una parete con aperture di superficie non minore di 1/3 di quella totale: $c_{pi} = + 0,8$ quando la parete aperta è sopravvento, $c_{pi} = - 0,5$ quando la parete aperta è sottovento o parallela al vento;
- per costruzioni che presentano su due pareti opposte, normali alla direzione del vento, aperture di superficie non minore di 1/3 di quella totale: $c_{pe} + c_{pi} = \pm 1,2$ per gli elementi normali alla direzione del vento, $c_{pi} = \pm 0,2$ per i rimanenti elementi.

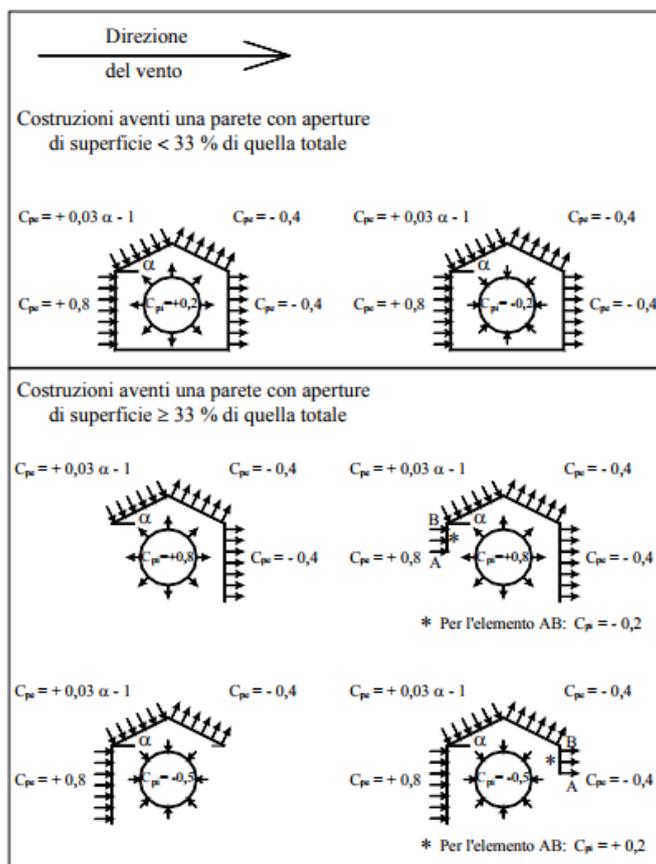


Figura C3.3.3 Coefficienti di forma per gli edifici.

1.1.1.4 Coefficiente aerodinamico

Il coefficiente tiene conto degli effetti riduttivi associati alla contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura.

Esso può essere assunto cautelativamente pari a 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente. (punto 3.3.8. del DM 17/01/2018)

2.8 AZIONI DELLA NEVE

Sulla struttura è prevista l'applicazione di un carico dovuto a neve così come disposto al punto 3.4 del DM 17/01/2018.

Il sito ricade nel comune di Subiaco, Provincia di Roma ad un'altitudine pari a 400 m sul livello del mare.

In accordo al punto 3.4.2 del D.M., il sito ricade nella zona di carico neve III per la quale si ha:

$$q_{sk} = 60 \text{ daN/m}^2 \quad (\text{per as non superiore a } 200 \text{ m})$$

$$q_{sk} = 0,51 \cdot (1 + (a_s/481)^2) \quad (\text{in daN/m}^2 \text{ per as superiore a } 200 \text{ m})$$

pertanto il valore caratteristico di carico neve al suolo per un periodo di ritorno di 50 anni risulta:

$$q_{sk} = 86 \text{ daN/m}^2$$

Considerando una topografia normale, si considera un coefficiente di topografia CE=1,0 ed un coefficiente termico Ct=1,0.

Pertanto il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà pari a:

$$q_s = 0,8 \cdot 86 \cdot 1 \cdot 1 = 68 \text{ daN/m}^2 \quad \mathbf{68 \text{ daN/m}^2}$$

2.9 COMBINAZIONI DI CALCOLO

Si riportano di seguito le combinazioni di calcolo adottate nella modellazione globale dell'edificio.

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.															
DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Peso Strutturale	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.00
Perm.Non Strutturale	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.00
Var.Amb.affol.	1.50	1.05	1.50	1.05	1.05	1.50	1.05	1.05	1.50	1.05	1.05	1.50	1.05	1.05	0.60
Var.Neve h<=1000	0.75	1.50	0.75	1.50	0.75	0.75	1.50	0.75	0.75	1.50	0.75	0.75	1.50	0.75	0.00
Var.Coperture	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00
Vento dir. 0	0.00	0.00	0.90	0.90	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento dir. 90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.90	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento dir. 180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.90	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento dir. 270	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.90	1.50	0.00
Corr. Tors. dir. 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Corr. Tors. dir. 90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
Sisma direz. grd 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Sisma direz. grd 90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.															
DESCRIZIONI	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Peso Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Var.Amb.affol.	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Var.Neve h<=1000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var.Coperture	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento dir. 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento dir. 90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento dir. 180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento dir. 270	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 0	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00
Corr. Tors. dir. 90	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	0.30
Sisma direz. grd 0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Sisma direz. grd 90	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.															
DESCRIZIONI	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Peso Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Var.Amb.affol.	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Var.Neve h<=1000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var.Coperture	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento dir. 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento dir. 90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento dir. 180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento dir. 270	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 0	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30
Corr. Tors. dir. 90	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00
Sisma direz. grd 0	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30
Sisma direz. grd 90	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.	
DESCRIZIONI	46
Peso Strutturale	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.

DESCRIZIONI	46
Var.Amb.affol.	0.60
Var.Neve h<=1000	0.00
Var.Coperture	0.00
Vento dir. 0	0.00
Vento dir. 90	0.00
Vento dir. 180	0.00
Vento dir. 270	0.00
Corr. Tors. dir. 0	0.30
Corr. Tors. dir. 90	1.00
Sisma direz. grd 0	-0.30
Sisma direz. grd 90	-1.00

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.

DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Peso Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Var.Amb.affol.	1.00	0.70	1.00	0.70	0.70	1.00	0.70	0.70	1.00	0.70	0.70	1.00	0.70	0.70
Var.Neve h<=1000	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50	0.50	1.00	0.50	0.50	1.00	0.50	0.50	1.00	0.50
Var.Coperture	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Vento dir. 0	0.00	0.00	0.60	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento dir. 90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento dir. 180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00
Vento dir. 270	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	1.00
Corr. Tors. dir. 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma direz. grd 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma direz. grd 90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6
Peso Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Var.Amb.affol.	0.70	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Var.Neve h<=1000	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Var.Coperture	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento dir. 0	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
Vento dir. 90	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
Vento dir. 180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00
Vento dir. 270	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
Corr. Tors. dir. 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma direz. grd 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma direz. grd 90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00
Var.Amb.affol.	0.60
Var.Neve h<=1000	0.00
Var.Coperture	0.00
Vento dir. 0	0.00
Vento dir. 90	0.00
Vento dir. 180	0.00
Vento dir. 270	0.00
Corr. Tors. dir. 0	0.00
Corr. Tors. dir. 90	0.00
Sisma direz. grd 0	0.00
Sisma direz. grd 90	0.00

3 GLI INTERVENTI

3.1 DESCRIZIONE

Gli interventi previsti sulla costruzione esistente risultano i seguenti:

- La realizzazione di un vano scala di collegamento tra il piano galleria ed il piano terra, mediante il taglio del solaio esistente, l'inserimento di travi rompi-tratta e la realizzazione di una nuova scala metallica;
- La realizzazione di una nuova scala metallica di collegamento tra il piano -2 ed il piano -1, posta su un vano del solaio già esistente;
- La realizzazione di nuovi vani nella muratura, e l'allargamento di due vani porta esistenti, mediante l'inserimento di cerchiature e la chiusura di alcuni vani nella muratura attuali mediante la tecnica dello scuci e cucì;
- La realizzazione di un graticcio metallico in acciaio, struttura secondaria, posto sul soffitto del palco scenico e necessario all'istallazione degli impianti di scena del teatro (luci, tendaggi, scenografie, ecc..);

3.2 CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Si ritiene che gli interventi possono essere classificati come interventi locali ai sensi del P.to 8.4.1 NTC 2018, in quanto:

- Non recano sostanziali modifiche al comportamento della costruzione;
- Modificano una porzione limitata della struttura;

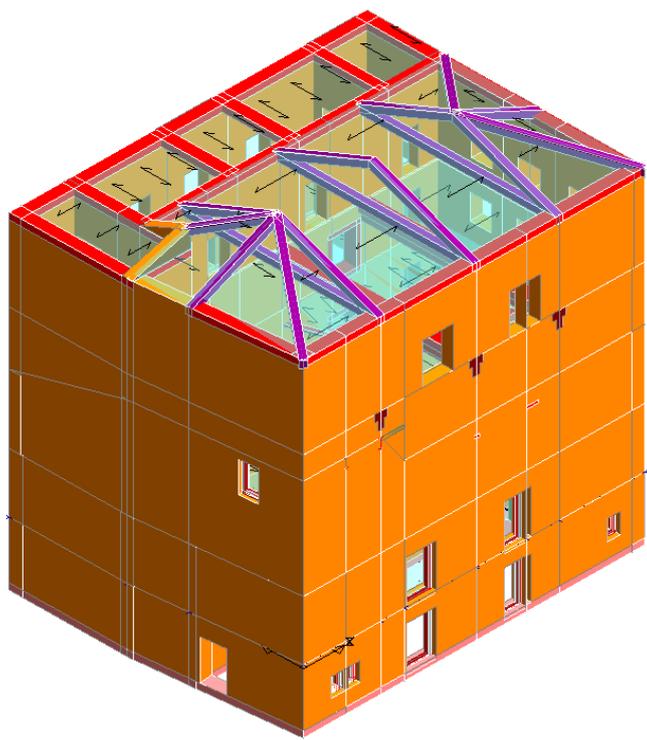
Il progetto e la valutazione della sicurezza, pertanto, sono riferiti alle sole parti interessate dall'intervento e quelle con esse interagenti.

Ai fini della classificazione dell'intervento, si dimostra di seguito che, rispetto alla configurazione ante operam, gli interventi locali:

- Non hanno prodotto sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme;
- Non hanno comportato una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti;

Tali dimostranze sono state effettuate mediante la modellazione strutturale dell'intero edificio ante e post operam.

La modellazione è stata sottoposta ad un'analisi sismica - Statica non lineare.



Si riporta di seguito il tabulato - VARIAZIONI MASSE E RIGIDENZE DI PIANO ANTE E POST OPERAM ed una tabella che analizza e mette a confronto le variazioni effettuate in termini di masse e rigidezze.

VARIAZIONI MASSE E RIGIDENZE DI PIANO ANTE OPERAM											
				DIREZIONE X				DIREZIONE Y			
Piano	Quota	Peso	Variaz.	Tagliante	Spost.	Klat.	Variaz	Tagliante	Spost.	Klat.	Variaz
N.ro	(m)	(t)	(%)	(t)	(mm)	(t/m)	(%)	(t)	(mm)	(t/m)	(%)
1	3.46	962.02	0	798.42	8.34	95775	0	629.1	11.45	54930	0
2	7.05	1023.16	6.4	731.6	8.52	85874	-10.3	574.65	11.83	48574	-11.6
3	11.38	602.35	-41.1	588.51	12.99	45318	-47.2	457.23	16.96	26958	-44.5
4	14.48	1501.02	149.2	438.46	4.93	88978	96.3	337.52	5.28	63945	137.2

VARIAZIONI MASSE E RIGIDENZE DI PIANO POST OPERAM											
				DIREZIONE X				DIREZIONE Y			
Piano	Quota	Peso	Variaz.	Tagliante	Spost.	Klat.	Variaz	Tagliante	Spost.	Klat.	Variaz
N.ro	(m)	(t)	(%)	(t)	(mm)	(t/m)	(%)	(t)	(mm)	(t/m)	(%)
1	3.46	962.02	0	801.6	8.37	95749	0	631.25	11.5	54914	0
2	7.05	1024.95	6.5	735.04	8.56	85893	-10.3	577.05	11.88	48583	-11.5
3	11.42	618.8	-39.6	592.2	13.05	45379	-47.2	459.94	17.06	26959	-44.5
4	14.48	1508.01	143.7	438.79	4.94	88742	95.6	337.54	5.27	64074	137.7

VARIAZIONI ANTE E POST OPERAM (%)											
				DIREZIONE X				DIREZIONE Y			
Piano	Quota	Peso	Variaz.	Tagliante	Spost.	Klat.	Variaz	Tagliante	Spost.	Klat.	Variaz
N.ro	(m)	(t)	(%)	(t)	(mm)	(t/m)	(%)	(t)	(mm)	(t/m)	(%)
1	3.46	0.00%	0.00%	0.40%	0.36%	-0.03%	0.00%	0.34%	0.44%	-0.03%	0.00%
2	7.05	0.17%	1.56%	0.47%	0.47%	0.02%	0.00%	0.42%	0.42%	0.02%	-0.86%
3	11.42	2.73%	-3.65%	0.63%	0.46%	0.13%	0.00%	0.59%	0.59%	0.00%	0.00%
4	14.48	0.47%	-3.69%	0.08%	0.20%	-0.27%	-0.73%	0.01%	-0.19%	0.20%	0.36%

Legenda tabella

PIANO	: Numero del piano sismico
QUOTA	: Altezza del piano dallo spiccatto di fondazione
PESO	: Peso sismico di piano (peso proprio, carichi permanenti e aliquota dei sovraccarichi variabili)
Variatz%	: Variazione percentuale della massa rispetto al piano superiore
Tagliante (t)	: Tagliante relativo al piano nella direzione X/Y. Nel caso di analisi sismica dinamica il valore si riferisce al modo principale
Spost(mm)	: Spostamento del baricentro del piano in direzione X/Y calcolato come differenza fra lo spostamento del piano in questione ed il sottostante
Klat(t/m)	: Rigidezza laterale del piano in direzione X/Y calcolata come rapporto fra il tagliante e lo spostamento
Variatz(%)	: Variazione della rigidezza della massa rispetto al piano superiore in direzione X/Y

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa dell'analisi statica non lineare (Push Over) effettuata nella condizione ante e post operam

Numero PushOver	PgaSLV/Pga10% ANTE OPERAM	PgaSLV/Pga10% POST OPERAM	VARIAZIONE PgaSLV
1	0.591	0.603	2.03%
2	0.623	0.623	0.00%
3	0.542	0.558	2.95%
4	0.555	0.556	0.18%
5	0.723	0.723	0.00%
6	0.768	0.769	0.13%
7	0.681	0.684	0.44%
8	0.729	0.729	0.00%
9	0.588	0.589	0.17%
10	0.628	0.636	1.27%
11	0.514	0.522	1.56%
12	0.552	0.554	0.36%
13	0.748	0.749	0.13%
14	0.761	0.764	0.39%
15	0.724	0.726	0.28%
16	0.651	0.653	0.31%

In conclusione, in relazione ai risultati ottenuti, è possibile affermare che gli interventi effettuati sull'edificio esistente:

1. Non hanno prodotto sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti della struttura nel suo insieme, in quanto la variazione massima del peso sismico di piano è pari al 2,73%, la variazione dello spostamento del baricentro del piano in direzione X/Y è pari allo 0,59% e la

variazione massima della rigidezza laterale del piano in direzione X/Y calcolata come rapporto fra il tagliante e lo spostamento risulta pari 0,27%;

2. Non hanno comportato una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti in quanto l'analisi statica non lineare, estesa su tutto l'edificio, non ha evidenziato una diminuzione della PGA allo SLV;

3.3 APERTURA E CHIUSURA VANI NELLA MURATURA

3.3.1 Descrizione

Per consentire del corretto passaggio degli impianti, l'adeguamento dell'edificio alle norme di prevenzione incendi e per necessità distributive del teatro, si rende necessario l'apertura di vani nella muratura. L'apertura dei nuovi vani sarà realizzata mediante l'inserimento di cerchiature con profilati metallici ed in c.a. Per le aperture ad oggi presenti ma non più utilizzabili, si prevede la chiusura del vano con la ricucitura della muratura con la tecnica dello scuci e cuci.

Per la verifica delle nuove cerchiature viene effettuato il controllo di equivalenza tra la cerchiatura realizzata nel foro e la porzione di muratura mancante. Tale equivalenza si considera soddisfatta se risulta che la rigidezza della cerchiatura sia circa equivalente alla rigidezza di un elemento in muratura di dimensioni pari a quelle del foro, al lordo dello spessore della cerchiatura, e la resistenza della cerchiatura sia pari o superiore a quello dell'elemento di muratura eliminata. Rigidezza e resistenza sono riferite ad una forza orizzontale applicata in testa all'elemento e ad esso complanare. Il calcolo si effettua ipotizzando l'elemento in muratura con vincolo di testa che impedisce la rotazione, mentre per la cerchiatura si adotta l'ipotesi di telaio a comportamento shear-type. Per entrambi si prevede un vincolo di incastro al piede. Si ipotizza che in fase di realizzazione la cerchiatura abbia uno sviluppo chiuso, quindi che sia presente il traverso inferiore, al fine di garantire l'ipotesi di incastro. Inoltre si richiede che l'intera cerchiatura sia adeguatamente ancorata alla muratura circostante in modo diffuso lungo tutto il perimetro. Per il calcolo della rigidezza della muratura si considera un modulo elastico fessurato, pari cioè alla metà di quello nominale relativo al materiale.

Per il calcolo della resistenza della muratura si considerano cautelativamente i valori di resistenza f_k ed f_{kv} non ridotti per il coefficiente parziale del materiale e per il fattore di confidenza. Per il cemento armato o l'acciaio della cerchiatura si adottano i valori di modulo elastico e resistenza che si utilizzano normalmente per le verifiche agli stati limite.

3.3.2 Verifica

VERIFICHE EQUIVALENZA MURATURE FORATE	
EQUIVALENZA CERCHIATURE	
Verifica Numero	1
Numero quota	1
Numero setto	1
Larghezza netta foro	0.78 m

Altezza netta foro	0.90	m
Spessore muratura	0.80	m
Numero di archivio materiale muratura	11	
Numero di archivio sezione cerchiatura	102	
Descrizione sezione cerchiatura	2*HEB120	
Altezza sezione cerchiatura	12.00	cm
Momento resistente porzione muratura eliminata	16.09	tm
Taglio resistente porzione muratura eliminata	2.69	t
Momento resistente sezione cerchiatura	7.79	tm
Taglio resistente sezione cerchiatura	57.41	t
Rigidezza porzione muratura eliminata	64.21	t/cm
Rigidezza telaio cerchiatura	60.27	t/cm
Resistenza porzione muratura eliminata	2.69	t
Resistenza telaio cerchiatura	30.54	t
La verifica risulta	SODDISFATTA	

VERIFICHE EQUIVALENZA MURATURE FORATE

EQUIVALENZA CERCHIATURE

Verifica Numero	2	
Numero quota	1	
Numero setto	18	
Larghezza netta foro	0.55	m
Altezza netta foro	1.00	m
Spessore muratura	0.80	m
Numero di archivio materiale muratura	11	
Numero di archivio sezione cerchiatura	64	
Descrizione sezione cerchiatura	2*HEA120	
Altezza sezione cerchiatura	11.40	cm
Momento resistente porzione muratura eliminata	9.36	tm
Taglio resistente porzione muratura eliminata	2.05	t
Momento resistente sezione cerchiatura	5.63	tm
Taglio resistente sezione cerchiatura	44.29	t
Rigidezza porzione muratura eliminata	36.19	t/cm
Rigidezza telaio cerchiatura	34.38	t/cm
Resistenza porzione muratura eliminata	2.05	t
Resistenza telaio cerchiatura	20.23	t
La verifica risulta	SODDISFATTA	

VERIFICHE EQUIVALENZA MURATURE FORATE

EQUIVALENZA CERCHIATURE

Verifica Numero	3	
Numero quota	1	
Numero setto	25	
Larghezza netta foro	0.70	m
Altezza netta foro	0.90	m
Spessore muratura	0.80	m
Numero di archivio materiale muratura	11	
Numero di archivio sezione cerchiatura	102	
Descrizione sezione cerchiatura	2*HEB120	
Altezza sezione cerchiatura	12.00	cm
Momento resistente porzione muratura eliminata	13.66	tm
Taglio resistente porzione muratura eliminata	2.48	t
Momento resistente sezione cerchiatura	7.79	tm
Taglio resistente sezione cerchiatura	57.41	t
Rigidezza porzione muratura eliminata	56.59	t/cm
Rigidezza telaio cerchiatura	60.27	t/cm
Resistenza porzione muratura eliminata	2.48	t

Resistenza telaio cerchiatura	30.54	t
La verifica risulta	SODDISFATTA	

VERIFICHE EQUIVALENZA MURATURE FORATE

EQUIVALENZA CERCHIATURE

Verifica Numero	4	
Numero quota	1	
Numero setto	29	
Larghezza netta foro	0.55	m
Altezza netta foro	1.00	m
Spessore muratura	0.80	m
Numero di archivio materiale muratura	11	
Numero di archivio sezione cerchiatura	64	
Descrizione sezione cerchiatura	2*HEA120	
Altezza sezione cerchiatura	11.40	cm
Momento resistente porzione muratura eliminata	9.36	tm
Taglio resistente porzione muratura eliminata	2.05	t
Momento resistente sezione cerchiatura	5.63	tm
Taglio resistente sezione cerchiatura	44.29	t
Rigidezza porzione muratura eliminata	36.19	t/cm
Rigidezza telaio cerchiatura	34.38	t/cm
Resistenza porzione muratura eliminata	2.05	t
Resistenza telaio cerchiatura	20.23	t
La verifica risulta	SODDISFATTA	

VERIFICHE EQUIVALENZA MURATURE FORATE

EQUIVALENZA CERCHIATURE

Verifica Numero	5	
Numero quota	1	
Numero setto	38	
Larghezza netta foro	0.55	m
Altezza netta foro	1.00	m
Spessore muratura	0.80	m
Numero di archivio materiale muratura	11	
Numero di archivio sezione cerchiatura	64	
Descrizione sezione cerchiatura	2*HEA120	
Altezza sezione cerchiatura	11.40	cm
Momento resistente porzione muratura eliminata	9.36	tm
Taglio resistente porzione muratura eliminata	2.05	t
Momento resistente sezione cerchiatura	5.63	tm
Taglio resistente sezione cerchiatura	44.29	t
Rigidezza porzione muratura eliminata	36.19	t/cm
Rigidezza telaio cerchiatura	34.38	t/cm
Resistenza porzione muratura eliminata	2.05	t
Resistenza telaio cerchiatura	20.23	t
La verifica risulta	SODDISFATTA	

VERIFICHE EQUIVALENZA MURATURE FORATE

EQUIVALENZA CERCHIATURE

Verifica Numero	6	
Numero quota	3	
Numero setto	9	
Larghezza netta foro	0.80	m
Altezza netta foro	1.60	m
Spessore muratura	0.70	m
Numero di archivio materiale muratura	11	
Numero di archivio sezione cerchiatura	104	

Descrizione sezione cerchiatura	2*HEB140	
Altezza sezione cerchiatura	14.00	cm
Momento resistente porzione muratura eliminata	15.78	tm
Taglio resistente porzione muratura eliminata	2.49	t
Momento resistente sezione cerchiatura	11.57	tm
Taglio resistente sezione cerchiatura	68.49	t
Rigidità porzione muratura eliminata	26.38	t/cm
Rigidità telaio cerchiatura	24.65	t/cm
Resistenza porzione muratura eliminata	2.49	t
Resistenza telaio cerchiatura	26.60	t
La verifica risulta	SODDISFATTA	

VERIFICHE EQUIVALENZA MURATURE FORATE

EQUIVALENZA CERCHIATURE

Verifica Numero	7	
Numero quota	3	
Numero setto	27	
Larghezza netta foro	1.50	m
Altezza netta foro	2.15	m
Spessore muratura	0.80	m
Numero di archivio materiale muratura	11	
Numero di archivio sezione cerchiatura	36	
Descrizione sezione cerchiatura	80 x 25	
Altezza sezione cerchiatura	25.00	cm
Numero criterio di progetto sezione	1	
Diametro ferri longitudinali	16	mm
Numero ferri longitudinali per lato	3	
Diametro ferri staffe	8	mm
Passo staffe	15	cm
Momento resistente porzione muratura eliminata	61.85	tm
Taglio resistente porzione muratura eliminata	5.28	t
Momento resistente sezione cerchiatura	4.55	tm
Taglio resistente sezione cerchiatura	12.63	t
Rigidità porzione muratura eliminata	49.04	t/cm
Rigidità telaio cerchiatura	55.20	t/cm
Resistenza porzione muratura eliminata	5.28	t
Resistenza telaio cerchiatura	7.58	t
La verifica risulta	SODDISFATTA	

VERIFICHE EQUIVALENZA MURATURE FORATE

EQUIVALENZA CERCHIATURE

Verifica Numero	8	
Numero quota	4	
Numero setto	27	
Larghezza netta foro	1.50	m
Altezza netta foro	2.25	m
Spessore muratura	0.80	m
Numero di archivio materiale muratura	11	
Numero di archivio sezione cerchiatura	36	
Descrizione sezione cerchiatura	80 x 25	
Altezza sezione cerchiatura	25.00	cm
Numero criterio di progetto sezione	1	
Diametro ferri longitudinali	16	mm
Numero ferri longitudinali per lato	3	
Diametro ferri staffe	8	mm
Passo staffe	15	cm
Momento resistente porzione muratura eliminata	61.85	tm

Taglio resistente porzione muratura eliminata	5.28	t
Momento resistente sezione cerchiatura	4.55	tm
Taglio resistente sezione cerchiatura	12.63	t
Rigidezza porzione muratura eliminata	46.10	t/cm
Rigidezza telaio cerchiatura	48.95	t/cm
Resistenza porzione muratura eliminata	5.28	t
Resistenza telaio cerchiatura	7.27	t
La verifica risulta	SODDISFATTA	

3.4 IL NUOVO GRATICCIO METALLICO DEL PALCO

3.4.1 Descrizione

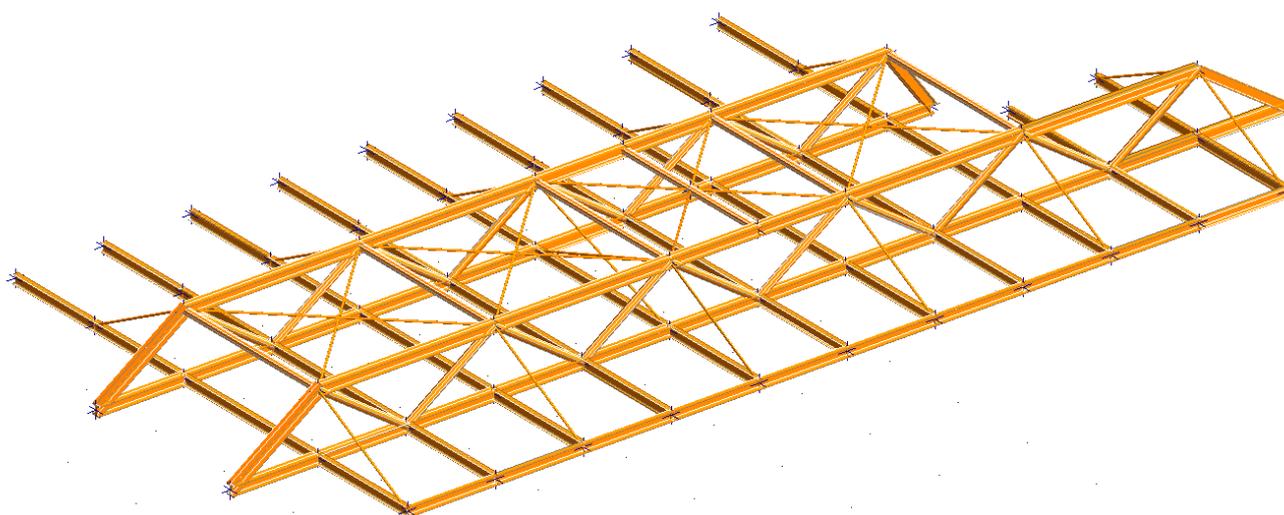
A soffitto del palco si rende necessario l'installazione di doghe per la movimentazione ed il sollevamento dei tiri scenici dal basso. Si precisa che la graticcia risulta di tipo alla tedesca, cioè non calpestabile.

Le doghe saranno fissate su un graticcio metallico formato da un travi secondarie e travi principali reticolari, in grado di trasmettere i carichi direttamente sulle murature.

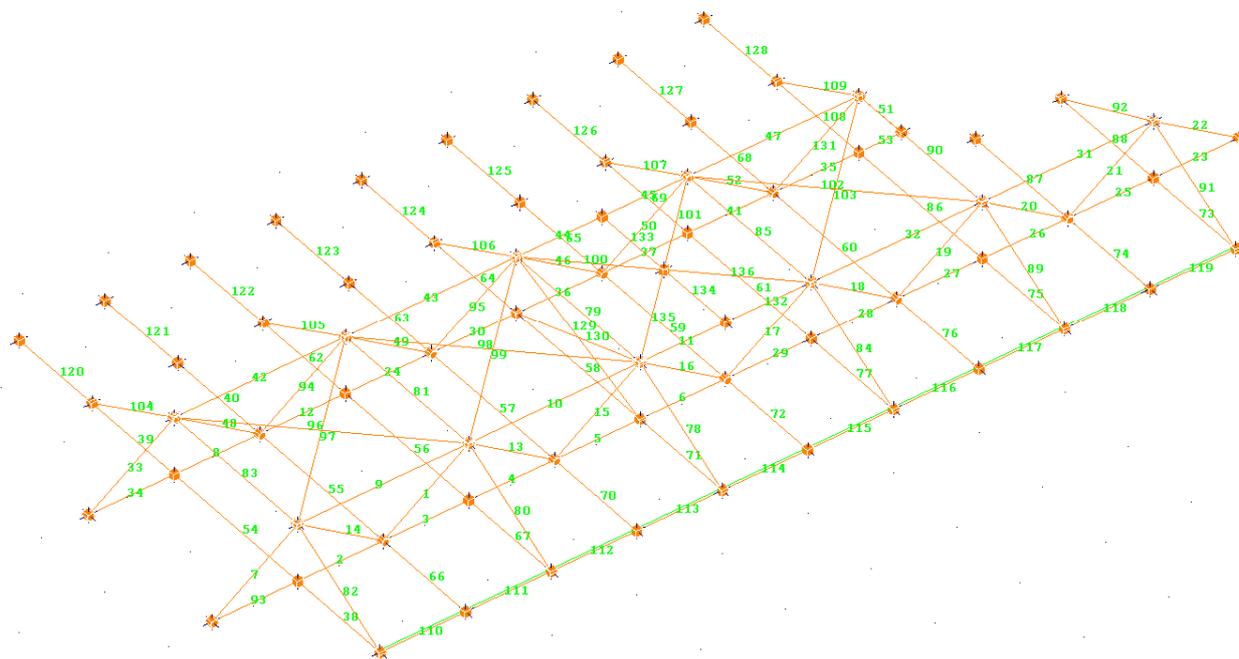
Tale struttura classificata come elemento secondario è progettata per resistere ai soli carichi verticali e per seguire gli spostamenti della struttura senza perdere capacità portante secondo il § 7.2.3 del D.M. 2018. Gli elementi secondari e i loro collegamenti sono quindi progettati e dotati di dettagli costruttivi per sostenere i carichi gravitazionali, quando soggetti a spostamenti causati dalla più sfavorevole delle condizioni sismiche di progetto allo SLC, valutati, secondo il § 7.3.3.3.

Per tale graticcia è prevista una limitazione dei carichi sospesi di servizio non maggiori a 250 Kg/mq. Su tale struttura non sono consentite azioni di tipo dinamico.

3.4.2 Schemi posti a base di calcolo



Modello di calcolo



Schema vincoli e carichi

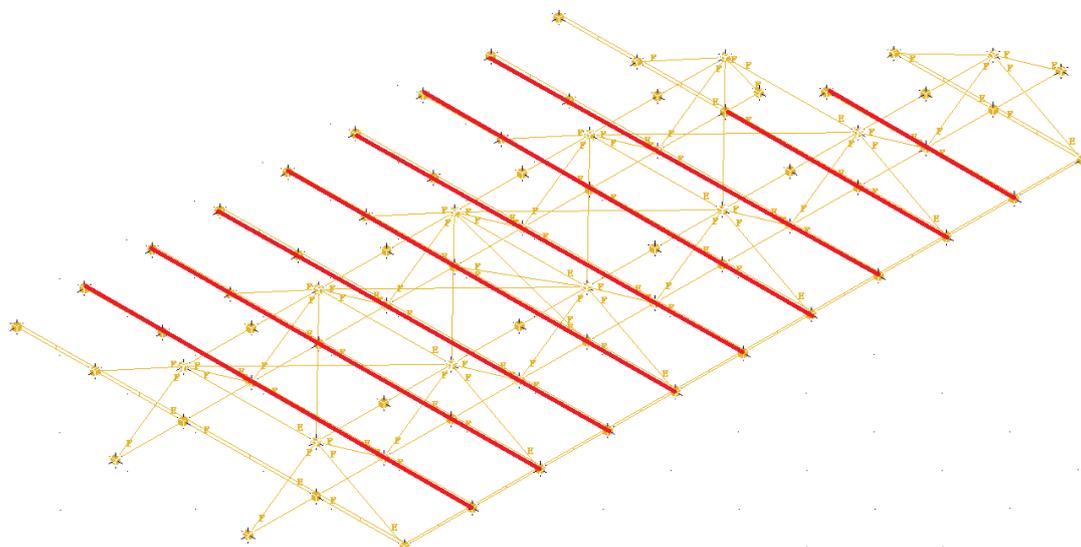
Azioni sulla struttura

Le azioni sono state applicate direttamente sulle travi IPE100 poste trasversalmente alle reticolari ad un interasse massimo di 100 cm. Su tali travi è stato applicato un carico uniformemente ripartito su unità di lunghezza pari a

Permanente non strutturale = 100 daN/ml

Accidentale = 300 daN/ml

Condizione di carico n°3

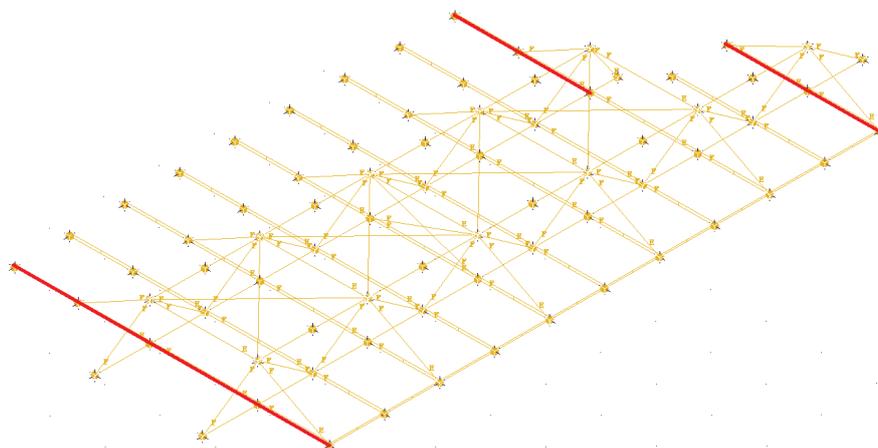


Sulle travi IPE 100 poste adiacenti alle pareti perimetrali, a causa di un possibile incremento dei carichi accidentali tale carico è stato maggiorato come di seguito:

Permanente non strutturale = 100 daN/ml

Accidentale = 400 daN/ml

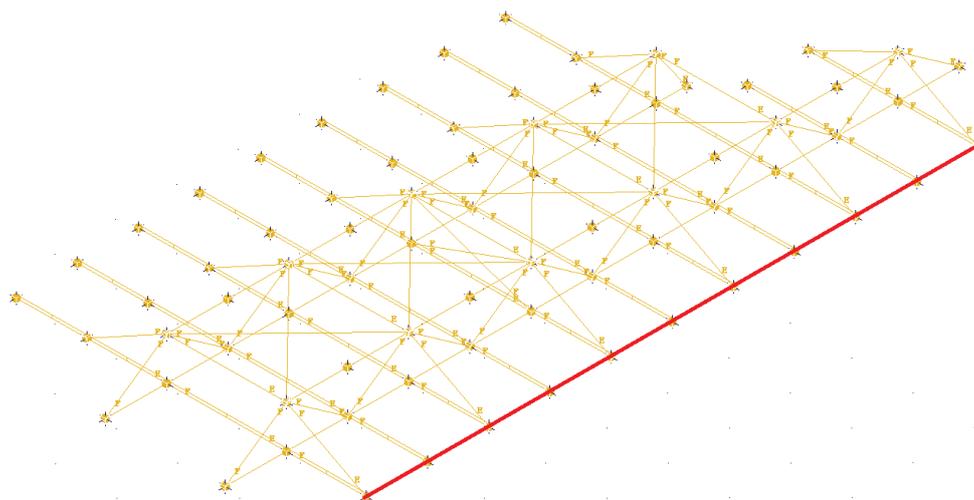
Condizione di carico n°3



Sulle travi UPN100 poste in corrispondenza della punta dello sbalzo è stato applicato un carico su unità di lunghezza pari a:

Accidentale = 150 daN/ml

Condizione di carico n°4



3.4.3 Combinazioni di calcolo

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.				
DESCRIZIONI	1	2	3	4
Peso Strutturale	1.30	1.30	1.30	1.00
PERMANENTE	1.50	1.50	1.50	1.00
ACCIDENTALE	1.50	0.00	1.50	1.00
accidentale2	1.50	1.50	0.00	1.00

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.	
DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1.00
PERMANENTE	1.00
ACCIDENTALE	1.00
accidentale2	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.	
DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1.00
PERMANENTE	1.00
ACCIDENTALE	0.70
accidentale2	0.70

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.	
DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1.00
PERMANENTE	1.00
ACCIDENTALE	0.60
accidentale2	0.60

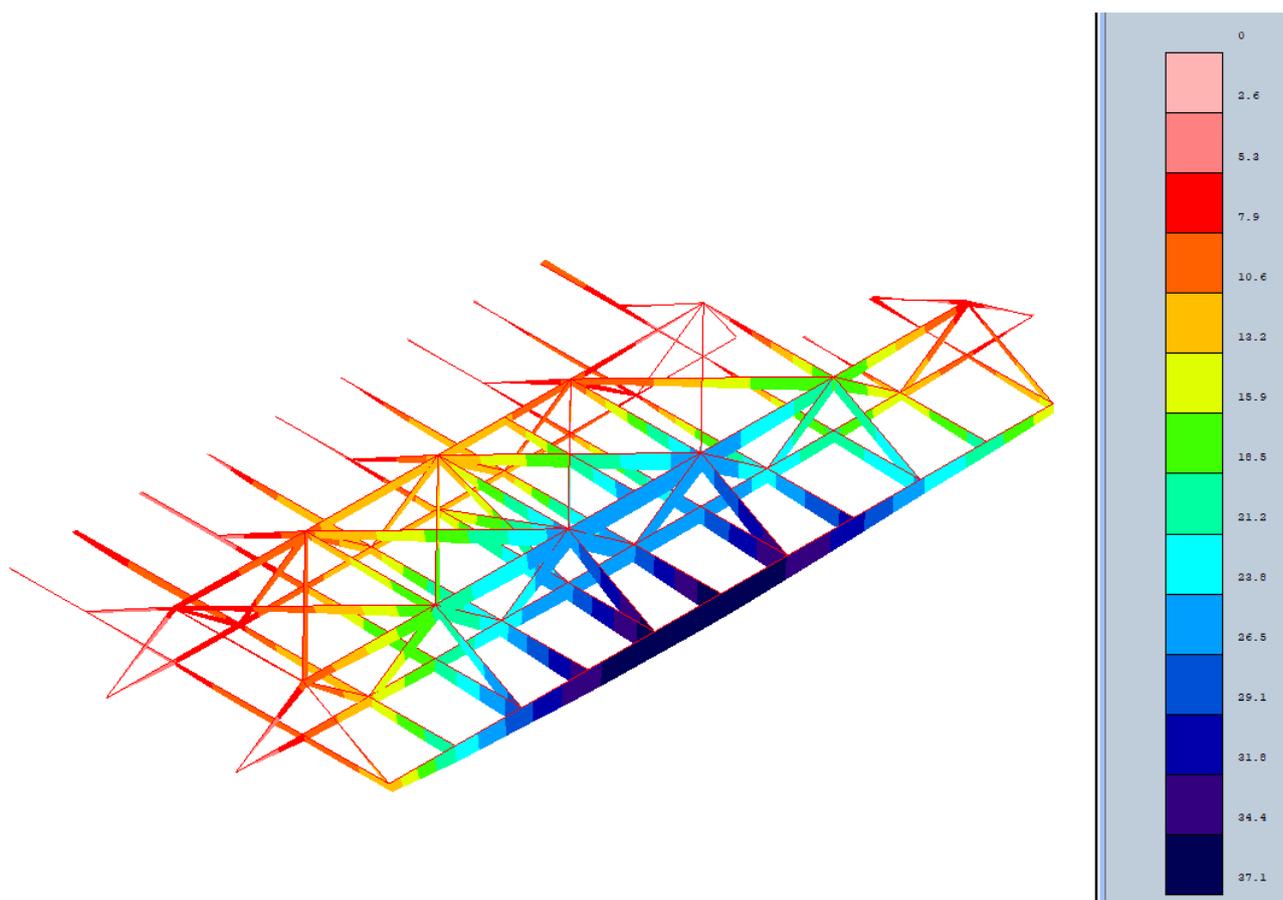
3.4.4 Configurazione delle deformate

Si riporta di seguito la configurazione della deformata in combinazione 4.

Peso proprio 1

Permanente 1

Accidentale 1



Deformata combinazione 4

La struttura subisce uno spostamento massimo pari a 37,1 mm.

3.4.5 Diagrammi delle sollecitazioni

Si riportano di seguito i diagrammi delle sollecitazioni legate all'involuppo delle diverse combinazioni di carico.

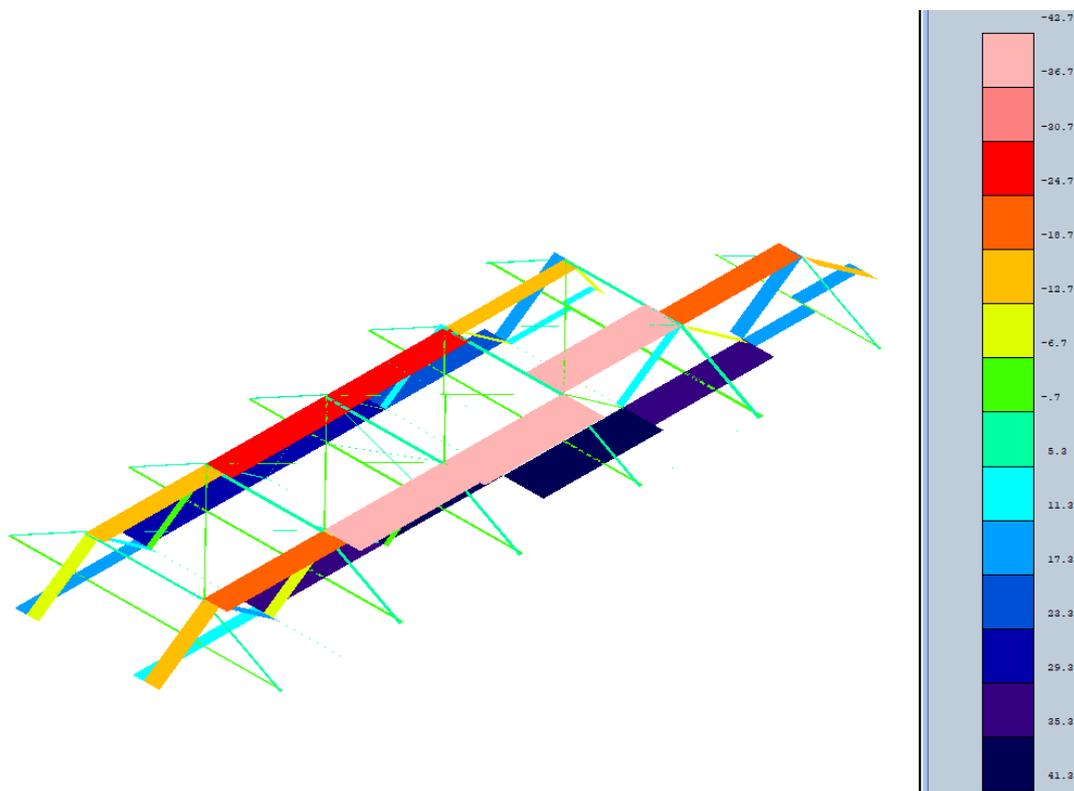


Diagramma sforzo normale – MAX -42,7 t

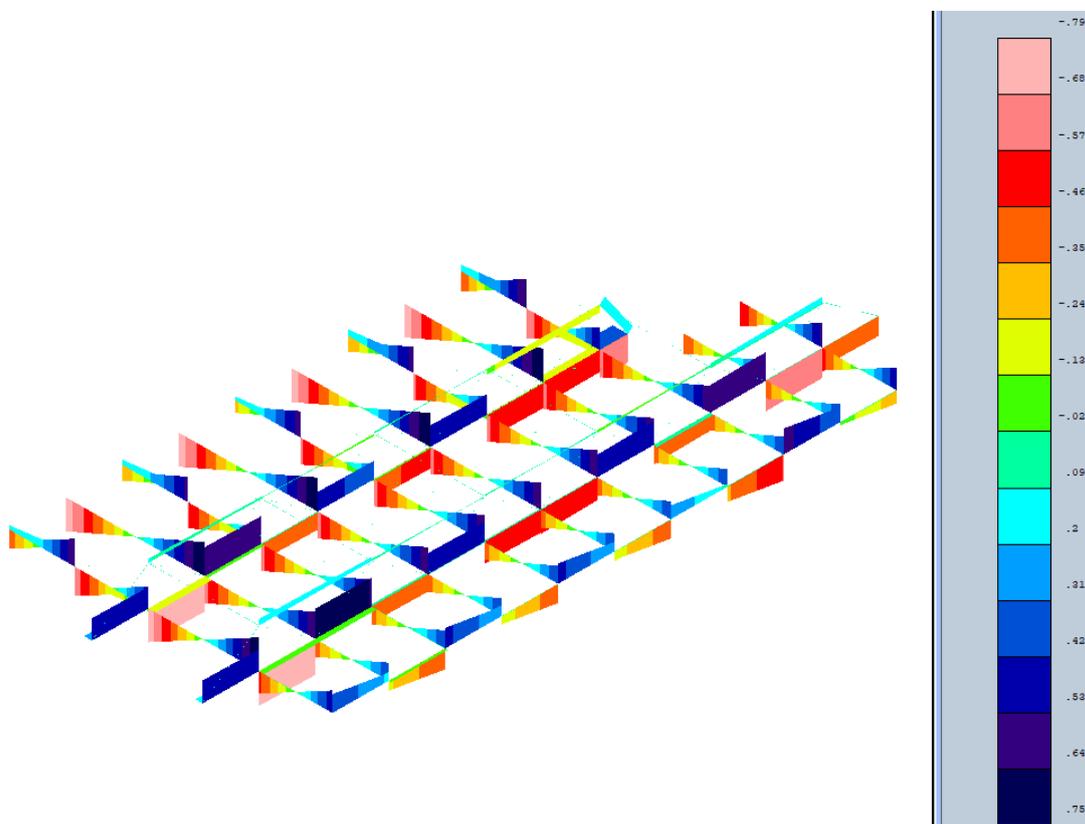


Diagramma del taglio – MAX = -0,79 t

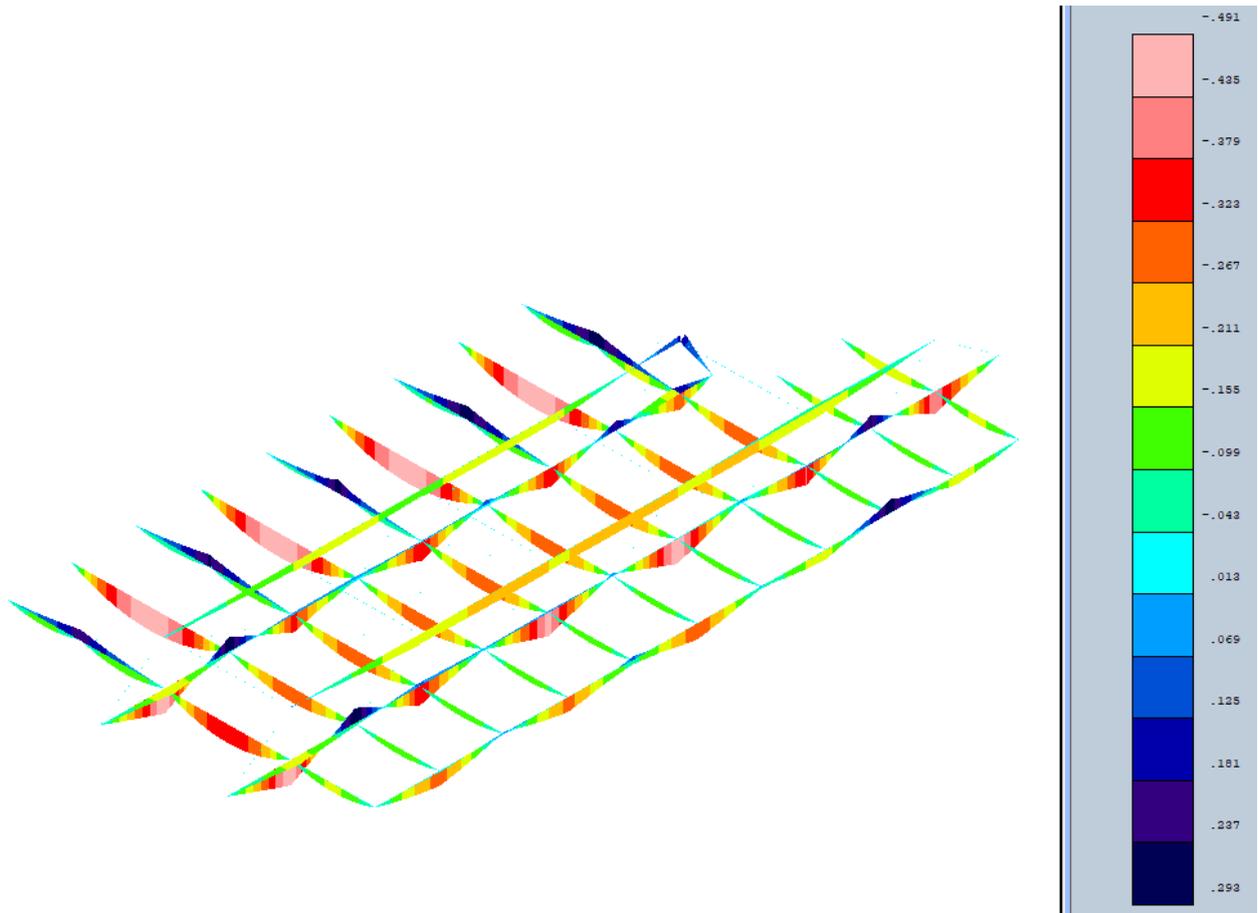
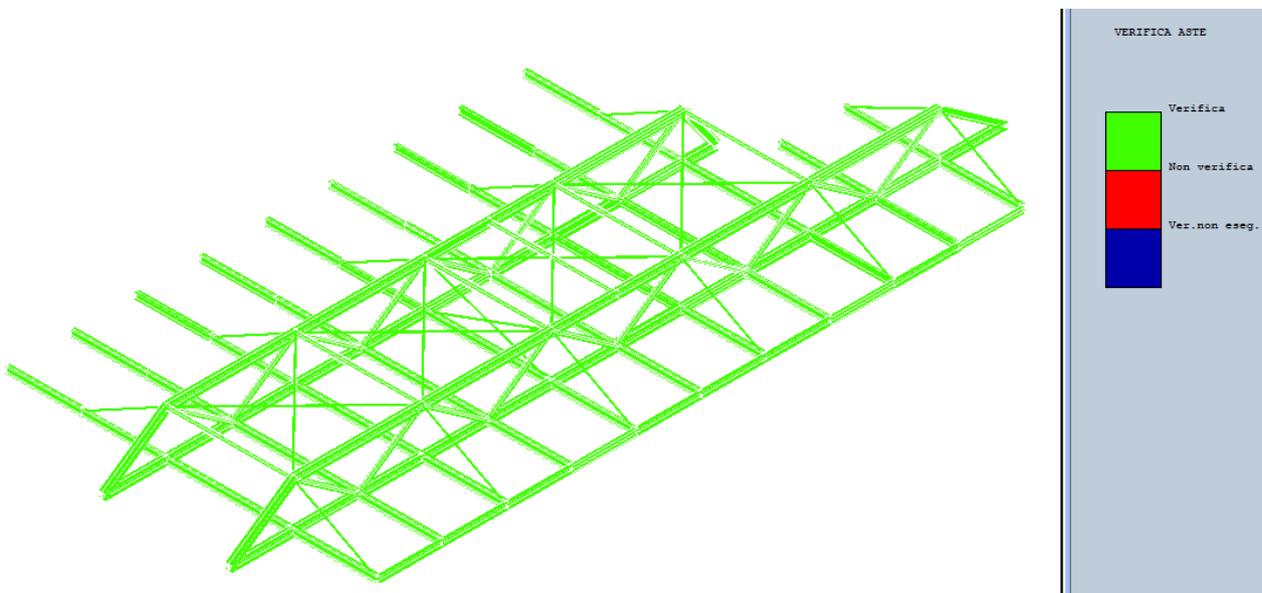


Diagramma momento flettente – MAX = -0,491 t

3.4.6 Verifica aste



STAMPA PROGETTO S.L.U. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																		
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxpI.Rd Kg	VypI.Rd Kg	T Rd kg/m	fy rid Kg/cmq	Rap %
Sez.N. 1077	4	5.00	1	1	-9961	0	0	0	4	1	18043	188	188	6632	6632	366	2619	55
TUB 76,1x3	qn=	-4	1	1	-9958	1	0	0	0	1	18043	188	188	6632	6632	366	2619	55
Asta: 1	5	5.70	1	1	-9956	0	0	0	-4	1	18043	188	188	6632	6632	366	2619	55
Instab.: =	122.1	β* =	122.1	1	-9961	1	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 47	Rpf= 61	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 17.2		0.0	4.9	mm	
Sez.N. 30	3	5.00	1	1	11306	491	-185	-130	-758	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	52

STAMPA PROGETTO S.L.U. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																		
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxpI.Rd Kg	VypI.Rd Kg	T Rd kg/m	fy rid Kg/cmq	Rap %
E2*UPN100	qn=	-21	1	11306	109	-119	-130	-772	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	31	
Asta:	2	4	5.00	1	11306	-281	-54	-130	-785	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	32
Instab.:	100.0	β*1=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	12.8	0.4	4.0	mm	
Sez.N.	30	4	5.00	1	31129	-281	-55	-128	666	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	60
E2*UPN100	qn=	-21	1	31129	49	9	-128	652	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	47	
Asta:	3	5	5.00	1	31129	371	73	-128	638	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	65
Instab.:	100.0	β*1=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	18.5	0.1	4.0	mm	
Sez.N.	30	5	5.00	1	31137	371	73	49	-354	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	65
E2*UPN100	qn=	-21	1	31137	191	49	49	-368	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	56	
Asta:	4	6	5.00	1	31137	4	24	49	-381	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	47
Instab.:	100.0	β*1=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	22.7	0.2	4.0	mm	
Sez.N.	30	6	5.00	1	41158	3	25	1	466	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	61
E2*UPN100	qn=	-21	1	41158	233	24	1	452	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	70	
Asta:	5	7	5.00	1	41158	456	23	1	438	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	78
Instab.:	100.0	β*1=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	25.6	0.2	4.0	mm	
Sez.N.	30	7	5.00	1	41156	455	23	24	-479	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	78
E2*UPN100	qn=	-21	1	41156	213	11	24	-493	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	68	
Asta:	6	8	5.00	1	41156	-37	-1	24	-506	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	60
Instab.:	100.0	β*1=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	26.2	0.2	4.0	mm	
Sez.N.	30	46	5.00	1	-16140	0	0	0	14	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	23
E2*UPN100	qn=	-17	1	-16130	4	0	0	0	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	23
Asta:	7	3	5.70	1	-16120	0	0	0	-14	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	23
Instab.:	122.1	β*1=	122.1	-16140	4	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 57	Rpf= 31	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	8.5	0.0	4.9	mm	
Sez.N.	30	1	5.00	1	12203	439	-204	-176	-655	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	53
E2*UPN100	qn=	-21	1	12203	108	-116	-176	-669	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	32	
Asta:	8	2	5.00	3	11224	-281	-25	-126	-780	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	29
Instab.:	100.0	β*1=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	7.2	0.4	4.0	mm	
Sez.N.	30	3	5.70	1	-24135	-25	0	0	146	-1	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	35
E2*UPN100	qn=	-21	1	-24135	107	1	0	118	-1	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	38	
Asta:	9	5	5.70	1	-24135	211	1	0	91	-1	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	43
Instab.:	200.0	β*1=	140.0	-24135	158	1	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 65	Rpf= 56	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	18.5	0.4	8.0	mm	
Sez.N.	30	5	5.70	1	-37849	186	2	4	43	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	61
E2*UPN100	qn=	-21	1	-37849	219	-4	4	0	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	63
Asta:	10	7	5.70	1	-37849	216	-5	4	-12	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	63
Instab.:	200.0	β*1=	140.0	-37849	219	2	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 65	Rpf= 87	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	25.1	0.8	8.0	mm	
Sez.N.	30	7	5.70	1	-42659	199	-6	-34	46	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	69
E2*UPN100	qn=	-21	1	-42659	218	11	-34	32	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	70	
Asta:	11	8	5.70	1	-42659	231	28	-34	18	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	72
Instab.:	100.0	β*1=	70.0	-42659	231	15	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 32	Rpf= 77	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	25.9	0.2	4.0	mm	
Sez.N.	30	2	5.00	1	25157	-229	-30	-74	551	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	47
E2*UPN100	qn=	-21	1	25157	43	7	-74	538	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	38	
Asta:	12	16	5.00	1	25157	309	44	-74	524	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	52
Instab.:	100.0	β*1=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	9.9	0.1	4.0	mm	
Sez.N.	1077	5	5.70	1	7731	0	0	0	4	0	18043	240	240	6632	6632	366	2619	43
TUB 76,1x3	qn=	-4	1	7728	1	0	0	0	0	0	18043	240	240	6632	6632	366	2619	43
Asta:	13	6	5.00	1	7726	0	0	0	-4	0	18043	240	240	6632	6632	366	2619	43
Instab.:	122.1	β*1=	122.1	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	18.1	0.0	4.9	mm	
Sez.N.	1077	4	5.00	1	14232	0	0	0	4	0	18043	89	89	6632	6632	366	2619	79
TUB 76,1x3	qn=	-4	1	14235	1	0	0	0	0	0	18043	89	89	6632	6632	366	2619	79
Asta:	14	3	5.70	1	14237	0	0	0	-4	0	18043	89	89	6632	6632	366	2619	79
Instab.:	122.1	β*1=	122.1	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	10.4	0.0	4.9	mm	
Sez.N.	1077	6	5.00	1	-4508	0	0	0	4	-1	18043	315	315	6632	6632	366	2619	25
TUB 76,1x3	qn=	-4	1	-4505	1	0	0	0	0	-1	18043	315	315	6632	6632	366	2619	25
Asta:	15	7	5.70	1	-4503	0	0	0	-4	-1	18043	315	315	6632	6632	366	2619	25
Instab.:	122.1	β*1=	122.1	-4508	1	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 47	Rpf= 28	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	22.0	0.0	4.9	mm	
Sez.N.	1077	7	5.70	3	1909	0	0	0	4	-1	18043	376	376	6632	6632	366	2619	11
TUB 76,1x3	qn=	-4	3	1907	1	0	0	0	0	-1	18043	376	376	6632	6632	366	2619	11
Asta:	16	8	5.00	3	1904	0	0	0	-4	-1	18043	376	376	6632	6632	366	2619	11
Instab.:	122.1	β*1=	122.1	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	20.5	0.0	4.9	mm	
Sez.N.	1077	8	5.00	1	1667	0	0	0	4	-1	18043	381	381	6632	6632	366	2619	9
TUB 76,1x3	qn=	-4	1	1669	1	0	0	0	0	-1	18043	381	381	6632	6632	366	2619	9
Asta:	17	14	5.70	1	1672	0	0	0	-4	-1	18043	381	381	6632	6632	366	2619	9
Instab.:	122.1	β*1=	122.1	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	22.7	0.0	4.9	mm	
Sez.N.	1077	14	5.70	1	-3739	0	0	0	4	-1	18043	333	333	6632	6632	366	2619	21
TUB 76,1x3	qn=	-4	1	-3741	1	0	0	0	0	-1	18043	333	333	6632	6632	366	2619	21
Asta:	18	13	5.00	1	-3744	0	0	0	-4	-1	18043	333	333	6632	6632	366	2619	21
Instab.:	122.1	β*1=	122.1	-3744	1	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 47	Rpf= 23	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	19.7	0.0	4.9	mm	
Sez.N.	1077	13	5.00	1	7106	0	0	0	4	-1	18043	255	255	6632	6632	366	2619	39</

STAMPA PROGETTO S.L.U. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.

VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxpI.Rd Kg	VypI.Rd Kg	T Rd kg*m	fy rid Kg/cmq	Rap %
Sez.N. 1077	11	5.00	1	13491	0	0	0	0	4	1	18043	106	106	6632	6632	366	2619	75
TUB 76,1x3	qn=	-4	1	13493	1	0	0	0	0	1	18043	106	106	6632	6632	366	2619	75
Asta: 21	10	5.70	1	13496	0	0	0	0	-4	1	18043	106	106	6632	6632	366	2619	75
Instab.:l=	122.1	β*=	122.1	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	12.8	0.0	4.9	mm	
Sez.N. 30	10	5.70	1	-16359	0	0	0	0	14	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	23
E2*UPN100	qn=	-17	1	-16368	4	0	0	0	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	23
Asta: 22	9	5.00	1	-16378	0	0	0	0	-14	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	23
Instab.:l=	122.1	β*=	122.1	-16378	4	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 57	Rpf= 31	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	5.8	0.0	4.9	mm	
Sez.N. 30	10	5.00	1	13409	422	4	4	-408	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	36
E2*UPN100	qn=	-21	1	13409	214	2	4	-422	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	28
Asta: 23	9	5.00	1	13409	0	0	0	4	-436	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	19
Instab.:l=	100.0	β*=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	7.4	0.2	4.0	mm	
Sez.N. 30	16	5.00	1	25157	309	44	-11	-288	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	52
E2*UPN100	qn=	-21	1	25157	161	50	-11	-302	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	46
Asta: 24	17	5.00	1	25157	7	56	-11	-315	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	41
Instab.:l=	100.0	β*=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	11.6	0.2	4.0	mm	
Sez.N. 30	10	5.00	1	13405	422	-4	-10	-641	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	36
E2*UPN100	qn=	-21	1	13405	98	1	-10	-655	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	23
Asta: 25	11	5.00	1	13405	-233	6	-10	-669	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	29
Instab.:l=	100.0	β*=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	13.0	0.1	4.0	mm	
Sez.N. 30	11	5.00	1	32439	-233	5	-29	630	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	56
E2*UPN100	qn=	-21	1	32439	79	20	-29	617	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	51
Asta: 26	12	5.00	1	32439	384	34	-29	603	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	64
Instab.:l=	100.0	β*=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	18.7	0.1	4.0	mm	
Sez.N. 30	12	5.00	1	32442	384	34	87	-389	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	64
E2*UPN100	qn=	-21	1	32442	186	-10	87	-402	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	54
Asta: 27	13	5.00	1	32442	-19	-54	87	-416	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	52
Instab.:l=	100.0	β*=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	22.8	0.2	4.0	mm	
Sez.N. 30	13	5.00	1	41333	-19	-53	-43	514	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	64
E2*UPN100	qn=	-21	1	41333	235	-32	-43	500	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	71
Asta: 28	14	5.00	1	41333	482	-10	-43	486	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	78
Instab.:l=	100.0	β*=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	25.8	0.3	4.0	mm	
Sez.N. 30	14	5.00	1	41333	482	-10	-10	-505	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	78
E2*UPN100	qn=	-21	1	41333	226	-5	-10	-519	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	68
Asta: 29	8	5.00	1	41333	-37	0	-10	-533	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	60
Instab.:l=	100.0	β*=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	26.2	0.2	4.0	mm	
Sez.N. 30	17	5.00	1	28366	7	55	64	327	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	45
E2*UPN100	qn=	-21	1	28366	167	23	64	313	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	49
Asta: 30	18	5.00	3	27153	372	14	31	405	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	54
Instab.:l=	100.0	β*=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	12.3	0.2	4.0	mm	
Sez.N. 30	10	5.70	1	-24464	0	1	29	133	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	35
E2*UPN100	qn=	-21	1	-24464	119	-28	29	105	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	42
Asta: 31	12	5.70	1	-24464	211	-56	29	78	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	48
Instab.:l=	200.0	β*=	140.0	-24464	158	34	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 65	Rpf= 60	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	18.4	0.6	8.0	mm		
Sez.N. 30	12	5.70	1	-38002	196	-56	-39	30	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	67
E2*UPN100	qn=	-21	1	-38002	212	-18	-39	3	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	64
Asta: 32	14	5.70	1	-38002	201	21	-39	-25	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	64
Instab.:l=	200.0	β*=	140.0	-38002	212	26	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 65	Rpf= 90	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	25.1	0.9	8.0	mm		
Sez.N. 30	15	5.00	1	-12584	0	0	0	14	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	18
E2*UPN100	qn=	-17	1	-12574	4	0	0	0	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	18
Asta: 33	1	5.70	1	-12565	0	0	0	-14	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	18
Instab.:l=	122.1	β*=	122.1	-12584	4	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 57	Rpf= 24	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	5.8	0.0	4.9	mm	
Sez.N. 30	15	5.00	1	12203	0	0	205	453	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	17
E2*UPN100	qn=	-21	1	12203	223	-102	205	439	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	35
Asta: 34	1	5.00	1	12203	439	-204	205	425	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	53
Instab.:l=	100.0	β*=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	5.1	0.4	4.0	mm	
Sez.N. 30	20	5.00	1	6049	264	-187	-169	-388	1	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	36
E2*UPN100	qn=	-21	1	6049	67	-103	-169	-402	1	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	20
Asta: 35	24	5.00	3	5638	-185	-6	-129	-510	1	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	16
Instab.:l=	100.0	β*=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	6.5	0.3	4.0	mm	
Sez.N. 30	18	5.00	3	27153	372	14	-11	-448	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	54
E2*UPN100	qn=	-21	1	28366	149	10	-36	-351	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	47
Asta: 36	19	5.00	3	27153	-90	26	-11	-476	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	44
Instab.:l=	100.0	β*=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	12.3	0.2	4.0	mm	
Sez.N. 30	19	5.00	3	20760	-90	24	32	474	1	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	35
E2*UPN100	qn=	-21	1	21859	152	11	29	358	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	26	

STAMPA PROGETTO S.L.U. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																		
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxpI.Rd Kg	VypI.Rd Kg	T Rd kg*m	fy rid Kg/cmq	Rap %
Sez.N. 177	2	5.00	3	0	0	0	0	0	748	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0
IPE100	qn=	-408	3	0	458	0	0	0	-15	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	44
Asta: 40	48	5.00	3	0	458	0	0	0	-46	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	44
Instab.:l=	130.0	β*l=	130.0	0	458	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 104	Rpf= 0	Rft= 52	Wmax/rel/lim= 9.6			1.3	5.2	mm
Sez.N. 30	25	5.00	3	20760	371	-8	-18	-542	1	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	45	
E2*UPN100	qn=	-21	1	21859	98	9	-25	-466	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	36	
Asta: 41	24	5.00	1	21859	-138	22	-25	-480	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	38	
Instab.:l=	100.0	β*l=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 9.6			0.1	4.0	mm
Sez.N. 30	1	5.70	1	-18558	25	0	1	89	-1	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	27	
E2*UPN100	qn=	-21	1	-18558	101	-1	1	62	-1	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	30	
Asta: 42	16	5.70	1	-18558	149	-1	1	34	-1	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	32	
Instab.:l=	200.0	β*l=	140.0	-18558	125	1	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 65	Rpf= 43	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 10.1			0.4	8.0	mm
Sez.N. 30	16	5.70	1	-26456	174	0	-3	3	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	44	
E2*UPN100	qn=	-21	1	-26456	174	1	-3	-1	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	44	
Asta: 43	18	5.70	1	-26456	125	7	-3	-52	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	43	
Instab.:l=	200.0	β*l=	140.0	-26456	174	4	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 65	Rpf= 62	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 11.7			0.6	8.0	mm
Sez.N. 30	18	5.70	1	-25202	143	8	11	37	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	42	
E2*UPN100	qn=	-21	1	-25202	158	3	11	23	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	42	
Asta: 44	19	5.70	1	-25202	167	-3	11	10	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	43	
Instab.:l=	100.0	β*l=	70.0	-25202	167	4	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 32	Rpf= 46	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 11.6			0.2	4.0	mm
Sez.N. 30	19	5.70	1	-25202	180	-3	-10	0	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	43	
E2*UPN100	qn=	-21	1	-25202	180	-3	-10	-1	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	43	
Asta: 45	25	5.70	1	-25202	166	7	-10	-27	0	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	43	
Instab.:l=	100.0	β*l=	70.0	-25202	180	3	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 32	Rpf= 47	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 10.7			0.2	4.0	mm
Sez.N. 1077	18	5.70	1	-2148	0	0	0	4	2	18043	370	370	6632	6632	366	2619	12	
TUB 76,1x3	qn=	-4	1	-2150	1	0	0	0	2	18043	370	370	6632	6632	366	2619	12	
Asta: 46	19	5.70	1	-2153	0	0	0	-4	2	18043	370	370	6632	6632	366	2619	12	
Instab.:l=	122.1	β*l=	122.1	-2153	1	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 47	Rpf= 13	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 8.9			0.0	4.9	mm
Sez.N. 30	25	5.70	1	-14788	176	11	3	-125	1	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	29	
E2*UPN100	qn=	-21	1	-14788	37	7	3	-153	1	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	23	
Asta: 47	20	5.70	1	-14788	-129	4	3	-180	1	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	26	
Instab.:l=	200.0	β*l=	140.0	-14788	132	8	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 65	Rpf= 37	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 8.6			0.2	8.0	mm
Sez.N. 1077	2	5.00	1	10158	0	0	0	4	1	18043	184	184	6632	6632	366	2619	56	
TUB 76,1x3	qn=	-4	1	10161	1	0	0	0	1	18043	184	184	6632	6632	366	2619	56	
Asta: 48	1	5.70	1	10163	0	0	0	-4	1	18043	183	183	6632	6632	366	2619	56	
Instab.:l=	122.1	β*l=	122.1	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 5.7			0.0	4.9	mm
Sez.N. 1077	17	5.00	3	3945	0	0	0	4	1	18043	328	328	6632	6632	366	2619	22	
TUB 76,1x3	qn=	-4	3	3947	1	0	0	0	1	18043	328	328	6632	6632	366	2619	22	
Asta: 49	16	5.70	3	3950	0	0	0	-4	1	18043	328	328	6632	6632	366	2619	22	
Instab.:l=	122.1	β*l=	122.1	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 9.2			0.0	4.9	mm
Sez.N. 1077	19	5.00	3	5907	0	0	0	4	1	18043	283	283	6632	6632	366	2619	33	
TUB 76,1x3	qn=	-4	3	5909	1	0	0	0	1	18043	282	282	6632	6632	366	2619	33	
Asta: 50	25	5.70	3	5912	0	0	0	-4	1	18043	282	282	6632	6632	366	2619	33	
Instab.:l=	122.1	β*l=	122.1	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 10.4			0.0	4.9	mm
Sez.N. 30	20	5.70	1	-10162	-144	7	8	175	-2	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	21	
E2*UPN100	qn=	-12	1	-10172	-71	3	8	168	-2	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	17	
Asta: 51	29	5.00	1	-10181	0	0	8	161	-2	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	14	
Instab.:l=	86.0	β*l=	86.0	-10181	108	4	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 40	Rpf= 21	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 1.8			0.1	3.4	mm
Sez.N. 1077	25	5.70	1	-7688	0	0	0	4	4	18043	241	241	6632	6632	366	2619	43	
TUB 76,1x3	qn=	-4	1	-7691	1	0	0	0	4	18043	241	241	6632	6632	366	2619	43	
Asta: 52	24	5.00	1	-7693	0	0	0	-4	4	18043	241	241	6632	6632	366	2619	43	
Instab.:l=	122.1	β*l=	122.1	-7693	1	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 47	Rpf= 47	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 6.7			0.0	4.9	mm
Sez.N. 30	20	5.00	1	6049	264	188	378	-522	1	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	36	
E2*UPN100	qn=	-21	1	6049	133	93	378	-528	1	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	22	
Asta: 53	29	5.00	1	6049	0	-1	378	-535	1	70452	2568	1116	25616	18698	154	2619	9	
Instab.:l=	50.0	β*l=	35.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 2.9			0.1	2.0	mm
Sez.N. 177	3	5.00	1	-1965	0	0	0	742	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	7	
IPE100	qn=	-508	3	-1503	361	0	0	-19	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	35	
Asta: 54	1	5.00	1	-1965	0	0	0	-742	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	7	
Instab.:l=	195.0	β*l=	195.0	-1965	313	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 157	Rpf= 60	Rft= 85	Wmax/rel/lim= 8.9			2.7	7.8	mm
Sez.N. 177	4	5.00	1	-102	0	0	0	595	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0	
IPE100	qn=	-408	3	-75	290	0	0	-15	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	28	
Asta: 55	2	5.00	1	-102	0	0	0	-595	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0	
Instab.:l=	195.0	β*l=	195.0	-102	252	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 157	Rpf= 26	Rft= 45	Wmax/rel/lim= 12.9			2.1	7.8	mm
Sez.N. 177	5	5.00	1	-2165	0	0	0	595	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	8	
E2*UPN100	qn=	-408	3	-1448	290	0	0	-15	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	28	
Asta: 56	16	5.00	1	-2165	0	0	0	-595	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	8	
Instab.:l=	195.0	β*l=	195.0	-2165	252	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 157	Rpf= 57	Rft= 77	Wmax/rel/lim= 18.4			2.1	7.8	mm
Sez.N. 177	6	5.00	1	-75	0	0	0	595	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0	
IPE100	qn=	-408	3	-51	290													

STAMPA PROGETTO S.L.U. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																				
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																				
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxpRd Kg	VypRd Kg	T Rd kg*m	fy rid Kg/cmq	Rap %		
Instab.:=-	195.0	β* =	195.0	-2513	252	0	0	1 ε=	0.92	lmd=	157	Rpf=	62	Rft=	82	Wmax/rel/lim=	25.4	2.1	7.8	mm
Sez.N. 177	8	5.00	1	-65	0	0	0	0	595	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0		
IPE100	qn=	-408	3	-43	290	0	0	0	-15	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	28		
Asta: 59	19	5.00	1	-65	0	0	0	0	-595	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0		
Instab.:=-	195.0	β* =	195.0	-65	252	0	0	1 ε=	0.92	lmd=	157	Rpf=	25	Rft=	45	Wmax/rel/lim=	26.0	2.1	7.8	mm
Sez.N. 177	13	5.00	1	143	0	0	0	0	595	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	1		
IPE100	qn=	-408	3	111	290	0	0	0	-15	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	28		
Asta: 60	24	5.00	1	143	0	0	0	0	-595	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	1		
Instab.:=-	195.0	β* =	195.0	111	290	0	0	1 ε=	0.92	lmd=	157	Rpf=	0	Rft=	50	Wmax/rel/lim=	22.7	2.1	7.8	mm
Sez.N. 177	14	5.00	1	-2109	0	0	0	0	595	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	8		
IPE100	qn=	-408	3	-1352	290	0	0	0	-15	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	28		
Asta: 61	25	5.00	1	-2109	0	0	0	0	-595	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	8		
Instab.:=-	195.0	β* =	195.0	-2109	252	0	0	1 ε=	0.92	lmd=	157	Rpf=	56	Rft=	76	Wmax/rel/lim=	25.6	2.1	7.8	mm
Sez.N. 177	16	5.00	1	-2103	0	0	0	0	217	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	8		
IPE100	qn=	-408	3	-1417	124	0	0	0	-7	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	12		
Asta: 62	49	5.00	2	-1095	-240	0	0	0	-289	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	23		
Instab.:=-	130.0	β* =	130.0	-2103	176	0	0	1 ε=	0.92	lmd=	104	Rpf=	34	Rft=	37	Wmax/rel/lim=	9.9	0.1	5.2	mm
Sez.N. 177	17	5.00	3	0	0	0	0	0	748	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0		
IPE100	qn=	-408	3	0	458	0	0	0	-15	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	44		
Asta: 63	50	5.00	3	0	456	0	0	0	-46	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	44		
Instab.:=-	130.0	β* =	130.0	0	458	0	0	1 ε=	0.92	lmd=	104	Rpf=	0	Rft=	52	Wmax/rel/lim=	12.2	1.3	5.2	mm
Sez.N. 177	18	5.00	1	-2182	0	0	0	0	197	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	8		
IPE100	qn=	-408	3	-1655	89	0	0	0	-6	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	9		
Asta: 64	51	5.00	1	-2182	-260	0	0	0	-597	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	25		
Instab.:=-	130.0	β* =	130.0	-2182	195	0	0	1 ε=	0.92	lmd=	104	Rpf=	36	Rft=	39	Wmax/rel/lim=	11.9	0.1	5.2	mm
Sez.N. 177	19	5.00	3	0	0	0	0	0	748	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0		
IPE100	qn=	-408	3	0	458	0	0	0	-15	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	44		
Asta: 65	52	5.00	3	0	456	0	0	0	-46	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	44		
Instab.:=-	130.0	β* =	130.0	0	458	0	0	1 ε=	0.92	lmd=	104	Rpf=	0	Rft=	52	Wmax/rel/lim=	11.9	1.3	5.2	mm
Sez.N. 177	22	5.00	1	-104	1	5	4	396	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	2			
IPE100	qn=	-408	1	-104	129	2	4	-1	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	14			
Asta: 66	4	5.00	1	-104	0	0	4	-398	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0			
Instab.:=-	130.0	β* =	130.0	-104	112	3	1	ε=	0.92	lmd=	104	Rpf=	13	Rft=	15	Wmax/rel/lim=	21.2	0.4	5.2	mm
Sez.N. 177	23	5.00	1	-2342	0	10	8	397	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	9			
IPE100	qn=	-408	1	-2342	129	5	8	0	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	15			
Asta: 67	5	5.00	1	-2342	0	0	8	-397	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	9			
Instab.:=-	130.0	β* =	130.0	-2342	112	6	1	ε=	0.92	lmd=	104	Rpf=	32	Rft=	34	Wmax/rel/lim=	28.0	0.5	5.2	mm
Sez.N. 177	24	5.00	3	0	0	0	0	748	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0			
IPE100	qn=	-408	3	0	458	0	0	0	-15	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	44		
Asta: 68	53	5.00	3	0	456	0	0	0	-46	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	44		
Instab.:=-	130.0	β* =	130.0	0	458	0	0	1 ε=	0.92	lmd=	104	Rpf=	0	Rft=	52	Wmax/rel/lim=	8.8	1.3	5.2	mm
Sez.N. 177	25	5.00	1	-2163	0	0	0	201	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	8			
IPE100	qn=	-408	3	-1401	127	0	0	-3	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	12			
Asta: 69	54	5.00	2	-1184	-268	0	0	-311	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	26			
Instab.:=-	130.0	β* =	130.0	-2163	191	0	0	1 ε=	0.92	lmd=	104	Rpf=	36	Rft=	39	Wmax/rel/lim=	9.0	0.1	5.2	mm
Sez.N. 177	26	5.00	2	-16	0	-2	-2	104	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	1			
IPE100	qn=	-408	3	-17	129	1	1	0	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	13			
Asta: 70	6	5.00	1	-28	0	0	-1	-397	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0			
Instab.:=-	130.0	β* =	130.0	-17	112	1	1	ε=	0.92	lmd=	104	Rpf=	11	Rft=	13	Wmax/rel/lim=	33.6	0.4	5.2	mm
Sez.N. 177	27	5.00	1	-2329	0	-3	-2	397	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	9			
IPE100	qn=	-408	1	-2329	129	-2	-2	0	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	13			
Asta: 71	7	5.00	1	-2329	0	0	-2	-397	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	9			
Instab.:=-	130.0	β* =	130.0	-2329	112	2	1	ε=	0.92	lmd=	104	Rpf=	30	Rft=	32	Wmax/rel/lim=	36.0	0.4	5.2	mm
Sez.N. 177	28	5.00	3	-19	1	-5	-4	396	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	2			
IPE100	qn=	-408	3	-19	129	-3	-4	0	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	14			
Asta: 72	8	5.00	1	-31	0	0	-2	-397	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0			
Instab.:=-	130.0	β* =	130.0	-19	112	3	1	ε=	0.92	lmd=	104	Rpf=	12	Rft=	14	Wmax/rel/lim=	36.8	0.4	5.2	mm
Sez.N. 177	38	5.00	1	-1467	0	6	5	494	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	5			
IPE100	qn=	-508	3	-1081	161	3	5	0	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	17			
Asta: 73	10	5.00	1	-1467	0	0	5	-494	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	5			
Instab.:=-	130.0	β* =	130.0	-1467	139	4	1	ε=	0.92	lmd=	104	Rpf=	27	Rft=	29	Wmax/rel/lim=	13.9	0.5	5.2	mm
Sez.N. 177	39	5.00	3	-13	0	5	4	397	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	2			
IPE100	qn=	-408	3	-13	129	2	4	0	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	13			
Asta: 74	11	5.00	1	-18	0	0	3	-397	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0			
Instab.:=-	130.0	β* =	130.0	-13	112	3	1	ε=	0.92	lmd=	104	Rpf=	12	Rft=	14	Wmax/rel/lim=	19.7	0.4	5.2	mm
Sez.N. 177	40	5.00	1</																	

STAMPA PROGETTO S.L.U. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.

VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D

DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxpRd Kg	VypRd Kg	T Rd kg*m	fy rid Kg/cmq	Rap %
Asta: 77 Instab.:1=	14 130.0	5.00 β*1=		1 130.0	-2076 -2076	0 112	0 0	0 cl= 1	-397 ε= 0.92	0 lmd=	27036 27	1032 Rft=	240 29	10116 Wmax/rel/lim=	7688 34.1	38 0.4	2619 5.2	8 mm
Sez.N. 1078 F116 mm Asta: 78 Instab.:1=	27 qn= 7 147.6	5.00 0 5.70 β*1=		1 1 1 147.6	2675 2675 2675 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 cl= 3	0 0 0 ε= 0.92	0 0 0 lmd=	5264 5264 5264 0	11 11 11 Rft=	11 11 11 0	2279 2279 2279 Wmax/rel/lim=	2279 2279 2279 33.5	12 12 12 0.0	2619 2619 2619 5.9	51 51 51 mm
Sez.N. 884 TUBOC75,5* Asta: 79 Instab.:1=	7 qn= 18 195.0	5.70 -9 5.70 β*1=		1 1 1 195.0	3283 3283 3283 0	0 5 0 0	0 0 0 0	0 0 0 cl= 1	11 0 -11 ε= 0.92	17 17 17 lmd=	29001 29001 29001 0	578 578 578 Rft=	578 578 578 0	10661 10661 10661 Wmax/rel/lim=	10661 10661 10661 25.2	554 554 554 0.1	2619 2619 2619 7.8	11 11 11 mm
Sez.N. 1078 F116 mm Asta: 80 Instab.:1=	23 qn= 5 147.6	5.00 0 5.70 β*1=		1 1 1 147.6	2758 2758 2758 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 cl= 3	0 0 0 ε= 0.92	0 0 0 lmd=	5264 5264 5264 0	11 11 11 Rft=	11 11 11 0	2279 2279 2279 Wmax/rel/lim=	2279 2279 2279 25.5	12 12 12 0.0	2619 2619 2619 5.9	52 52 52 mm
Sez.N. 884 TUBOC75,5* Asta: 81 Instab.:1=	5 qn= 16 195.0	5.70 -9 5.70 β*1=		1 1 1 195.0	3319 3319 3319 0	0 5 0 0	0 0 0 0	0 0 0 cl= 1	11 0 -11 ε= 0.92	25 25 25 lmd=	29001 29001 29001 0	577 577 577 Rft=	577 577 577 0	10661 10661 10661 Wmax/rel/lim=	10661 10661 10661 18.6	554 554 554 0.1	2619 2619 2619 7.8	11 11 11 mm
Sez.N. 1078 F116 mm Asta: 82 Instab.:1=	21 qn= 3 147.6	5.00 0 5.70 β*1=		1 1 1 147.6	1917 1917 1917 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 cl= 3	0 0 0 ε= 0.92	0 0 0 lmd=	5263 5263 5263 0	11 11 11 Rft=	11 11 11 0	2279 2279 2279 Wmax/rel/lim=	2279 2279 2279 8.9	12 12 12 0.0	2619 2619 2619 5.9	36 36 36 mm
Sez.N. 884 TUBOC75,5* Asta: 83 Instab.:1=	3 qn= 1 195.0	5.70 -9 5.70 β*1=		1 1 1 195.0	2410 2410 2410 0	0 5 0 0	0 0 0 0	0 0 0 cl= 1	11 0 -11 ε= 0.92	25 25 25 lmd=	29001 29001 29001 0	598 598 598 Rft=	598 598 598 0	10661 10661 10661 Wmax/rel/lim=	10661 10661 10661 7.3	554 554 554 0.1	2619 2619 2619 7.8	8 8 8 mm
Sez.N. 1078 F116 mm Asta: 84 Instab.:1=	42 qn= 14 147.6	5.00 0 5.70 β*1=		1 1 1 147.6	2373 2373 2373 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 cl= 3	0 0 0 ε= 0.92	0 0 0 lmd=	5264 5264 5264 0	11 11 11 Rft=	11 11 11 0	2279 2279 2279 Wmax/rel/lim=	2279 2279 2279 31.9	12 12 12 0.0	2619 2619 2619 5.9	45 45 45 mm
Sez.N. 884 TUBOC75,5* Asta: 85 Instab.:1=	14 qn= 25 195.0	5.70 -9 5.70 β*1=		1 1 1 195.0	3287 3287 3287 0	0 5 0 0	0 0 0 0	0 0 0 cl= 1	11 0 -11 ε= 0.92	10 10 10 lmd=	29001 29001 29001 0	578 578 578 Rft=	578 578 578 0	10661 10661 10661 Wmax/rel/lim=	10661 10661 10661 25.1	554 554 554 0.1	2619 2619 2619 7.8	11 11 11 mm
Sez.N. 177 IPE100 Asta: 86 Instab.:1=	12 qn= 20 195.0	5.00 -408 5.00 β*1=		1 3 1 195.0	-2988 -2098 -2988 -2988	0 290 0 252	0 0 0 0	0 0 0 cl= 1	595 -15 -595 ε= 0.92	0 0 0 lmd=	27036 27036 27036 157	1032 1032 1032 Rpf=	240 240 240 69	10116 10116 10116 Wmax/rel/lim=	7688 7688 7688 18.9	38 38 38 2.1	2619 2619 2619 7.8	11 28 11 mm
Sez.N. 177 IPE100 Asta: 87 Instab.:1=	11 qn= 44 146.0	5.00 -408 5.00 β*1=		1 3 1 146.0	0 0 0 0	0 162 0 162	0 0 0 0	0 0 0 cl= 1	446 -15 -446 ε= 0.92	0 0 0 lmd=	27036 27036 27036 117	1032 1032 1032 Rpf=	240 240 240 23	10116 10116 10116 Wmax/rel/lim=	7688 7688 7688 13.5	38 38 38 0.7	2619 2619 2619 5.8	0 16 0 mm
Sez.N. 177 IPE100 Asta: 88 Instab.:1=	10 qn= 43 146.0	5.00 -508 5.00 β*1=		1 3 1 146.0	-1453 -1062 -1453 -1453	0 202 0 176	0 0 0 0	0 0 0 cl= 1	555 -19 -555 ε= 0.92	0 0 0 lmd=	27036 27036 27036 117	1032 1032 1032 Rpf=	240 240 240 31	10116 10116 10116 Wmax/rel/lim=	7688 7688 7688 8.4	38 38 38 0.8	2619 2619 2619 5.8	5 20 5 mm
Sez.N. 1078 F116 mm Asta: 89 Instab.:1=	40 qn= 12 147.6	5.00 0 5.70 β*1=		1 1 1 147.6	3249 3249 3249 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 cl= 3	0 0 0 ε= 0.92	0 0 0 lmd=	5264 5264 5264 0	11 11 11 Rft=	11 11 11 0	2279 2279 2279 Wmax/rel/lim=	2279 2279 2279 22.2	12 12 12 0.0	2619 2619 2619 5.9	62 62 62 mm
Sez.N. 884 TUBOC75,5* Asta: 90 Instab.:1=	12 qn= 20 195.0	5.70 -9 5.70 β*1=		1 1 1 195.0	3188 3188 3188 0	0 5 0 0	0 0 0 0	0 0 0 cl= 1	11 0 -11 ε= 0.92	-14 -14 -14 lmd=	29001 29001 29001 0	580 580 580 Rft=	580 580 580 0	10661 10661 10661 Wmax/rel/lim=	10661 10661 10661 18.4	554 554 554 0.1	2619 2619 2619 7.8	11 11 11 mm
Sez.N. 1078 F116 mm Asta: 91 Instab.:1=	38 qn= 10 147.6	5.00 0 5.70 β*1=		1 1 1 147.6	1683 1683 1683 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 cl= 3	0 0 0 ε= 0.92	0 0 0 lmd=	5264 5264 5264 0	11 11 11 Rft=	11 11 11 0	2279 2279 2279 Wmax/rel/lim=	2279 2279 2279 12.6	12 12 12 0.0	2619 2619 2619 5.9	32 32 32 mm
Sez.N. 1078 F116 mm Asta: 92 Instab.:1=	10 qn= 43 161.9	5.70 0 5.00 β*1=		1 1 1 113.3	1611 1611 1611 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 cl= 3	0 0 0 ε= 0.92	0 0 0 lmd=	5264 5264 5264 0	11 11 11 Rft=	11 11 11 0	2279 2279 2279 Wmax/rel/lim=	2279 2279 2279 7.5	12 12 12 0.6	2619 2619 2619 6.5	34 32 31 mm
Sez.N. 30 E2*UPN100 Asta: 93 Instab.:1=	46 qn= 3 100.0	5.00 -21 5.00 β*1=		1 1 1 70.0	11313 11313 11313 0	0 249 491 0	0 -92 -185 0	0 185 185 cl= 1	504 491 477 ε= 0.92	0 0 0 lmd=	70452 70452 70452 0	2568 2568 2568 Rpf=	1116 1116 1116 0	25616 25616 25616 Wmax/rel/lim=	18698 18698 18698 7.8	154 154 154 0.4	2619 2619 2619 4.0	16 34 52 mm
Sez.N. 1077 TUB 76,1x3 Asta: 94 Instab.:1=	2 qn= 16 122.1	5.00 -4 5.70 β*1=		1 1 1 122.1	-5654 -5652 -5649 -5654	0 1 0 1	0 0 0 0	0 0 0 cl= 1	4 0 -4 ε= 0.92	1 1 1 lmd=	18043 18043 18043 47	288 288 289 Rpf=	288 288 289 35	6632 6632 6632 Wmax/rel/lim=	6632 6632 6632 9.3	366 366 366 0.0	2619 2619 2619 4.9	31 31 31 mm
Sez.N. 1077 TUB 76,1x3 Asta: 95 Instab.:1=	17 qn= 18 122.1	5.00 -4 5.70 β*1=		1 1 1 122.1	-222 -220 -217 -222	0 1 0 1	0 0 0 0	0 0 0 cl= 1	4 0 -4 ε= 0.92	0 0 0 lmd=	18043 18043 18043 47	415 415 415 Rpf=	415 415 415 2	6632 6632 6632 Wmax/rel/lim=	6632 6632 6632 10.2	366 366 366 0.0	2619 2619 2619 4.9	1 1 1 mm
Sez.N. 1078	1	5.70		2	53	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	1

STAMPA PROGETTO S.L.U. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																			
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																			
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxpRd Kg	VypRd Kg	T Rd kg*m	fy rid Kg/cmq	Rap %	
F116 mm	qn=	0	2	53	0	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	2	
Asta: 96	5	5.70	2	53	0	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	3	
Instab.:l=	279.3	β*l=	195.5	0	0	0	0	cl= 3	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	18.3	1.9	11.2	mm		
Sez.N. 1078	3	5.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F116 mm	qn=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asta: 97	16	5.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Instab.:l=	279.3	β*l=	195.5	0	0	0	0	cl= 0	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	10.2	0.6	11.2	mm		
Sez.N. 1078	16	5.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F116 mm	qn=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asta: 98	7	5.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Instab.:l=	279.3	β*l=	195.5	0	0	0	0	cl= 0	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	25.0	1.1	11.2	mm		
Sez.N. 1078	5	5.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F116 mm	qn=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asta: 99	18	5.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Instab.:l=	279.3	β*l=	195.5	0	0	0	0	cl= 0	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	18.8	0.4	11.2	mm		
Sez.N. 1078	18	5.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F116 mm	qn=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asta: 100	56	5.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Instab.:l=	139.7	β*l=	97.8	0	0	0	0	cl= 0	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	18.4	0.7	5.6	mm		
Sez.N. 1078	25	5.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F116 mm	qn=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asta: 101	56	5.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Instab.:l=	139.7	β*l=	97.8	0	0	0	0	cl= 0	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	18.5	0.7	5.6	mm		
Sez.N. 1078	25	5.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F116 mm	qn=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asta: 102	12	5.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Instab.:l=	279.3	β*l=	195.5	0	0	0	0	cl= 0	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	18.4	1.4	11.2	mm		
Sez.N. 1078	14	5.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F116 mm	qn=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asta: 103	20	5.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Instab.:l=	279.3	β*l=	195.5	0	0	0	0	cl= 0	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	25.1	2.2	11.2	mm		
Sez.N. 1078	47	5.00	1	2664	0	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	51	
F116 mm	qn=	0	1	2664	0	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	51	
Asta: 104	1	5.70	1	2664	0	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	51	
Instab.:l=	147.6	β*l=	147.6	0	0	0	0	cl= 3	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	5.4	0.1	5.9	mm		
Sez.N. 1078	49	5.00	1	2388	0	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	47	
F116 mm	qn=	0	1	2388	0	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	46	
Asta: 105	16	5.70	1	2388	0	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	45	
Instab.:l=	147.6	β*l=	147.6	0	0	0	0	cl= 3	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	9.9	0.3	5.9	mm		
Sez.N. 1078	51	5.00	1	2478	0	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	49	
F116 mm	qn=	0	1	2478	0	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	48	
Asta: 106	18	5.70	1	2478	0	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	47	
Instab.:l=	147.6	β*l=	147.6	0	0	0	0	cl= 3	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	10.8	0.3	5.9	mm		
Sez.N. 1078	54	5.00	1	2457	0	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	49	
F116 mm	qn=	0	1	2457	0	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	48	
Asta: 107	25	5.70	1	2457	0	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	47	
Instab.:l=	147.6	β*l=	147.6	0	0	0	0	cl= 3	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	7.6	0.3	5.9	mm		
Sez.N. 177	20	5.00	1	-2441	0	0	0	315	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	9		
IPE100	qn=	-508	3	-1696	166	0	0	9	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	16		
Asta: 108	55	5.00	2	-1197	-273	0	0	-315	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	26		
Instab.:l=	130.0	β*l=	130.0	-2441	175	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 104	Rpf= 36	Rft= 39	Wmax/rel/lim=	6.2	0.1	5.2	mm		
Sez.N. 1078	20	5.70	1	2772	0	1	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	59	
F116 mm	qn=	0	1	2772	0	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	56	
Asta: 109	55	5.70	1	2772	0	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	53	
Instab.:l=	147.6	β*l=	147.6	0	0	0	0	cl= 3	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	6.2	0.9	5.9	mm		
Sez.N. 28	21	5.00	1	7	-1	9	38	414	-1	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	2		
UPN100	qn=	-161	1	7	176	-10	38	294	-1	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	16		
Asta: 110	22	5.00	1	7	294	-29	38	175	-1	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	30		
Instab.:l=	100.0	β*l=	70.0	7	294	29	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 47	Rpf= 0	Rft= 34	Wmax/rel/lim=	21.1	0.4	4.0	mm			
Sez.N. 28	22	5.00	1	3	294	-34	-65	-221	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	31		
UPN100	qn=	-161	1	3	153	-1	-65	-341	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	12		
Asta: 111	23	5.00	1	3	-47	31	-65	-460	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	12		
Instab.:l=	100.0	β*l=	70.0	3	294	34	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 47	Rpf= 0	Rft= 35	Wmax/rel/lim=	28.0	0.3	4.0	mm			
Sez.N. 28	23	5.00	1	-4	-47	21	20	451	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	9		
UPN100	qn=	-161	1	-4	148	11	20	331	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	14		
Asta: 112	26	5.00	1	-4	284	1	20	212	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	22		
Instab.:l=	100.0	β*l=	70.0	-4	213	13	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 47	Rpf= 20	Rft= 22	Wmax/rel/lim=	33.6	0.3	4.0	mm			
Sez.N. 28	26	5.00	1	-4	284	2	-7	-185	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	23		
UPN100	qn=	-161	3	-5	161	7	-9	-161	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	14		
Asta: 113	27	5.00	3	-5	78	11	-9	-168	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	9		
Instab.:l=	100.0	β*l=	70.0	-5	208	8	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 47	Rpf= 18	Rft= 22	Wmax/rel/lim=	36.1	0.3	4.0	mm			
Sez.N. 28	27	5.00	3	-															

STAMPA PROGETTO S.L.U. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																			
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																			
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxpI.Rd Kg	VypI.Rd Kg	T Rd kg*m	fy rid Kg/cmq	Rap %	
Sez.N. 28	28	5.00	1	1	309	-4	-11	-187	1	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	25		
UPN100	qn=	-161	1	1	185	2	-11	-307	1	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	15		
Asta: 115	42	5.00	2	1	-27	6	-12	-266	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	4		
Instab.:I=	100.0	β*I=	70.0	1	309	7	cl= 1 ε=	0.92	lmd=	47	Rpf=	0	Rft=	30	Wmax/rel/lim=	36.9	0.4	4.0	mm
Sez.N. 28	42	5.00	3	4	38	5	2	77	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	4		
UPN100	qn=	-161	1	1	124	7	2	183	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	11		
Asta: 116	41	5.00	1	1	185	6	2	63	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	16		
Instab.:I=	100.0	β*I=	70.0	1	185	8	cl= 1 ε=	0.92	lmd=	47	Rpf=	0	Rft=	19	Wmax/rel/lim=	34.3	0.3	4.0	mm
Sez.N. 28	41	5.00	1	4	185	10	15	-333	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	17		
UPN100	qn=	-161	3	7	-60	1	12	-341	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	5		
Asta: 117	40	5.00	1	4	-267	-5	15	-572	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	22		
Instab.:I=	100.0	β*I=	70.0	4	267	10	cl= 1 ε=	0.92	lmd=	47	Rpf=	0	Rft=	25	Wmax/rel/lim=	29.9	0.1	4.0	mm
Sez.N. 28	40	5.00	1	7	-267	-1	4	571	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	21		
UPN100	qn=	-161	3	8	-70	-3	0	322	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	6		
Asta: 118	39	5.00	1	7	184	-5	4	332	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	16		
Instab.:I=	100.0	β*I=	70.0	7	267	5	cl= 1 ε=	0.92	lmd=	47	Rpf=	0	Rft=	24	Wmax/rel/lim=	24.0	0.1	4.0	mm
Sez.N. 28	39	5.00	1	5	184	-8	-15	-65	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	16		
UPN100	qn=	-161	1	5	122	-1	-15	-184	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	10		
Asta: 119	38	5.00	3	5	0	6	-14	-96	0	35226	1284	397	14426	9348	77	2619	2		
Instab.:I=	100.0	β*I=	70.0	5	184	8	cl= 1 ε=	0.92	lmd=	47	Rpf=	0	Rft=	19	Wmax/rel/lim=	19.6	0.2	4.0	mm
Sez.N. 177	47	5.00	2	0	-215	0	0	279	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	21		
IPE100	qn=	-508	3	0	118	0	0	-5	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	11		
Asta: 120	30	5.00	3	0	0	0	0	-423	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0		
Instab.:I=	115.0	β*I=	80.5	0	215	0	cl= 1 ε=	0.92	lmd=	64	Rpf=	0	Rft=	24	Wmax/rel/lim=	1.8	0.1	4.6	mm
Sez.N. 177	48	5.00	3	0	456	0	0	-46	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	44		
IPE100	qn=	-408	3	0	319	0	0	-412	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	31		
Asta: 121	31	5.00	3	0	0	0	0	-748	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0		
Instab.:I=	115.0	β*I=	80.5	0	456	0	cl= 1 ε=	0.92	lmd=	64	Rpf=	0	Rft=	50	Wmax/rel/lim=	9.1	1.0	4.6	mm
Sez.N. 177	49	5.00	2	0	-240	0	0	301	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	23		
IPE100	qn=	-408	3	0	96	0	0	-7	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	9		
Asta: 122	32	5.00	3	0	0	0	0	-343	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0		
Instab.:I=	115.0	β*I=	80.5	0	240	0	cl= 1 ε=	0.92	lmd=	64	Rpf=	0	Rft=	26	Wmax/rel/lim=	4.9	0.1	4.6	mm
Sez.N. 177	50	5.00	3	0	456	0	0	-46	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	44		
IPE100	qn=	-408	3	0	319	0	0	-412	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	31		
Asta: 123	33	5.00	3	0	0	0	0	-748	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0		
Instab.:I=	115.0	β*I=	80.5	0	456	0	cl= 1 ε=	0.92	lmd=	64	Rpf=	0	Rft=	50	Wmax/rel/lim=	10.6	1.0	4.6	mm
Sez.N. 177	51	5.00	1	0	-260	0	0	578	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	25		
IPE100	qn=	-408	2	0	-72	0	0	176	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	7		
Asta: 124	34	5.00	3	0	0	0	0	-275	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0		
Instab.:I=	115.0	β*I=	80.5	0	260	0	cl= 1 ε=	0.92	lmd=	64	Rpf=	0	Rft=	29	Wmax/rel/lim=	4.3	0.2	4.6	mm
Sez.N. 177	52	5.00	3	0	456	0	0	-46	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	44		
IPE100	qn=	-408	3	0	319	0	0	-412	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	31		
Asta: 125	35	5.00	3	0	0	0	0	-748	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0		
Instab.:I=	115.0	β*I=	80.5	0	456	0	cl= 1 ε=	0.92	lmd=	64	Rpf=	0	Rft=	50	Wmax/rel/lim=	10.4	1.0	4.6	mm
Sez.N. 177	54	5.00	2	0	-269	0	0	326	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	26		
IPE100	qn=	-408	2	0	-102	0	0	230	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	10		
Asta: 126	37	5.00	3	0	0	0	0	-348	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0		
Instab.:I=	115.0	β*I=	80.5	0	269	0	cl= 1 ε=	0.92	lmd=	64	Rpf=	0	Rft=	30	Wmax/rel/lim=	3.5	0.2	4.6	mm
Sez.N. 177	53	5.00	3	0	456	0	0	-46	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	44		
IPE100	qn=	-408	3	0	319	0	0	-412	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	31		
Asta: 127	36	5.00	3	0	0	0	0	-748	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0		
Instab.:I=	115.0	β*I=	80.5	0	456	0	cl= 1 ε=	0.92	lmd=	64	Rpf=	0	Rft=	50	Wmax/rel/lim=	8.3	1.0	4.6	mm
Sez.N. 177	55	5.00	2	0	-273	0	0	330	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	26		
IPE100	qn=	-508	3	0	131	0	0	-29	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	13		
Asta: 128	45	5.00	3	0	0	0	0	-447	0	27036	1032	240	10116	7688	38	2619	0		
Instab.:I=	115.0	β*I=	80.5	0	273	0	cl= 1 ε=	0.92	lmd=	64	Rpf=	0	Rft=	30	Wmax/rel/lim=	9.7	0.1	4.6	mm
Sez.N. 1078	18	5.70	3	509	-1	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	15		
F16 mm	qn=	0	3	509	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	12		
Asta: 129	7	5.00	3	509	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	10		
Instab.:I=	207.2	β*I=	207.2	0	0	0	cl= 3 ε=	0.92	lmd=	0	Rpf=	0	Rft=	0	Wmax/rel/lim=	25.2	1.8	8.3	mm
Sez.N. 1078	7	5.70	1	458	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	10		
F16 mm	qn=	0	1	458	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	9		
Asta: 130	18	5.00	1	458	0	0	0	0	0	5264	11	11	2279	2279	12	2619	9		
Instab.:I=	207.2	β*I=	207.2	0	0	0	cl= 3 ε=	0.92	lmd=	0	Rpf=	0	Rft=	0	Wmax/rel/lim=	24.2	0.3	8.3	mm
Sez.N. 1077	24	5.00	1	11607	0	0	0	4	3	18043	150	150	6632	6632	366	2619	64		
TUB 76,1x3	qn=	-4	1	11609	1	0	0	0	0	18043	150	150	6632	6632	366	2619	64		
Asta: 131	20	5.70	1	11612	0	0	0	-4	3	18043	150	150	6632	6632	366	2619	64		
Instab.:I=	122.1	β*I=	122.1	0	0	0	cl= 1 ε=	0.92	lmd=	0	Rpf=	0	Rft=	0	Wmax/rel/lim=	6.7	0.0	4.9	mm
Sez.N. 30	8	5.70	1	-42659	217	28	48	8	0	70452	2568								

STAMPA PROGETTO S.L.U. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																		
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxplRd Kg	VyplRd Kg	T Rd kg*m	fy rid Kg/cmq	Rap %
Sez.N. 884	56	5.70	1	82	4	0	0	0	1	13	29001	650	650	10661	10661	554	2619	0
TUBOC75,5*	qn= -9		1	82	5	0	0	0	0	13	29001	650	650	10661	10661	554	2619	0
Asta: 134	8	5.70	1	82	0	0	0	0	-10	13	29001	650	650	10661	10661	554	2619	0
Instab.:l=	97.5	β*=	97.5	0	0	0	0	cl= 1	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	26.0	0.0	3.9	mm	
Sez.N. 1078	7	5.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F116 mm	qn= 0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asta: 135	56	5.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Instab.:l=	139.7	β*=	97.8	0	0	0	0	cl= 0	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	25.2	0.4	5.6	mm	
Sez.N. 1078	56	5.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F116 mm	qn= 0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asta: 136	14	5.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Instab.:l=	139.7	β*=	97.8	0	0	0	0	cl= 0	ε= 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	25.1	0.3	5.6	mm	

3.4.7 Verifica unioni

3.4.7.1 Verifica unione sezione accoppiata 2xUPN100

La verifica di aste composte costituite da due profilati, posti ad un intervallo pari alle spessore delle piastre di attacco ai nodi e comunque ad una distanza non superiore a 3 volte il loro spessore e collegati con calastrelli o imbottiture, può essere condotta come per un'asta semplice, trascurando la deformabilità a taglio del collegamento, se gli interassi dei collegamenti soddisfano le limitazioni della tabella C4.2.III.

Tabella C4.2.III Disposizione delle imbottiture di connessione tra i profili.

Tipo di asta composta (Figura C4.2.10)	Spaziatura massima tra i collegamenti ^(*)
Tipo (1), (2), (3) o (4) collegati con imbottiture bullonate o saldate	15 i_{min}
Tipi (5) o (6) collegati con coppie di calastrelli	70 i_{min}

(*) La distanza è misurata tra i centri di due collegamenti successivi e i_{min} è il raggio di inerzia minimo del singolo profilo costituente l'asta.

Asta composta tipo (1)

$$i_{min} (UPN100) = 1,47 \text{ cm}$$

$$\text{spaziatura massima dei collegamenti} = 15 \times 1,47 = 22 \text{ cm}$$

3.4.7.2 Verifica unioni TUB 76 x 3 mm –UPN 100

Tali aste risultano sollecitate principalmente a sforzi assiali si riportano di seguito le sollecitazioni del nodo maggiormente sollecitato.

$$N = 14992 \text{ daN}$$

Sul nodo sono presenti n°4 bulloni M12 con n°2 superfici di contatto

Pertanto l'azione di taglio sul singolo bullone è pari a

$$T = \text{daN}14992/4/2 = 1874 \text{ daN}$$

Verifica bulloni e piastre

Sollecitazioni	
F _{v,Ed} (N)	18740
F _{t,Ed} (N)	0

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f _{yb} (N/mm ²)	f _{tb} (N/mm ²)
4.6	240	400
5.6	300	500
6.8	480	600
8.8	640	800
10.9	900	1000

Bulloni	
Classe	8.8
d (mm)	12
γ _{M2}	1.25
f _{yb} (N/mm ²)	640
f _{tb} (N/mm ²)	800
A _n (mm ²)	113
A _{res} (mm ²)	84

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A _n (mm ²)	A _{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	6
γ _{M2}	1.25
d ₀ (mm)	13
f _{tk} (N/mm ²)	430

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0.581
--	-------

F _{v,Rd} (N)	32256
F _{t,Rd} (N)	48384

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0.000
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \text{ con } F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali	

e ₁ (mm)	30
e ₂ (mm)	20
p ₁ (mm)	50
p ₂ (mm)	36

15.6	≤ e ₁ ≤	64
15.6	≤ e ₂ ≤	64
28.6	≤ p ₁ ≤	84
31.2	≤ p ₂ ≤	84

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato
 $\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato
 $k = \min \{2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo \perp al carico applicato
 $k = \min \{1,4p_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni \perp al carico applicato

α MIN	0.769
K MIN	2.177

$F_{b,Rd}$ (N)	41475
----------------	-------

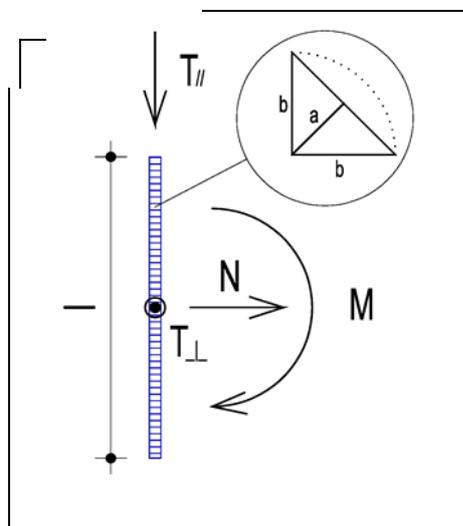
$\frac{F_{v, Ed}}{F_{b, Rd}}$	0.452
-------------------------------	-------

Si riporta di seguito la verifica della saldatura posta tra il tubolare 76x3 mm e le due piastre di ancoraggio.

Verifica saldature

Sollecitazioni	
N (N)	0
$T_{//}$ (N)	74960
T_{\perp} (N)	0
M (Nmm)	1424240

Dati saldatura	
Acciaio	S275
b (mm)	5
l (mm)	100
n° cordoni	2
γ_{M2}	1.25
a (mm)	3.54



f_{yk} (N/mm ²)	275
f_{tk} (N/mm ²)	430

Verifica con formula 4.2.76

$F_{w,Ed}/F_{w,Rd} \leq 1$ con $F_{w,Rd} = a \cdot f_{tk} / (\sqrt{3} \cdot \beta \cdot \gamma_{M2})$

β_w	0.85
$f_{w,d}$ (N/mm ²)	233.657
$F_{T//}$ (N/mm)	374.800
$F_{T\perp}$ (N/mm)	0.000

$F_{T\text{ TOT}}$ (N/mm)	374.800
$F_{\perp N}$ (N/mm)	0.000
$F_{\perp M}$ (N/mm)	427.272
$F_{\perp\text{ TOT}}$ (N/mm)	427.272

$F_{w,Ed}$ (N/mm)	568.363
$F_{w,Rd}$ (N/mm)	826.102

S/R	OK
0.688	

Verifica con formula 4.2.78 e 4.2.79

$$\sqrt{(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + t_{//}^2)} \leq \beta_1 \cdot f_{yk}$$

$$|n_{\perp}| + |t_{\perp}| \leq \beta_2 \cdot f_{yk}$$

β_1	0.7
β_2	0.85
$t_{//}$ (N/mm ²)	106.0094
t_{\perp} (N/mm ²)	0.0000

$n_{\perp N}$ (N/mm ²)	0.0000
$n_{\perp M}$ (N/mm ²)	120.8508
n_{\perp} (N/mm ²)	120.8508

$\sqrt{(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + t_{//}^2)}$	160.7573
$\beta_1 \cdot f_{yk}$	192.5000

S/R	OK
0.84	

$ n_{\perp} + t_{\perp} $	120.8508
$\beta_2 \cdot f_{yk}$	233.7500

S/R	OK
0.52	

Si riporta di seguito la verifica dei n°12 bulloni necessari al collegamento della piastra centrale ai due profilati UPN 100

Verifica bulloni e piastra

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	17840
$F_{t,Ed}$ (N)	0

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4.6	240	400
5.6	300	500
6.8	480	600
8.8	640	800
10.9	900	1000

Bulloni	
Classe	8.8
d (mm)	12
γ_{M2}	1.25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	113
A_{res} (mm ²)	84

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	6
γ_{M2}	1.25
d_0 (mm)	13
f_{tk} (N/mm ²)	430

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0.553
--	-------

$F_{v,Rd}$ (N)	32256
$F_{t,Rd}$ (N)	48384

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0.000
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \text{ con } F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione
Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali

e_1 (mm)	25	15.6	$\leq e_1 \leq$	64
e_2 (mm)	25	15.6	$\leq e_2 \leq$	64
p_1 (mm)	50	28.6	$\leq p_1 \leq$	84
p_2 (mm)	50	31.2	$\leq p_2 \leq$	84

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato

$\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato

$k = \min \{2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo _|_ al carico applicato

$k = \min \{1,4p_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni _|_ al carico applicato

α_{MIN}	0.641
k_{MIN}	2.500

$F_{b,Rd}$ (N)	39692
----------------	-------

$\frac{F_{v, Ed}}{F_{b, Rd}}$	0.449
-------------------------------	-------

3.4.7.3 Verifica unioni IPE100 –UPN 100

L'unione di tali profilati avviene mediante un giunto bullonato di tipo flangiato.

Le sollecitazioni massime al nodo risultano le seguenti:

N = 2450 daN

T = 840 daN

Verifica bulloni e piastra

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	2100

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)

$F_{t,Ed}$ (N)	6130
----------------	------

4.6	240	400
5.6	300	500
6.8	480	600
8.8	640	800
10.9	900	1000

Bulloni	
Classe	8.8
d (mm)	12
γ_{M2}	1.25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	113
A_{res} (mm ²)	84

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	6
γ_{M2}	1.25
d_0 (mm)	13
f_{tk} (N/mm ²)	430

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{cc} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0.156
--	-------

$F_{v,Rd}$ (N)	32256
$F_{t,Rd}$ (N)	48384

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0.127
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione
Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali

e_1 (mm)	30
e_2 (mm)	20
p_1 (mm)	40
p_2 (mm)	40

15.6	≤	e_1	≤	64
15.6	≤	e_2	≤	64
28.6	≤	p_1	≤	84
31.2	≤	p_2	≤	84

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato

$\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato

$k = \min \{2,8e_2/d_0 - 1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo $_ _$ al carico applicato

$k = \min \{1,4p_2/d_0 - 1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni $_ _$ al carico applicato

α_{MIN}	0.769
k_{MIN}	2.500

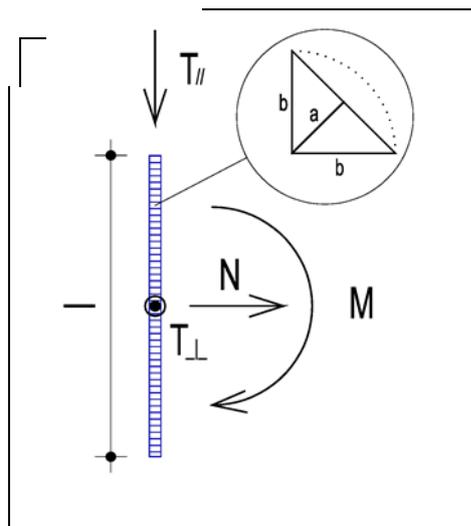
$F_{b,Rd} (N)$	47631
----------------	-------

$\frac{F_{v, Ed}}{F_{b, Rd}}$	0.044
-------------------------------	-------

Verifica saldature

Sollecitazioni	
N (N)	24500
$T_{//}$ (N)	0
T_{\perp} (N)	8400
M (Nmm)	0

Dati saldatura	
Acciaio	S275
b (mm)	5
l (mm)	80
n° cordoni	2
γ_{M2}	1.25
a (mm)	3.54



$f_{yk} (N/mm^2)$	275
$f_{tk} (N/mm^2)$	430

Verifica con formula 4.2.76

$F_{w,Ed}/F_{w,Rd} \leq 1$ con $F_{w,Rd} = a \cdot f_{tk} / (\sqrt{3} \cdot \beta \cdot \gamma_{M2})$

β_w	0.85
$f_{vw,d} (N/mm^2)$	233.657
$F_{T//} (N/mm)$	0.000
$F_{T\perp} (N/mm)$	52.500

$F_{T\text{TOT}} (N/mm)$	52.500
$F_{\perp N} (N/mm)$	153.125
$F_{\perp M} (N/mm)$	0.000
$F_{\perp\text{TOT}} (N/mm)$	153.125

$F_{w,Ed} (N/mm)$	161.875
$F_{w,Rd} (N/mm)$	826.102

S/R	OK
0.196	

Verifica con formula 4.2.78 e 4.2.79

$\sqrt{(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + t_l^2)} \leq \beta_1 \cdot f_{yk}$

$|n_{\perp}| + |t_{\perp}| \leq \beta_2 \cdot f_{yk}$

β_1	0.7
β_2	0.85

$n_{\perp N} (N/mm^2)$	43.3103
------------------------	---------

$t_{//}$ (N/mm ²)	0.0000	$n_{\perp M}$ (N/mm ²)	0.0000
t_{\perp} (N/mm ²)	14.8492	n_{\perp} (N/mm ²)	43.3103
$\sqrt{(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + t_{//}^2)}$	45.7852	S/R	OK
$\beta_1 \cdot f_{yk}$	192.5000	0.24	
$ n_{\perp} + t_{\perp} $	58.1595	S/R	OK
$\beta_2 \cdot f_{yk}$	233.7500	0.25	

3.4.7.4 Verifica unioni 2XUPN 100 – 2XUPN 100 _ Giunto a coprigiunto

<u>Profilo da giuntare e relativi coprigiunti</u>		S 275
Valore di snervamento dell'acciaio del profilo	f_{yk}	275 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio del profilo	f_{uk}	430 [N/mm ²]
Modulo di elasticità dell'acciaio del profilo	E_s	210,000 [N/mm ²]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio del profilo	γ_{M0}	1.05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio del profilo	γ_{M2}	1.25 [-]
<u>Bulloni d'ala</u>		Classe 8.8
Valore di snervamento dell'acciaio del bullone	$f_{yb,f}$	649 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio del bullone	$f_{ub,f}$	800 [N/mm ²]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio del profilo	γ_{M2}	1.25 [-]
<u>Bulloni d'anima</u>		Classe 8.8
Valore di snervamento dell'acciaio del bullone	$f_{yb,w}$	649 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio del bullone	$f_{ub,w}$	800 [N/mm ²]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio del profilo	γ_{M2}	1.25 [-]

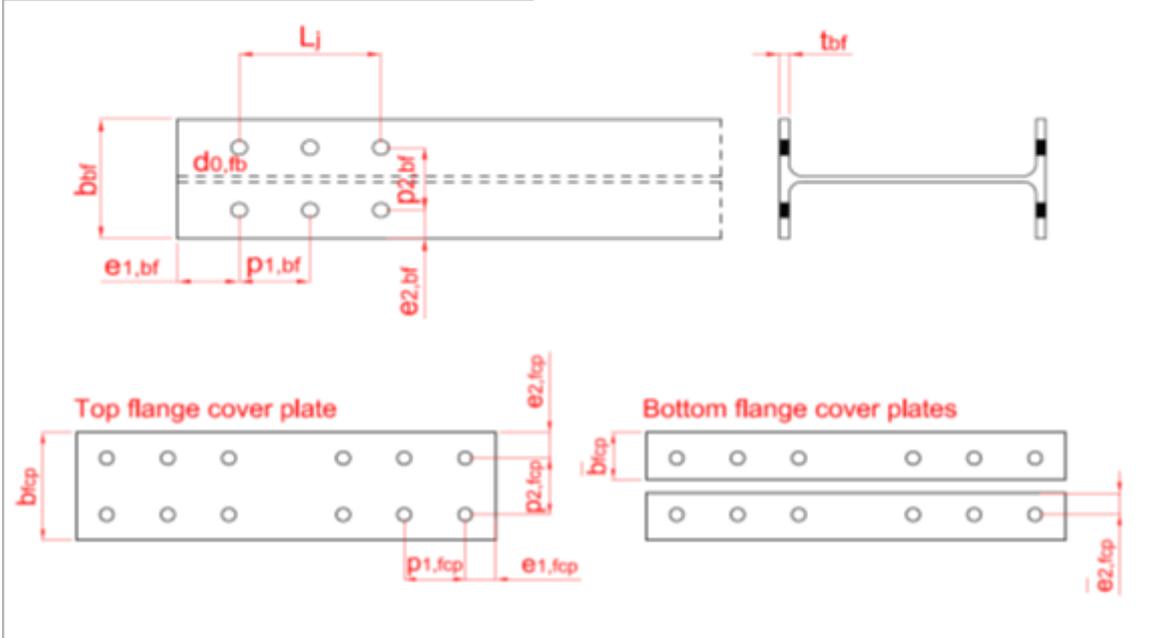
Distanza reciproca tra le travi da giuntare	g	0.00 [mm]
Altezza della sezione trasversale	h_a	100 [mm]
Larghezza della sezione trasversale	b_a	100 [mm]
Spessore dell'anima	$t_{w,a}$	5 [mm]
Spessore dell'ala	$t_{f,a}$	8 [mm]
Raggio di raccordo	r_a	12 [mm]
Area della sezione trasversale	A_a	2120 [mm ²]
Altezza della sezione trasversale al netto delle ali	$h_{i,a}$	80 [mm]
Altezza dell'anima	$h_{w,a}$	56 [mm]
Diametro massimo consentito dei bulloni d'ala	$d_{bf,max}$	10 [mm]
Passo minimo trasversale tra i bulloni d'ala	$p_{b,min}$	54 [mm]
Passo massimo trasversale tra i bulloni d'ala	$p_{b,max}$	58 [mm]
Momento d'inerzia della sezione trasversale	$I_{a,y}$	3.492E+06 [mm ⁴]
Modulo di resistenza elastico	$W_{a,el,y}$	7.276E+04 [mm ³]
Modulo di resistenza plastico	$W_{a,pl,y}$	8.301E+04 [mm ³]
Area resistente a taglio	$A_{a,V}$	756 [mm ²]

<u>Classificazione del profilo</u>		
Valore di snervamento dell'acciaio delle ali	$f_{yf,a}$	275 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio delle ali	$f_{uf,a}$	430 [N/mm ²]
Larghezza di metà ala al netto del raggio di raccordo	c	35.5 [mm]
Spessore dell'ala	$t_{f,a}$	8 [mm]
Rapporto di resistenza	ϵ	0.92 [-]
Rapporto c/t	$(c/t_{f,a})/\epsilon$	4.80 [-]
Classificazione delle ali (tensioni di compressione costanti)	$CL_{f,compressione}$	1 [-]
Valore di snervamento dell'acciaio dell'anima	$f_{yw,a}$	275 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio dell'anima	$f_{uw,a}$	430 [N/mm ²]
Altezza dell'anima	$h_{w,a}$	56 [mm]
Spessore dell'anima	$t_{w,a}$	5 [mm]
Rapporto di resistenza	ϵ	0.92 [-]
Rapporto h_w/t	$(h_{w,a}/t_{w,a})/\epsilon$	12.12 [-]
Classificazione dell'anima (distribuzione tensioni a farfalla)	$CL_{w,flessione}$	1 [-]
Classificazione dell'anima (distribuzione tensioni costanti)	$CL_{w,compressione}$	1 [-]
		1
<u>Momento resistente del profilo</u>		
Momento resistente plastico	$M_{p,Rd}$	22 [kNm]
Momento resistente elastico	$M_{el,Rd}$	19 [kNm]
Coefficiente di imbozzamento	$k_{\sigma,ali}$	0.43 [-]
Snellezza delle ali	$\lambda_{p,ali}$	0.258 [-]
Coefficiente riduttivo dell'area delle ali	ρ_{ali}	1.000 [-]
Area di un'ala	A_{ali}	800 [mm ²]
Area efficace di un'ala	$A_{ali,eff}$	800 [mm ²]
Larghezza efficace dell'ala	$b_{a,eff}$	100.00 [mm]
Larghezza della parte non efficace dell'ala	Δb_a	0.00 [mm]
Momento d'inerzia efficace della sezione	$I_{a,y,eff}$	3.492E+06 [mm ⁴]
Modulo di resistenza efficace	$W_{a,eff,y}$	6.984E+04 [mm ³]
Momento resistente efficace	$M_{eff,Rd}$	18 [kNm]

Taglio resistente del profilo

Taglio resistente del profilo	$V_{pl,Rd}$	114 [kN]
-------------------------------	-------------	----------

Resistenza a taglio dei bulloni d'ala



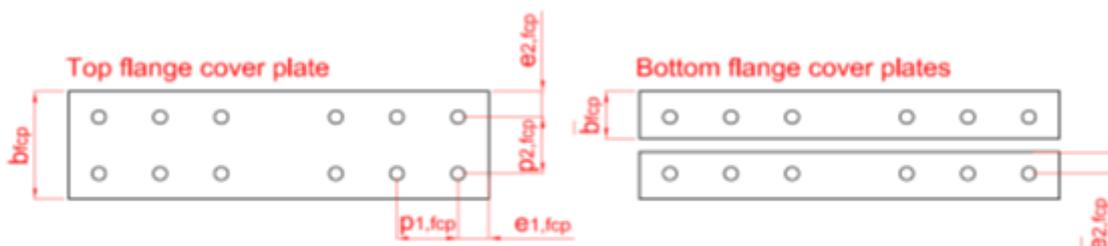
Numero di bulloni presenti sull'ala	n_{fb}	4.00 [-]
Numero di coprigiunti presenti sull'ala	n_{fc}	2.00 [-]
Spessore dei coprigiunti d'ala	t_{fc}	6.00 [mm]
Passo longitudinale dei bulloni d'ala	$p_{1,fb}$	40.00 [mm]
Passo trasversale dei bulloni d'ala	$p_{2,fb}$	55.00 [mm]
Distanza longitudinale dal bordo libero della trave	$e_{1,fb}$	40.00 [mm]
Distanza longitudinale dal bordo libero del coprigiunto	$e_{1,fc}$	40.00 [mm]
Diametro dei bulloni d'ala	d_{fb}	10.00 [mm]
Diametro del foro dei bulloni d'ala	$d_{o,fb}$	11.00 [mm]

Diametro massimo dei bulloni d'ala	$d_{fb,max}$	10.00 [mm]
Distanza trasversale dal bordo libero della trave	$e_{2,bf}$	22.50 [mm]
Passo minimo longitudinale	$p_{1,fb,min}$	24.20 [mm]
Passo massimo longitudinale	$p_{1,fb,max}$	84.00 [mm]
Passo minimo trasversale (da normativa)	$p_{2,fb,min}$	26.40 [mm]
Passo massimo trasversale (da normativa)	$p_{2,fb,max}$	84.00 [mm]
Passo minimo trasversale (da profilario)	$p'_{2,fb,min}$	54.00 [mm]
Passo massimo trasversale (da profilario)	$p'_{2,fb,max}$	58.00 [mm]
Distanza minima longitudinale dal bordo	$e_{1-2,min}$	13.20 [mm]
Distanza massima longitudinale dal bordo	$e_{1-2,max}$	64.00 [mm]
Distanza tra i primo e l'ultimo bullone	l_j	40.00 [mm]
Area della parte filettata del gambo del bullone	A_{fb}	58.00 [mm ²]
Coefficiente riduttivo β che tiene in conto di l_j	β	1.00 [-]
Coefficiente riduttivo α	α	0.60 [-]
Resistenza a taglio del bullone per ciascun piano di taglio	$F_{v,fb,Rd}$	22.27 [kN]
Resistenza a taglio della bullonatura d'ala	$F_{Rd,1}$	178.18 [kN]

Resistenza a rifollamento dell'ala

Spessore dell'ala	$t_{f,a}$	8.00 [mm]
Diametro dei bulloni d'ala	d_{fb}	10.00 [mm]
Coefficienti di rifollamento longitudinale	$\alpha_{bf,1}$	1.21 [-]
	$\alpha_{bf,2}$	0.96 [-]
	$\alpha_{bf,3}$	1.00 [-]
	$\alpha_{bf,4}$	1.86 [-]
	$\alpha_{bf,min}$	0.96 [-]
Coefficienti di rifollamento trasversale	$k_{bf,1}$	4.03 [-]
	$k_{bf,2}$	2.50 [-]
	$k_{bf,min}$	2.50 [-]
Resistenza a rifollamento dell'ala	$F_{b,bf,Rd}$	66.19 [kN]
Resistenza complessiva a rifollamento dell'ala	$F_{Rd,2}$	264.78 [kN]

Resistenza a rifollamento dei coprigiunti



Larghezza del coprigiunto superiore d'ala	b_{fcp}	100.00 [mm]
Distanza trasversale dal bordo del coprigiunto inferiore	$e'_{2,fcp}$	16.00 [mm]

Larghezza del coprigiunto superiore d'ala	b_{fcp}	100.00 [mm]
Distanza trasversale dal bordo del coprigiunto inferiore	$e'_{2,fcp}$	16.00 [mm]
Numero di coprigiunti presenti sull'ala	n_{fcp}	2.00 [-]
Distanza longitudinale dal bordo libero del coprigiunto	$e_{1,fcp}$	40.00 [mm]
Spessore dei coprigiunti d'ala	t_{fcp}	6.00 [mm]
Larghezza massima del coprigiunto inferiore d'ala	$b'_{fcp,max}$	35.50 [mm]
Larghezza del coprigiunto inferiore d'ala	b'_{fcp}	38.50 [mm]
Distanza trasversale dal bordo del coprigiunto superiore	$e_{2,fcp}$	22.50 [mm]
Coefficienti di rifollamento longitudinale	$\alpha_{fcp,1}$	1.21 [-]
	$\alpha_{fcp,2}$	0.96 [-]
	$\alpha_{fcp,3}$	1.00 [-]
	$\alpha_{fcp,4}$	1.86 [-]
	$\alpha_{fcp,min}$	0.96 [-]
Coefficienti di rifollamento trasversale	$k_{fcp,1}$	2.37 [-]
	$k_{fcp,2}$	5.30 [-]
	$k_{fcp,3}$	2.50 [-]
	$k_{fcp,min}$	2.37 [-]
	Resistenza a rifollamento dei coprigiunti	$F_{b,fcp,Rd}$
Resistenza complessiva a rifollamento dei coprigiunti	$F_{Rd,3}$	376.94 [kN]
Resistenza dell'ala in trazione		
Larghezza della sezione trasversale	b_a	100.00 [mm]
Spessore dell'ala	$t_{f,a}$	8.50 [mm]
Resistenza dell'ala in trazione (sezione lorda)	$F_{Rd,4}$	222.62 [kN]
Resistenza dell'ala in trazione (sezione netta)	$F_{Rd,5}$	205.26 [kN]

Resistenza dei coprigiunti in trazione

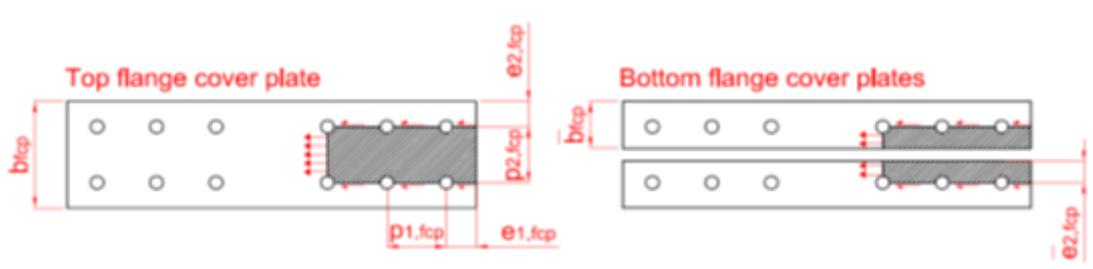
Larghezza del coprigiunto superiore d'ala	b_{fcp}	100.00 [mm]
Larghezza del coprigiunto inferiore d'ala	b'_{fcp}	38.50 [mm]
Spessore dei coprigiunti d'ala	t_{fcp}	6.00 [mm]
Area netta del coprigiunto superiore	$A_{fcp,net}$	468.00 [mm ²]
Area netta del coprigiunto inferiore	$A'_{fcp,net}$	330.00 [mm ²]
Resistenza dei coprigiunti in trazione (sezione lorda)	$F_{Rd,6}$	278.14 [kN]
Resistenza dei coprigiunti in trazione (sezione netta)	$F_{Rd,7}$	247.06 [kN]

Resistenza dell'ala in trazione (block tearing)



Area netta dell'ala soggetta a trazione	$A_{nt,bf}$	272.00 [mm ²]
Area netta dell'ala soggetta a taglio	$A_{nv,bf}$	1016.00 [mm ²]
Resistenza dell'ala in trazione (block tearing)	$F_{Rd,8}$	247.20 [kN]

Resistenza dell'ala in trazione (block tearing)

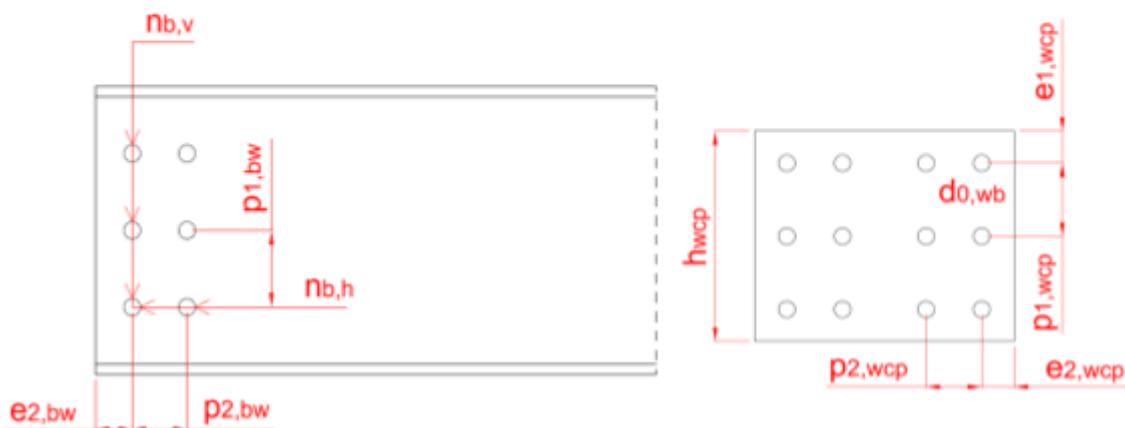


Area netta del coprigiunto superiore soggetta a trazione	$A_{nt,fcg}$	264.00 [mm ²]
Area netta del coprigiunto inferiore soggetta a trazione	$A'_{nt,fcg}$	126.00 [mm ²]
Area netta del coprigiunto superiore soggetta a taglio	$A_{nv,fcg}$	762.00 [mm ²]
Area netta del coprigiunto inferiore soggetta a taglio	$A'_{nv,fcg}$	762.00 [mm ²]
Resistenza del coprigiunto in trazione (block tearing)	$F_{Rd,9}$	364.61 [kN]

Resistenza del giunto d'ala

Resistenza a taglio della bullonatura d'ala	$F_{Rd,1}$	178.18 [kN]
Resistenza complessiva a rifollamento dell'ala	$F_{Rd,2}$	264.78 [kN]
Resistenza complessiva a rifollamento dei coprigiunti	$F_{Rd,3}$	376.94 [kN]
Resistenza dell'ala in trazione (sezione lorda)	$F_{Rd,4}$	222.62 [kN]
Resistenza dell'ala in trazione (sezione netta)	$F_{Rd,5}$	205.26 [kN]
Resistenza dei coprigiunti in trazione (sezione lorda)	$F_{Rd,6}$	278.14 [kN]
Resistenza dei coprigiunti in trazione (sezione netta)	$F_{Rd,7}$	247.06 [kN]
Resistenza dell'ala in trazione (block tearing)	$F_{Rd,8}$	247.20 [kN]
Resistenza del coprigiunto in trazione (block tearing)	$F_{Rd,9}$	364.61 [kN]
	$F_{j,f,Rd}$	178.18 [kN]

Resistenza a taglio dei bulloni d'anima



Numero di colonne verticali	$n_{v,col}$	4.00 [-]
Numero di righe orizzontali	$n_{h,rig}$	2.00 [-]
Spessore dei coprigiunti d'anima	t_{wcp}	6.00 [mm]
Distanza verticale dal bordo libero del coprigiunto	$e_{1,wcp}$	30.00 [mm]
Distanza orizzontale dal bordo libero del coprigiunto	$e_{2,wcp}$	30.00 [mm]
Passo verticale dei bulloni d'anima	$p_{1,bw}$	30.00 [mm]
Passo orizzontale dei bulloni d'anima	$p_{2,bw}$	40.00 [mm]
Distanza orizzontale dal bordo libero della trave	$e_{2,bw}$	40.00 [mm]
Diametro dei bulloni d'anima	d_{wb}	10.00 [mm]
Diametro del foro dei bulloni d'anima	$d_{0,wb}$	11.00 [mm]
Numero totale dei bulloni d'anima	n_{wb}	8.00 [-]
Numero di bulloni presenti in una colonna	$n_{b,v}$	2.00 [-]
Numero di bulloni presenti in una riga	$n_{b,h}$	4.00 [-]
Altezza massima del coprigiunto d'anima	$h_{wcp,max}$	56.00 [mm]
Altezza del coprigiunto d'anima	h_{wcp}	90.00 [mm]
Passo minimo verticale e orizzontale	$p_{bw,min}$	24.20 [mm]
Passo massimo verticale e orizzontale	$p_{bw,max}$	70.00 [mm]
Distanza minima dal bordo	$e_{1-2,min}$	13.20 [mm]
Distanza massima dal bordo	$e_{1-2,max}$	60.00 [mm]
Momento d'inerzia polare della bullonatura	J_b	17800.00 [mm ²]
Eccentricità tra il baricentro della bullonatura e l'asse giunto	e_x	100.00 [mm]
Area della parte filettata del gambo del bullone	A_{wb}	58.00 [mm ²]
Coefficiente riduttivo α	α	0.60 [-]
Resistenza a taglio del bullone per ciascun piano di taglio	$F_{v,wb,Rd}$	22.27 [kN]

Distanza orizzontale massima del bullone più esterno da G	x_{max}	60.00 [mm]
Distanza verticale massima del bullone più esterno da G	y_{max}	15.00 [mm]
Resistenza a taglio della bullonatura d'anima	$V_{Rd,1}$	94.84 [kN]
Resistenza a forza normale della bullonatura d'anima	$F_{w,Rd,1}$	356.35 [kN]
Resistenza a rifollamento dell'anima		
Spessore dell'anima	$t_{w,a}$	5.00 [mm]
Diametro dei bulloni d'anima	d_{wb}	10.00 [mm]
Coefficienti di rifollamento longitudinale per la direzione x	$\alpha_{x,bw,1}$	1.21 [-]
	$\alpha_{x,bw,2}$	0.96 [-]
	$\alpha_{x,bw,3}$	1.00 [-]
	$\alpha_{x,bw,4}$	1.86 [-]
	$\alpha_{x,bw,min}$	0.96 [-]
Coefficienti di rifollamento trasversale per la direzione x	$k_{x,bw,1}$	2.12 [-]
	$k_{x,bw,2}$	2.50 [-]
	$k_{x,bw,min}$	2.12 [-]
Coefficienti di rifollamento trasversale per la direzione y	$\alpha_{y,bw,1}$	0.66 [-]
	$\alpha_{y,bw,2}$	1.00 [-]
	$\alpha_{y,bw,3}$	1.86 [-]
	$\alpha_{y,bw,min}$	0.66 [-]
Coefficienti di rifollamento longitudinale per la direzione y	$k_{y,bw,1}$	8.48 [-]
	$k_{y,bw,2}$	3.39 [-]
	$k_{y,bw,3}$	2.50 [-]
	$k_{y,bw,min}$	2.50 [-]
Resistenza a rifollamento orizzontale dell'anima	$F_{x,b,bw,Rd}$	35.05 [kN]
Resistenza a rifollamento verticale dell'anima	$F_{y,b,bw,Rd}$	28.34 [kN]
Resistenza a taglio per rifollamento dell'anima	$V_{Rd,2}$	60.68 [kN]
Resistenza a forza normale per rifollamento dell'anima	$F_{w,Rd,2}$	280.42 [kN]

Resistenza a rifollamento dei coprigiunti		
Spessore dei coprigiunti d'anima	t_{wcp}	6.00 [mm]
Diametro dei bulloni d'anima	d_{wb}	10.00 [mm]
Coefficienti di rifollamento longitudinale per la direzione x	$\alpha_{x,wcp,1}$	0.91 [-]
	$\alpha_{x,wcp,2}$	0.96 [-]
	$\alpha_{x,wcp,3}$	1.00 [-]
	$\alpha_{x,wcp,4}$	1.86 [-]
	$\alpha_{x,wcp,min}$	0.91 [-]
Coefficienti di rifollamento trasversale per la direzione x	$k_{x,wcp,1}$	5.94 [-]
	$k_{x,wcp,2}$	2.12 [-]
	$k_{x,wcp,3}$	2.50 [-]
	$k_{x,wcp,min}$	2.12 [-]
Coefficienti di rifollamento trasversale per la direzione y	$\alpha_{y,wcp,1}$	0.91 [-]
	$\alpha_{y,wcp,2}$	0.66 [-]
	$\alpha_{y,wcp,3}$	1.00 [-]
	$\alpha_{y,wcp,4}$	1.86 [-]
	$\alpha_{y,wcp,min}$	0.66 [-]
Coefficienti di rifollamento longitudinale per la direzione y	$k_{y,wcp,1}$	5.94 [-]
	$k_{y,wcp,2}$	3.39 [-]
	$k_{y,wcp,3}$	2.50 [-]
	$k_{y,wcp,min}$	2.50 [-]
Resistenza a rifollamento orizzontale dei coprigiunti	$F_{x,b,wcp,Rd}$	79.49 [kN]
Resistenza a rifollamento verticale dei coprigiunti	$F_{y,b,wcp,Rd}$	68.02 [kN]
Resistenza a taglio per rifollamento dei coprigiunti	$V_{Rd,3}$	145.44 [kN]
Resistenza a forza normale per rifollamento dei coprigiunti	$F_{w,Rd,3}$	635.92 [kN]
Resistenza dei coprigiunti a trazione e taglio		
Spessore dei coprigiunti d'anima	t_{wcp}	6.00 [mm]
Altezza dei coprigiunti d'anima	h_{wcp}	90.00 [mm]
Area lorda della sezione trasversale	A_{wcp}	1080.00 [mm ²]
Resistenza a taglio dei coprigiunti (sezione lorda)	$V_{Rd,4}$	127.58 [kN]
Resistenza a forza normale dei coprigiunti (sezione lorda)	$F_{w,Rd,4}$	282.86 [kN]

Resistenza dei coprigiunti a trazione e taglio

Numero bulloni verticali	$n_{b,v}$	2.00 [-]
Area netta della sezione trasversale	$A_{wcp,net}$	816.00 [mm ²]
Resistenza a taglio dei coprigiunti (sezione netta)	$V_{Rd,5}$	162.06 [kN]
Resistenza a forza normale dei coprigiunti (sezione netta)	$F_{w,Rd,5}$	252.63 [kN]

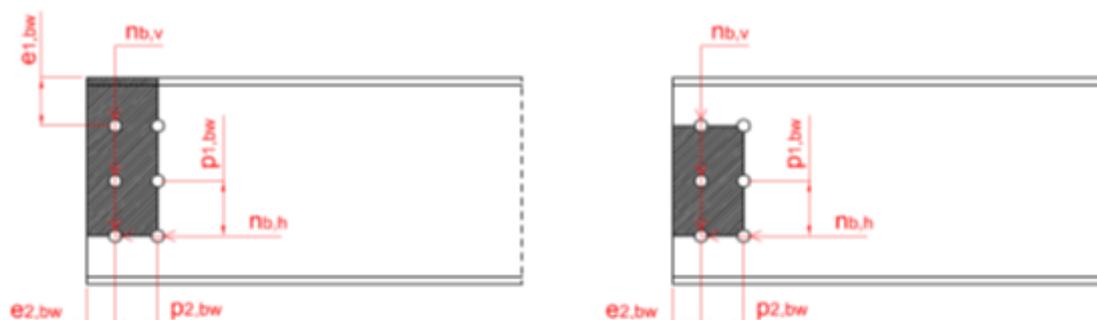
Resistenza dell'anima a trazione e taglio

Spessore dell'anima	$t_{w,a}$	12.00 [mm]
Altezza dell'anima pari a quella del coprigiunto	h_{wcp}	90.00 [mm]
Area lorda della sezione trasversale	A_{bw}	1080.00 [mm ²]
Resistenza a taglio dell'anima (sezione lorda)	$V_{Rd,6}$	128.59 [kN]
Resistenza a forza normale dell'anima (sezione lorda)	$F_{w,Rd,6}$	282.86 [kN]

Resistenza dell'anima a trazione e taglio

Numero bulloni verticali	$n_{b,v}$	2.00 [-]
Area netta della sezione trasversale	$A_{wcp,net}$	816.00 [mm ²]
Resistenza a taglio dell'anima (sezione netta)	$V_{Rd,7}$	162.06 [kN]
Resistenza a forza normale dell'anima (sezione netta)	$F_{w,Rd,7}$	252.63 [kN]

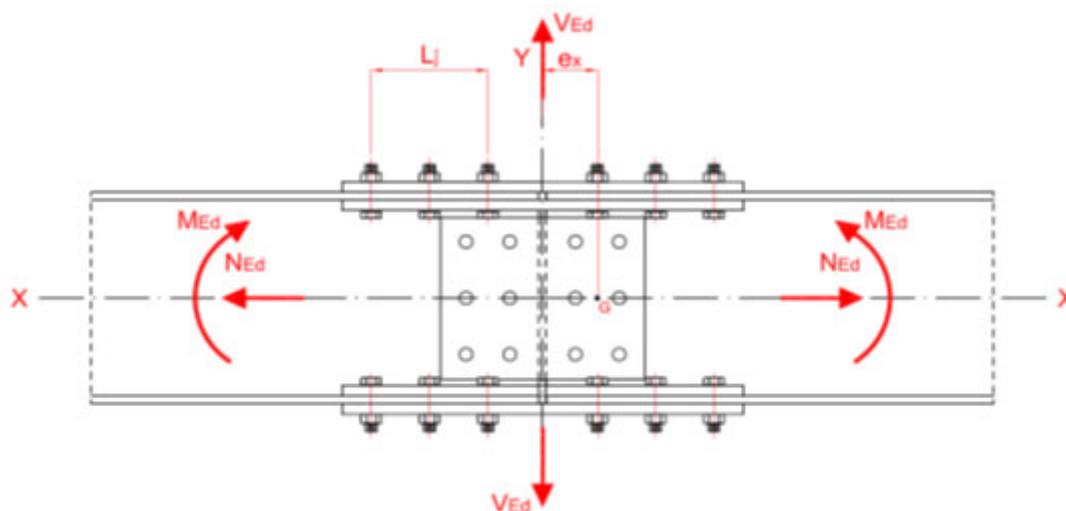
Resistenza dell'anima a trazione e taglio



Numero bulloni verticali	$n_{b,v}$	2.00 [-]
Numero bulloni orizzontali	$n_{b,h}$	4.00 [-]
Distanza verticale del bullone più esterno dall'ala	$e_{1,bw}$	35.00 [mm]
Area netta soggetta a trazione (block tearing verticale)	$A_{nt,bw}$	607.50 [mm ²]
Area netta soggetta a taglio (block tearing verticale)	$A_{nv,bw}$	242.50 [mm ²]
Area netta soggetta a trazione (block tearing orizzontale)	$A'_{nt,bw}$	95.00 [mm ²]
Area netta soggetta a taglio (block tearing orizzontale)	$A'_{nv,bw}$	1215.00 [mm ²]
Resistenza a taglio dell'anima (block tearing)	$V_{Rd,9}$	141.16 [kN]
Resistenza a forza normale dell'anima (block tearing)	$F_{w,Rd,9}$	216.40 [kN]

Resistenza del giunto d'anima

Resistenza a taglio della bullonatura d'anima	$V_{Rd,1}$	94.84 [kN]
Resistenza a forza normale della bullonatura d'anima	$F_{w,Rd,1}$	356.35 [kN]
Resistenza a taglio per rifollamento dell'anima	$V_{Rd,2}$	60.68 [kN]
Resistenza a forza normale per rifollamento dell'anima	$F_{w,Rd,2}$	280.42 [kN]
Resistenza a taglio per rifollamento dei coprigiunti	$V_{Rd,3}$	145.44 [kN]
Resistenza a forza normale per rifollamento dei coprigiunti	$F_{w,Rd,3}$	635.92 [kN]
Resistenza a taglio dei coprigiunti (sezione lorda)	$V_{Rd,4}$	127.58 [kN]
Resistenza a forza normale dei coprigiunti (sezione lorda)	$F_{w,Rd,4}$	282.86 [kN]
Resistenza a taglio dei coprigiunti (sezione netta)	$V_{Rd,5}$	162.06 [kN]
Resistenza a forza normale dei coprigiunti (sezione netta)	$F_{w,Rd,5}$	252.63 [kN]
Resistenza a taglio dell'anima (sezione lorda)	$V_{Rd,6}$	128.59 [kN]
Resistenza a forza normale dell'anima (sezione lorda)	$F_{w,Rd,6}$	282.86 [kN]
Resistenza a taglio dell'anima (sezione netta)	$V_{Rd,7}$	162.06 [kN]
Resistenza a forza normale dell'anima (sezione netta)	$F_{w,Rd,7}$	252.63 [kN]
Resistenza a taglio dei coprigiunti (block tearing)	$V_{Rd,8}$	309.07 [kN]
Resistenza a forza normale dei coprigiunti (block tearing)	$F_{w,Rd,8}$	483.07 [kN]
Resistenza a taglio dell'anima (block tearing)	$V_{Rd,9}$	141.16 [kN]
Resistenza a forza normale dell'anima (block tearing)	$F_{w,Rd,9}$	216.40 [kN]



Sollecitazioni di progetto		
Forza normale di progetto	N_{Ed}	240.00 [kN]
Forza di taglio di progetto	V_{Ed}	8.00 [kN]
Momento flettente	M_{Ed}	5.00 [kNm]

Forza normale assorbita da una singola ala	$N_{f,Ed}$	90.57 [kN]
Forza di scorrimento competente alla singola ala	$F_{bf,Ed}$	144.91 [kN]
Resistenza della giunzione d'ala	$F_{j,f,Rd}$	178.18 [kN]
	$F_{bf,Ed}/F_{j,f,Rd}$	0.81 [-]
Forza normale assorbita dall'anima	$N_{w,Ed}$	58.87 [kN]
Forza di taglio assorbita dall'anima	V_{Ed}	8.00 [kN]
Resistenza plastica delle travi collegate	$V_{pl,Rd}$	114.32 [kN]
Rapporto di resistenza a taglio	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	0.07 [-]
Coefficiente riduttivo di resistenza per la presenza di N e V	$1 - \rho$	1.00 [-]
Resistenza minima a taglio per taglio o rifollamento dell'anima	$V_{j,Rd,1-3}$	60.68 [kN]
Resistenza minima a taglio per altri meccanismi	$V_{j,Rd,4-9}$	127.58 [kN]
Resistenza minima a trazione per taglio o rifollamento dell'anima	$F_{j,w,Rd,1-3}$	280.42 [kN]
Resistenza minima a trazione per altri meccanismi	$F_{j,w,Rd,4-9}$	216.40 [kN]
Verifica a taglio dei bulloni e a rifollamento	$P_{w,1-3}$	0.25 [-]
Resistenza a taglio della giunzione d'anima	$V_{j,w,Rd}$	127.58 [kN]
Resistenza a trazione della giunzione d'anima	$N_{j,w,Rd}$	216.40 [kN]
	$V_{Ed}/V_{j,w,Rd}$	0.06 [-]
	$N_{w,Ed}/N_{j,w,Rd}$	0.27 [-]

3.4.7.5 Verifica collegamento 2xUPN 100 – piastra di appoggio

L'azione massima proveniente dalle aste 2 x UPN100 è pari a

$$N = 15928 \text{ daN}$$

Si procede pertanto alla verifica dell'unione bullonata tra i due profilati e la piastra di spessore pari a 12 mm.

Azione sul singolo bullone

$$N_{bull} = N/n^{\circ}_b = 15928/6 = 2655 \text{ daN}$$

Azione di taglio sul bullone

$$T = N_{bull} / \text{sup. cont.} = 2655 / 2 = 1328 \text{ daN}$$

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	13280
$F_{t,Ed}$ (N)	0

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4.6	240	400
5.6	300	500

Bulloni	
Classe	8.8
d (mm)	12
γ_{M2}	1.25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	113
A_{res} (mm ²)	84

6.8	480	600
8.8	640	800
10.9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	6
γ_{M2}	1.25
d_0 (mm)	13
f_{tk} (N/mm ²)	430

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0.412
--	-------

$F_{v,Rd}$ (N)	32256
$F_{t,Rd}$ (N)	48384

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0.000
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \text{ con } F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali	

e_1 (mm)	40
e_2 (mm)	25
p_1 (mm)	40
p_2 (mm)	40

15.6	≤	e_1	≤	64
15.6	≤	e_2	≤	64
28.6	≤	p_1	≤	84
31.2	≤	p_2	≤	84

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato

$\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato

$k = \min \{2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo _|_ al carico applicato

$k = \min \{1,4p_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni _|_ al carico applicato

α_{MIN}	0.776
k_{MIN}	2.500

$F_{b,Rd}$ (N)	48028
----------------	-------

$\frac{F_{v, Ed}}{F_{b, Rd}}$	0.277
-------------------------------	-------

Si riporta di seguito la verifica dell'anima dell'UPN 100

L'azione sul singolo UPN è pari a

$$N/2 = 15828/2 = 7914 \text{ daN}$$

Resistenza dell'anima a trazione e taglio

Numero bulloni verticali	$n_{b,v}$	2.00 [-]
Area netta della sezione trasversale	$A_{wcp,net}$	768.00 [mm ²]
Resistenza a taglio dell'anima (sezione netta)	$V_{Rd,7}$	152.53 [kN]
Resistenza a forza normale dell'anima (sezione netta)	$F_{w,Rd,7}$	237.77 [kN]

$$(N/2) / F_{w,Rd} = 7914 / 23777 = 0,33 < 1 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

3.4.7.6 Verifica piastra di appoggio delle reticolari

Ogni reticolare presenta un appoggio posto interno alla muratura mediante una piastra di spessore pari a 16 mm ed ancoraggi chimici M16.

Tu tale nodo è stata determinata la seguente sollecitazione massima

$$N = 10300 \text{ daN}$$

$$T = 460 \text{ daN}$$

DATI PIASTRA

Base	B =	240.00 mm
Altezza	H =	380.00 mm
Spessore	t =	16.00 mm
Diametro Fori	d0 =	17.00 mm
Distanza X Bullone - Bordo Piastra	e1 =	40.00 mm
Interasse Bulloni	p1 =	160.00 mm
Distanza Y Bullone - Bordo Piastra	e2 =	40.00 mm
Interasse Bulloni	p2 =	300.00 mm

DATI BULLONI / TIRAFONDI

Classe della Vite	=	8.8
Dado	=	8
Resistenza a Snervamento	f_{yb} =	640.00 N/mm ²
Resistenza a Rottura	f_{tb} =	800.00 N/mm ²
Diametro dei Bulloni	d =	16 mm
Area Resistente	A_{res} =	157 mm ²
Lunghezza di Ancoraggio	L =	100 mm

DATI CALCESTRUZZO

Classe	=	C25/30
Resistenza Car. Cubica	R_{ck} =	30.00 N/mm ²

Resistenza Car. Cilindrica	$f_{ck} = 24.90 \text{ N/mm}^2$
Coeff. parziale di sicurezza cls	$\gamma_c = 1.50$
Coeff. per effetti di Lungo Termine	$\alpha_{cc} = 0.85$
Valore Medio Resistenza compressione cls	$f_{cm} = 32.90 \text{ N/mm}^2$
Valore Medio Resistenza trazione cls	$f_{ctm} = 2.56 \text{ N/mm}^2$
Modulo Elastico cls	$E_c = 31447.16 \text{ N/mm}^2$
Diagramma Calcolo Tensione-Deform. cls.:	Parabola Rettangolo (CEB)
Deformazione limite elasto-plastico cls	$\epsilon_{c2} = 0.20\%$
Deformazione Ultima cls	$\epsilon_{cu} = 0.35\%$
Resistenza di Progetto a Compressione	$f_{cd} = 14.11 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di Progetto a Trazione	$f_{ctd} = 1.19 \text{ N/mm}^2$

DATI ACCIAIO

Tipo di Acciaio	= S275 t<40 UNI EN 10025-2
Resistenza caratteristica di Snervamento	$f_{yk} = 275.00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica di Rottura	$f_{tk} = 430.00 \text{ N/mm}^2$

DATI COLONNA

Profilo (HE : Profili HE ad ali larghe par...)	= HE100-B
Base profilo	B = 100.00 mm
Altezza profilo	H = 100.00 mm

SOLLECITAZIONI

Sforzo Assiale	N = 103.00 kN
Taglio	T = 46.00 kN

VERIFICA

Verifica Calcestruzzo a Compressione Centrata

Valore di Calcolo Sforzo Assiale Resistente $N_{rd} = B_p \cdot H_p \cdot f_{cd} = 1286.83 \text{ kN}$
 $N_{ed} = 103.00 \text{ kN} < N_{rd}$ - VERIFICA

Verifica Piastra

Tensione di Contatto Piastra - Cls.	$\sigma_c = 1.13 \text{ N/mm}^2$
Distanza Bordo Piastra - Bordo Colonna	L1 = 70.00 mm
Distanza Bordo Piastra - Bordo Colonna	L2 = 140.00 mm
Valore di Calcolo Taglio Resistente Direzione 1	$V_{prd1} = B_p \cdot s_p \cdot f_{vd} = 580.65 \text{ kN}$
Valore di Calcolo Taglio Resistente Direzione 2	$V_{prd2} = H_p \cdot s_p \cdot f_{vd} = 919.36 \text{ kN}$
Valore di Calcolo Momento Resistente Direzione 1	$M_{prd1} = (B_p \cdot s_p^2 / 6) \cdot f_{yd} = 2.68 \text{ kNm}$
Valore di Calcolo Momento Resistente Direzione 2	$M_{prd2} = (H_p \cdot s_p^2 / 6) \cdot f_{yd} = 4.25 \text{ kNm}$
$V_{ed1} = \sigma_c \cdot B_p \cdot L2 = 37.95 \text{ kN} < V_{prd1}$	- VERIFICA
$V_{ed2} = \sigma_c \cdot H_p \cdot L1 = 30.04 \text{ kN} < V_{prd2}$	- VERIFICA
$M_{ed1} = \sigma_c \cdot B_p \cdot L2^2 / 2 = 2.66 \text{ kNm} < M_{prd1}$	- VERIFICA
$M_{ed2} = \sigma_c \cdot H_p \cdot L1^2 / 2 = 0.66 \text{ kNm} < M_{prd2}$	- VERIFICA

Verifica Taglio

Valore di Calcolo Resistenza a Taglio Unione

Resistenza a taglio singolo Bullone $F_{vRd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / 1.25 = 60.29 \text{ kN}$
 $V_{rd} = 4 \cdot F_{vRd} = 241.15 \text{ kN}$
 $V_{ed} = T = 46.00 \text{ kN} < V_{rd}$ - VERIFICA

Verifica Taglio Tirafondi

Resistenza a taglio singolo Bullone $F_{vRd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / 1.25 = 60.29 \text{ kN}$
 $F_{v,Ed} = T/4 = 11.50 \text{ kN} < F_{v,Rd}$ - VERIFICA

3.4.7.7 Verifica ancoraggio stralli e controventi $\varnothing 16 \text{ mm}$

L'ancoraggio di tale elementi avviene mediante giunto bullonato. L'asta subisce una sollecitazione massima pari a

N= 2675 daN

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed} \text{ (N)}$	26750
$F_{t,Ed} \text{ (N)}$	0

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	$f_{yb} \text{ (N/mm}^2)$	$f_{tb} \text{ (N/mm}^2)$
4.6	240	400

Bulloni	
Classe	8.8
d (mm)	16
γ_{M2}	1.25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	201
A_{res} (mm ²)	157

5.6	300	500
6.8	480	600
8.8	640	800
10.9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	6
γ_{M2}	1.25
d_0 (mm)	17
f_{tk} (N/mm ²)	430

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0.444
--	-------

$F_{v,Rd}$ (N)	60288
$F_{t,Rd}$ (N)	90432

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0.000
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \text{ con } F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione
Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali

e_1 (mm)	25	20.4	$\leq e_1 \leq$	64
e_2 (mm)	25	20.4	$\leq e_2 \leq$	64
p_1 (mm)	50	37.4	$\leq p_1 \leq$	84
p_2 (mm)	50	40.8	$\leq p_2 \leq$	84

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato

$\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato

$k = \min \{2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo _|_ al carico applicato

$k = \min \{1,4p_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni _|_ al carico applicato

α_{MIN}	0.490
k_{MIN}	2.418

$F_{b,Rd}$ (N)	39137
----------------	-------

$\frac{F_{v, Ed}}{F_{b, Rd}}$	0.683
-------------------------------	-------

3.4.7.8 Verifica locale della muratura

La verifica viene svolta in corrispondenza dell'appoggio delle travi reticolari sulla muratura esistente. In particolare viene considerata una porzione di muratura sottostante all'appoggio delle nuove travi, con lunghezza $l = 1$ ml e spessore della muratura $t = 0.80$ ml

Dati di verifica

V (N)	4600
M (Nm)	12360
P (N)	455000
Verifica fuori dal piano	
t (m)	0.8
l (m)	1
γ_m	2
f_k (N/mm ²)	1.8
f_{vk0} (N/mm ²)	0.03

e_b (m)	0.0272
l' (m)	0.7457

($l' = l - 2e_b$)

Verifica a pressoflessione

$$\sigma_0 = P/(l \cdot t) = 568750.00 \text{ N/mq}$$

$$f_d = k \cdot f_k / \gamma_m = 765000.00 \text{ N/mq}$$

($k=0,85$)

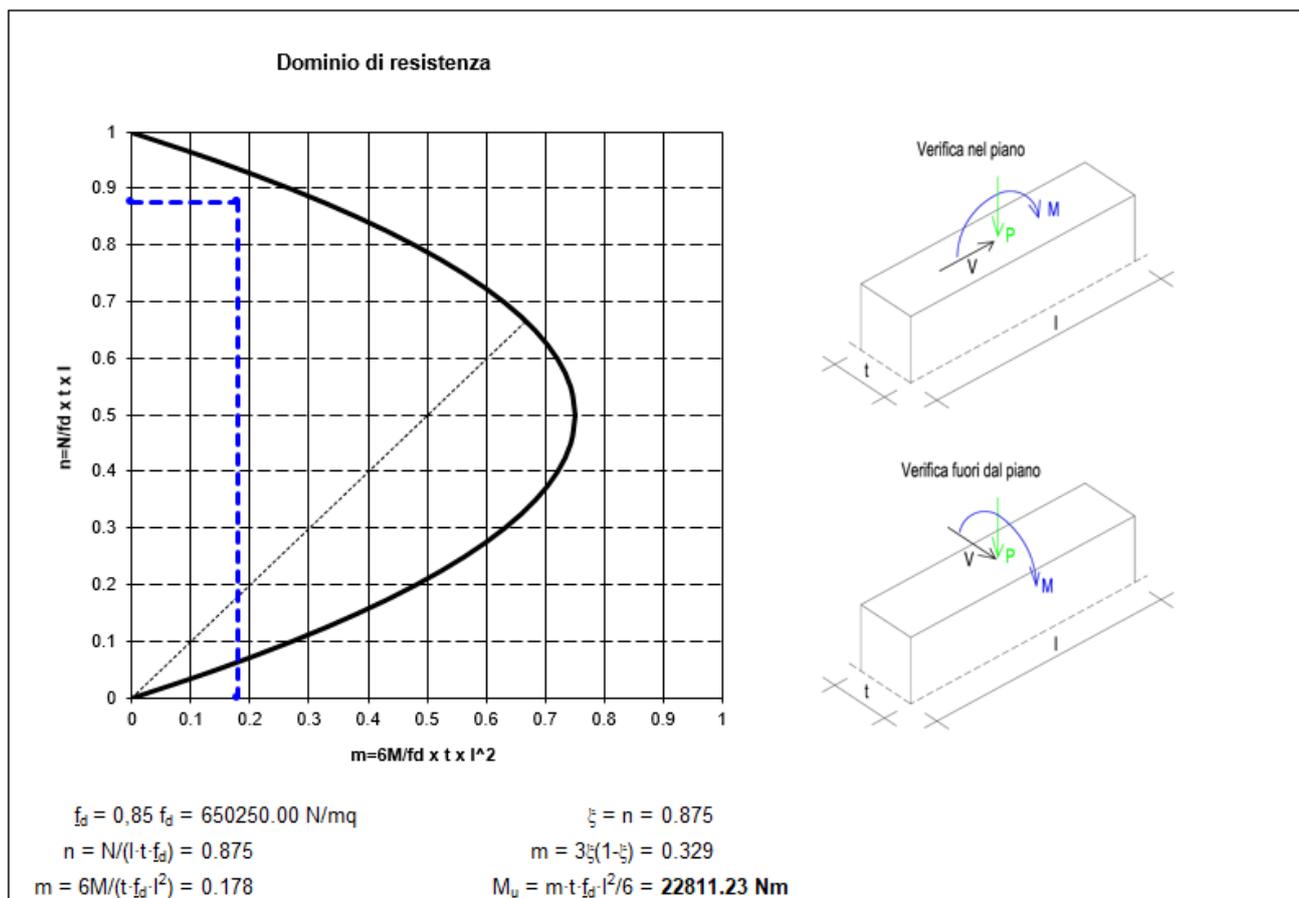
$$M_u = 1/2(l'^2 \cdot t \cdot \sigma_0) \cdot [1 - \sigma_0 / (0,85 \cdot f_d)] = 22811.23 \text{ Nm}$$

Verifica a taglio

$$\sigma_n = P/(l' \cdot t) = 610189.22 \text{ N/mq}$$

$$f_{vd} = (f_{vk0} + 0,4 \cdot \sigma_n) / \gamma_m = 137037.84 \text{ N/mq}$$

$$V_t = l' \cdot t \cdot f_{vd} = 102185.1 \text{ N}$$



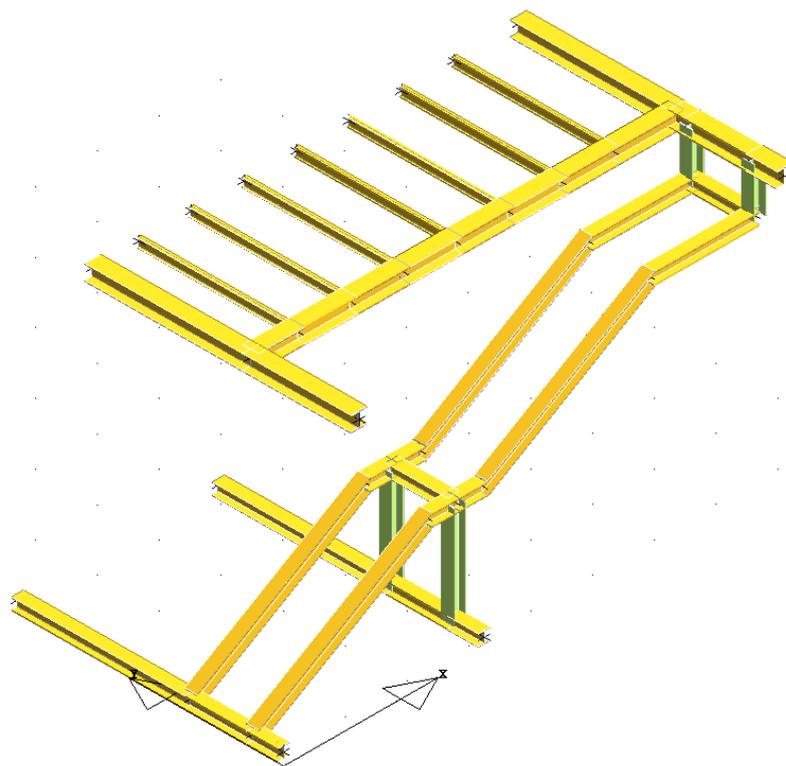
3.5 REALIZZAZIONE VANO SCALA DI COLLEGAMENTO TRA IL PIANO GALLERIA ED IL PIANO TERRA

3.5.1 Descrizione

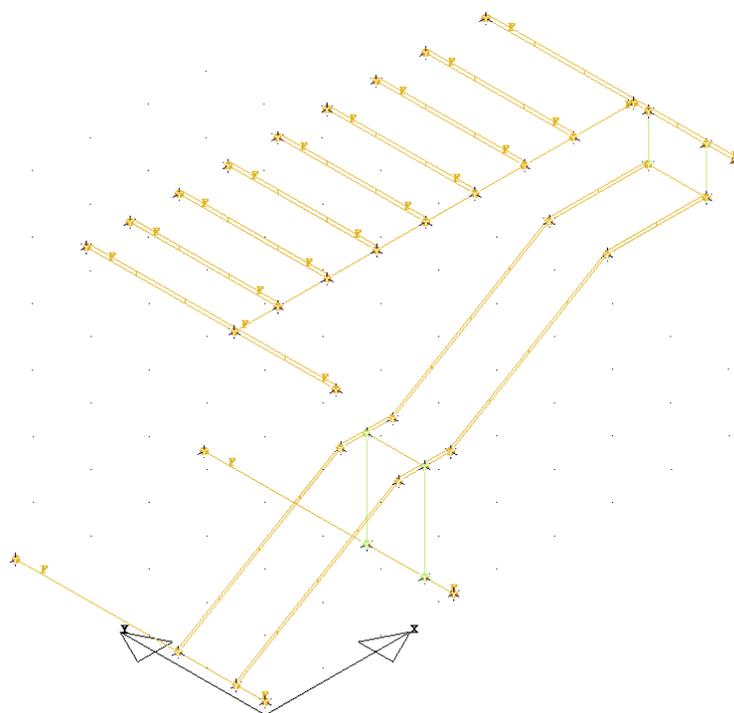
L'intervento prevede il taglio del solaio esistente, formato da travi in profilati metallici e sovrastante soletta in c.a. collaborante, ed il successivo inserimento di travi rompi tratta in acciaio. La nuova scala sarà realizzata mediante dei cosciali in profilati metallici e sovrastante lamiera.

La nuova scala metallica è ricollegata alle strutture verticali mediante travi in profilati metallici, poste, sia in corrispondenza del piano primo (galleria), sia al piano terra.

3.5.2 Schemi posti a base di calcolo



Modello di calcolo



Schema vincoli e carichi

I carichi permanenti strutturali previsti per tale scala risultano i seguenti:

Lamiera sp. 4 mm	31 daN/m ²
Incidenza struttura in acciaio	53 daN/m ²
Totale	= 84 daN/m²

I carichi permanenti non strutturali previsti per tale scala risultano i seguenti:

Pavimentazione in legno	30 daN/m ²
Incidenza impianti	20 daN/m ²
Rivestimenti scala	160 daN/m ²
Totale	= 210 daN/m²

I carichi accidentali previsti per tale scala risultano i seguenti:

Scale comuni	400 daN/m ²
Totale	= 400 daN/m²

3.5.3 Verifica lamiera di calpestio

Si riporta di seguito la verifica a deformazione della lamiera in acciaio.

La verifica viene effettuata sui pianerottoli, situazione più sfavorevole.

Si prevedono irrigidimenti, formati da piatti di dimensioni pari a 0.4x6 cm posti con un interasse di 30 cm, direttamente saldati alla sovrastante lamiera di calpestio e alle travi di appoggio.

$$f = 5 \cdot p \cdot l^4 / 384 E I$$

$$p = (30 + 400) \cdot 3 = 130 \text{ daN/ml}$$

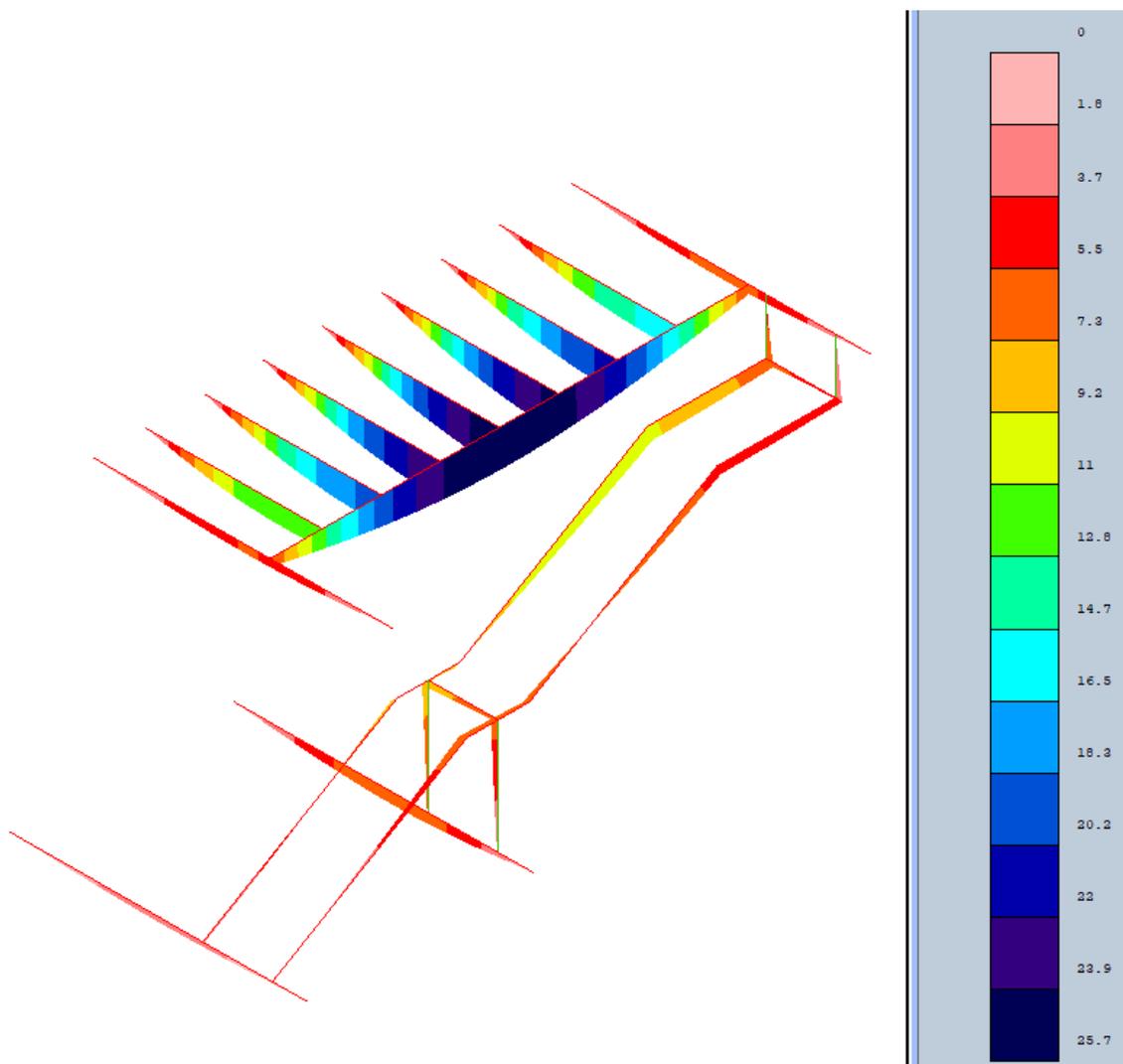
$$l = 120 \text{ cm}$$

$$I_{(0.4 \times 6 \text{ cm})} = 7,2 \text{ cm}^4$$

$$f_{\max} = l/300 = 120/300 = 0,4 \text{ cm}$$

$$f = 0,24 < 0,4 \text{ cm verificato}$$

3.5.4 Configurazione delle deformate



Deformata combinazione 2

3.5.5 Diagrammi delle sollecitazioni

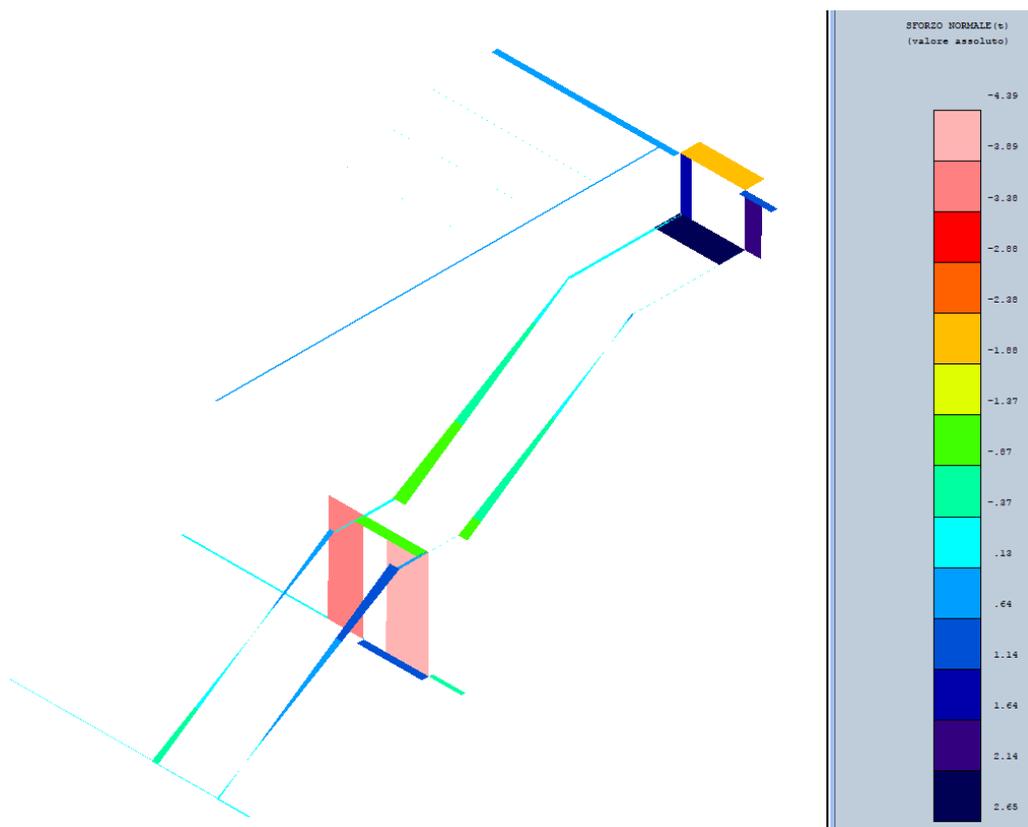


Diagramma sforzo normale - involuppo

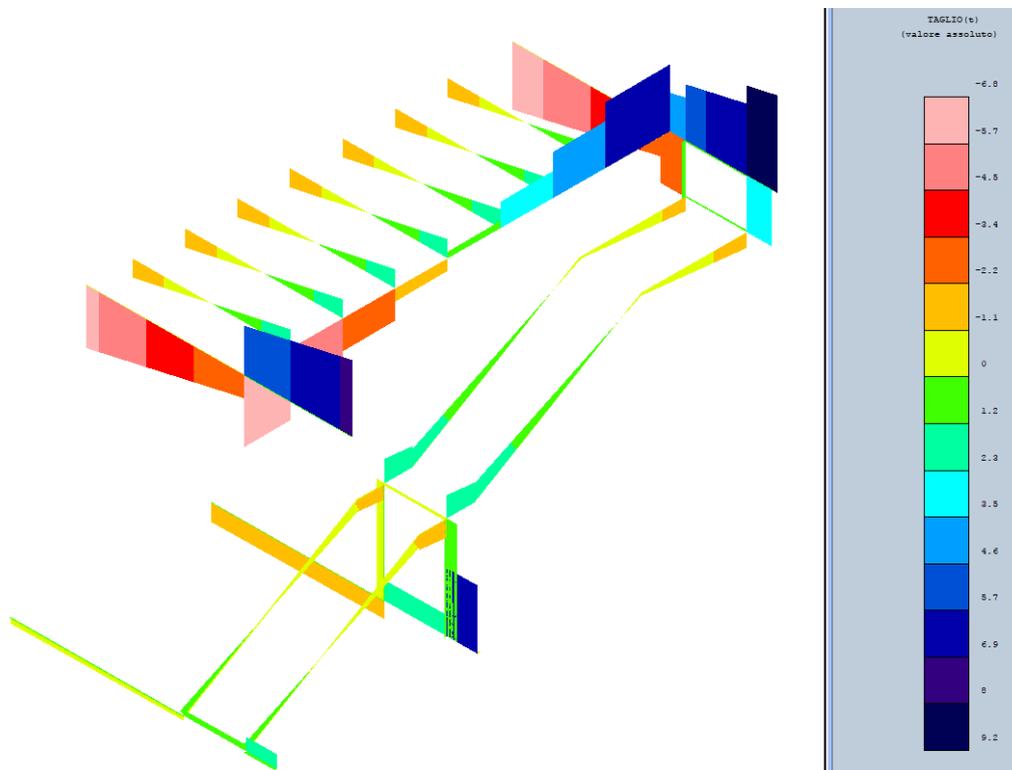


Diagramma taglio - involuppo

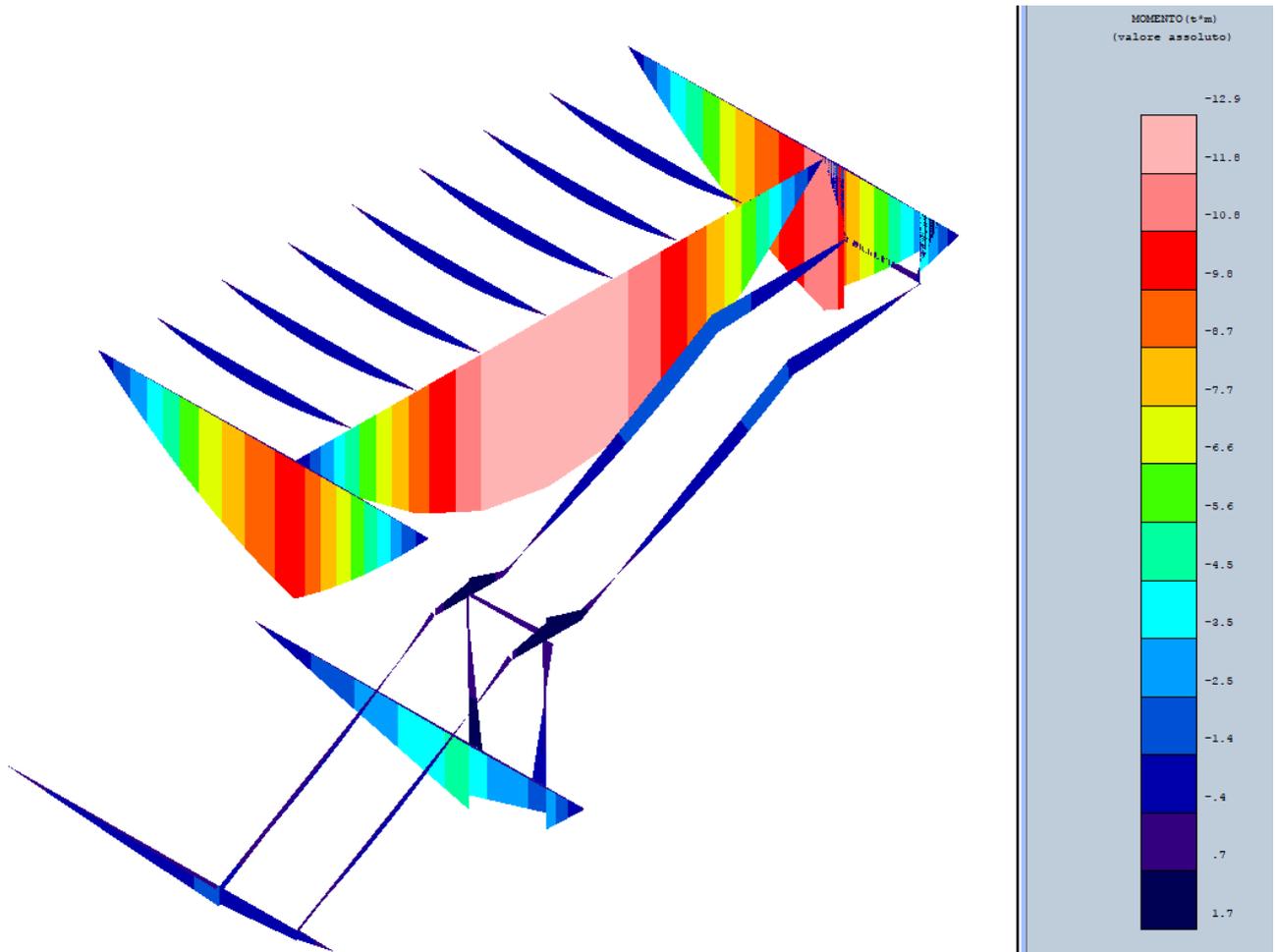
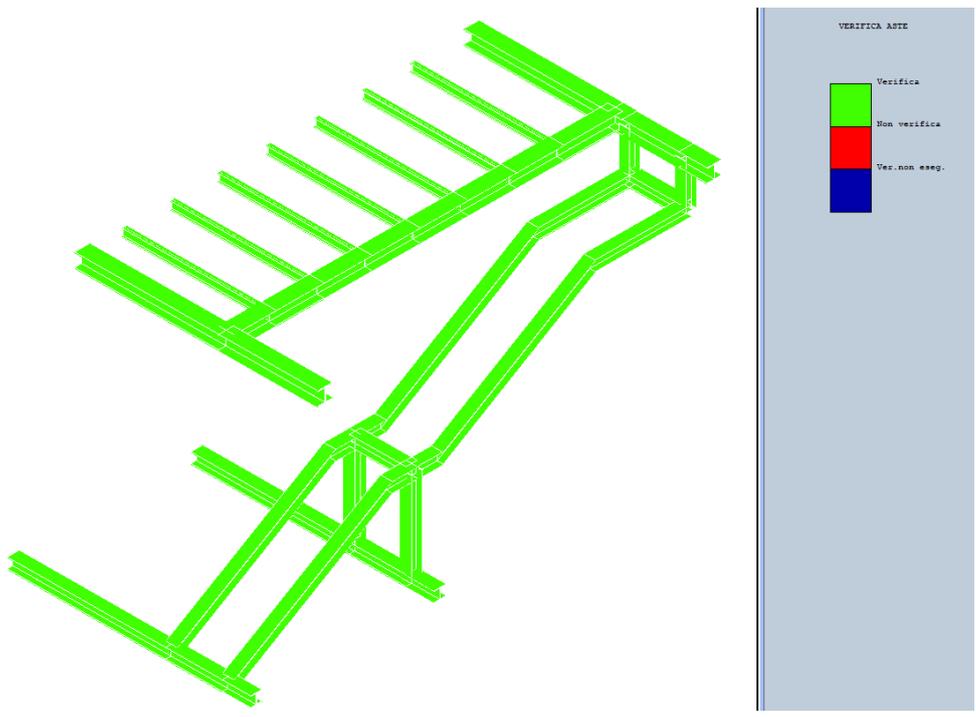


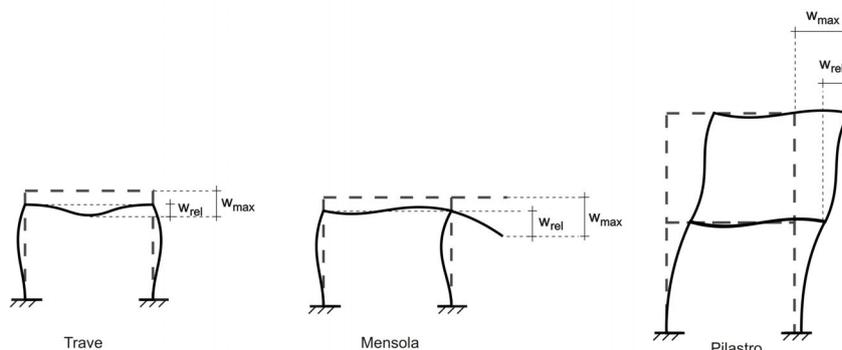
Diagramma momento – involucro

3.5.6 Verifica aste



Gli spostamenti W_{max} e W_{rel} , essendo legati alle verifiche di esercizio, sono calcolati combinando i canali di carico con i coefficienti delle matrici SLE.

Per una più agevole comprensione del significato dei dati W_{max} e W_{rel} , si può fare riferimento alla figura seguente:



Quindi ai fini della verifica è sufficiente che risulti $W_{rel} \leq W_{lim}$, essendo del tutto normale che l'asta possa risultare verificata anche con $W_{max} > W_{lim}$.

STAMPA PROGETTO S.L.U. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																		
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxpI.Rd Kg	VypI.Rd Kg	T Rd kg/m	fy rid Kg/cmq	Rap %
Sez.N. 71	3	0.00	1	-650	-3	-387	-124	795	3	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	9	
HEA200	qn=	-404	1	-176	532	-219	-124	-4	3	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	10	
Asta: 1	6	1.66	1	491	-545	18	-124	-1129	3	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	6	
Instab.:l=	325.5	$\beta^*l=$	227.9	-650	409	225	cl= 1	$\epsilon=$ 1.00	lmd= 45	Rpf= 10	Rft= 10	Wmax/rel/lim= 8.0		0.8	13.0	mm		
Sez.N. 71	6	1.66	1	-153	-545	17	-124	-1221	-7	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	6	
HEA200	qn=	-469	1	-153	-837	45	-124	-1376	-7	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	10	
Asta: 2	34	1.66	1	-153	-1164	73	-124	-1530	-7	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	14	
Instab.:l=	45.0	$\beta^*l=$	31.5	0	0	0	cl= 1	$\epsilon=$ 1.00	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 8.3		0.0	1.8	mm		
Sez.N. 71	8	1.66	1	-1301	-471	52	20	1575	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	6	
HEA200	qn=	-403	1	-353	1630	-3	20	-15	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	17	
Asta: 3	10	3.27	1	-195	1564	-12	20	-280	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	17	
Instab.:l=	314.4	$\beta^*l=$	220.1	-1301	1342	26	cl= 1	$\epsilon=$ 1.00	lmd= 44	Rpf= 16	Rft= 16	Wmax/rel/lim= 9.5		1.3	12.6	mm		
Sez.N. 71	10	3.27	1	-311	1564	-10	20	-141	6	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	16	
HEA200	qn=	-469	1	-311	1192	-28	20	-728	6	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	13	
Asta: 4	12	3.27	1	-311	318	-45	20	-1316	6	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	4	
Instab.:l=	171.0	$\beta^*l=$	119.7	-311	1441	31	cl= 1	$\epsilon=$ 1.00	lmd= 24	Rpf= 16	Rft= 16	Wmax/rel/lim= 9.2		0.4	6.8	mm		
Sez.N. 71	12	4.07	1	1343	0	0	17	399	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	1	
HEA200	qn=	0	1	1321	160	-7	17	399	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	2	
Asta: 5	12	3.27	1	1299	320	-14	17	399	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	4	
Instab.:l=	80.0	$\beta^*l=$	80.0	0	0	0	cl= 1	$\epsilon=$ 1.00	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 3.6		0.0	3.2	mm		
Sez.N. 71	2	0.00	1	-205	-2	-168	-57	770	2	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	4	
HEA200	qn=	-404	1	269	499	-92	-57	-29	2	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	7	
Asta: 6	5	1.66	1	936	-626	16	-57	-1153	2	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	7	
Instab.:l=	325.5	$\beta^*l=$	227.9	-205	469	95	cl= 1	$\epsilon=$ 1.00	lmd= 45	Rpf= 7	Rft= 7	Wmax/rel/lim= 6.3		0.5	13.0	mm		
Sez.N. 71	5	1.66	1	217	-626	15	-57	-1469	-7	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	7	
HEA200	qn=	-469	1	217	-974	28	-57	-1624	-7	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	11	
Asta: 7	33	1.66	1	217	-1357	40	-57	-1779	-7	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	15	
Instab.:l=	45.0	$\beta^*l=$	31.5	0	0	0	cl= 1	$\epsilon=$ 1.00	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 6.4		0.0	1.8	mm		
Sez.N. 71	7	1.66	1	-1005	-816	48	19	1627	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	10	
HEA200	qn=	-403	1	-22	1426	-6	19	-22	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	15	
Asta: 8	9	3.27	1	101	1383	-12	19	-228	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	15	
Instab.:l=	314.4	$\beta^*l=$	220.1	-1005	1070	24	cl= 1	$\epsilon=$ 1.00	lmd= 44	Rpf= 13	Rft= 13	Wmax/rel/lim= 6.1		1.0	12.6	mm		
Sez.N. 71	9	3.27	1	-30	1383	-11	19	-248	6	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	15	
HEA200	qn=	-469	1	-30	920	-27	19	-835	6	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	10	
Asta: 9	11	3.27	1	-30	-46	-43	19	-1423	6	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	1	
Instab.:l=	171.0	$\beta^*l=$	119.7	-30	1087	30	cl= 1	$\epsilon=$ 1.00	lmd= 24	Rpf= 12	Rft= 12	Wmax/rel/lim= 5.3		0.3	6.8	mm		
Sez.N. 71	11	4.07	1	1538	0	0	22	-58	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	1	
HEA200	qn=	0	1	1516	-23	-9	22	-58	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	1	
Asta: 10	11	3.27	1	1494	-47	-18	22	-58	0	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	1	
Instab.:l=	80.0	$\beta^*l=$	80.0	0	0	0	cl= 1	$\epsilon=$ 1.00	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 3.2		0.0	3.2	mm		
Sez.N. 71	35	0.00	1	-399	0	0	-318	6441	-2	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	0	
HEA200	qn=	-42	1	-399	1609	80	-318	6427	-2	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	18	
Asta: 11	33	0.00	1	-399	3214	159	-318	6414	-2	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	37	
Instab.:l=	50.0	$\beta^*l=$	50.0	0	0	0	cl= 1	$\epsilon=$ 1.00	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 2.6		0.0	2.0	mm		
Sez.N. 71	33	0.00	1	698	1962	158	-84	2016	-1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	24	

STAMPA PROGETTO S.L.U. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																			
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																			
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxpI.Rd Kg	VypI.Rd Kg	T Rd kg*m	fy rid Kg/cmq	Rap %	
HEA200	qn=	-42		1	698	2963	200	-84	1989	-1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	35	
Asta: 12	34	0.00		1	698	3951	241	-84	1961	-1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	46	
Instab.:l=	100.0	$\beta^*l=$	70.0		0	0	0	$cl=$	$1 \quad \epsilon=$	$1.00 \quad lmd=$	$0 \quad Rpf=$	$0 \quad Rft=$	$0 \quad Wmax/rel/lim=$	6.2	0.3	4.0	mm		
Sez.N. 71	11	3.27		1	3	-24	-43	-88	72	1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	1	
HEA200	qn=	-42		1	3	5	1	-88	44	1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	0	
Asta: 13	12	3.27		1	3	20	45	-88	17	1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	1	
Instab.:l=	100.0	$\beta^*l=$	70.0		0	0	0	$cl=$	$1 \quad \epsilon=$	$1.00 \quad lmd=$	$0 \quad Rpf=$	$0 \quad Rft=$	$0 \quad Wmax/rel/lim=$	6.2	0.0	4.0	mm		
Sez.N. 71	1	0.00		1	131	0	0	202	1390	-4	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	0	
HEA200	qn=	-42		1	131	346	-51	202	1377	-4	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	5	
Asta: 14	2	0.00		1	131	688	-101	202	1363	-4	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	9	
Instab.:l=	50.0	$\beta^*l=$	50.0		0	0	0	$cl=$	$1 \quad \epsilon=$	$1.00 \quad lmd=$	$0 \quad Rpf=$	$0 \quad Rft=$	$0 \quad Wmax/rel/lim=$	0.9	0.0	2.0	mm		
Sez.N. 71	2	0.00		1	74	776	43	-15	596	-1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	9	
HEA200	qn=	-42		1	74	1067	50	-15	568	-1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	12	
Asta: 15	3	0.00		1	74	1344	57	-15	541	-1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	15	
Instab.:l=	100.0	$\beta^*l=$	70.0		0	0	0	$cl=$	$1 \quad \epsilon=$	$1.00 \quad lmd=$	$0 \quad Rpf=$	$0 \quad Rft=$	$0 \quad Wmax/rel/lim=$	2.2	0.1	4.0	mm		
Sez.N. 71	3	0.00		1	-50	1544	389	139	-474	1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	25	
HEA200	qn=	-42		1	-50	826	194	139	-551	1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	13	
Asta: 16	4	0.00		1	-50	0	0	139	-628	1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	0	
Instab.:l=	280.0	$\beta^*l=$	280.0		-50	1158	233	$cl=$	$1 \quad \epsilon=$	$1.00 \quad lmd=$	$56 \quad Rpf=$	$17 \quad Rft=$	$17 \quad Wmax/rel/lim=$	2.4	0.9	11.2	mm		
Sez.N. 77	13	4.07		1	31	0	0	105	9114	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	0	
HEA260	qn=	-1033		1	31	2233	-26	105	8747	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	11	
Asta: 17	11	4.07		1	31	4374	-53	105	8380	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	22	
Instab.:l=	50.0	$\beta^*l=$	50.0		0	0	0	$cl=$	$1 \quad \epsilon=$	$1.00 \quad lmd=$	$0 \quad Rpf=$	$0 \quad Rft=$	$0 \quad Wmax/rel/lim=$	2.3	0.0	2.0	mm		
Sez.N. 77	11	4.07		1	9	4374	-53	164	6842	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	22	
HEA260	qn=	-1033		1	9	7611	-134	164	6107	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	38	
Asta: 18	12	4.07		1	9	10481	-216	164	5373	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	53	
Instab.:l=	100.0	$\beta^*l=$	70.0		0	0	0	$cl=$	$1 \quad \epsilon=$	$1.00 \quad lmd=$	$0 \quad Rpf=$	$0 \quad Rft=$	$0 \quad Wmax/rel/lim=$	5.6	0.3	4.0	mm		
Sez.N. 77	12	4.07		1	-9	10481	-216	-236	4030	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	53	
HEA260	qn=	-1033		1	-9	10973	-187	-236	3846	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	55	
Asta: 19	15	4.07		1	-9	11442	-157	-236	3663	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	57	
Instab.:l=	25.0	$\beta^*l=$	17.5		0	0	0	$cl=$	$1 \quad \epsilon=$	$1.00 \quad lmd=$	$0 \quad Rpf=$	$0 \quad Rft=$	$0 \quad Wmax/rel/lim=$	6.0	0.0	1.0	mm		
Sez.N. 77	15	4.07		1	-9	11442	-157	-62	-2614	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	57	
HEA260	qn=	-1033		1	-9	6803	-77	-62	-4524	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	34	
Asta: 20	14	4.07		1	-9	0	0	-62	-6360	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	0	
Instab.:l=	255.0	$\beta^*l=$	255.0		-9	8582	94	$cl=$	$1 \quad \epsilon=$	$1.00 \quad lmd=$	$39 \quad Rpf=$	$43 \quad Rft=$	$43 \quad Wmax/rel/lim=$	6.2	1.8	10.2	mm		
Sez.N. 77	15	4.07		1	174	0	0	0	6277	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	0	
HEA260	qn=	-68		1	174	3098	0	0	6233	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	15	
Asta: 21	16	4.07		1	174	6480	0	0	6185	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	31	
Instab.:l=	104.0	$\beta^*l=$	104.0		0	0	0	$cl=$	$1 \quad \epsilon=$	$1.00 \quad lmd=$	$0 \quad Rpf=$	$0 \quad Rft=$	$0 \quad Wmax/rel/lim=$	15.2	0.1	4.2	mm		
Sez.N. 77	16	4.07		1	174	6480	0	0	4404	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	31	
HEA260	qn=	-68		1	174	8343	0	0	4366	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	41	
Asta: 22	17	4.07		1	174	10191	0	0	4328	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	50	
Instab.:l=	85.0	$\beta^*l=$	59.5		0	0	0	$cl=$	$1 \quad \epsilon=$	$1.00 \quad lmd=$	$0 \quad Rpf=$	$0 \quad Rft=$	$0 \quad Wmax/rel/lim=$	21.2	0.2	3.4	mm		
Sez.N. 77	17	4.07		1	174	10190	0	0	2547	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	50	
HEA260	qn=	-68		1	174	11265	0	0	2510	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	55	
Asta: 23	18	4.07		1	174	12323	0	0	2472	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	60	
Instab.:l=	85.0	$\beta^*l=$	59.5		0	0	0	$cl=$	$1 \quad \epsilon=$	$1.00 \quad lmd=$	$0 \quad Rpf=$	$0 \quad Rft=$	$0 \quad Wmax/rel/lim=$	24.9	0.3	3.4	mm		
Sez.N. 77	18	4.07		1	174	12323	0	0	691	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	60	
HEA260	qn=	-68		1	174	12609	0	0	653	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	61	
Asta: 24	19	4.07		1	174	12878	0	0	615	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	63	
Instab.:l=	85.0	$\beta^*l=$	59.5		0	0	0	$cl=$	$1 \quad \epsilon=$	$1.00 \quad lmd=$	$0 \quad Rpf=$	$0 \quad Rft=$	$0 \quad Wmax/rel/lim=$	25.8	0.4	3.4	mm		
Sez.N. 77	19	4.07		1	174	12878	0	0	-1166	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	63	
HEA260	qn=	-68		1	174	12375	0	0	-1204	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	60	
Asta: 25	20	4.07		1	174	11855	0	0	-1241	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	58	
Instab.:l=	85.0	$\beta^*l=$	59.5		0	0	0	$cl=$	$1 \quad \epsilon=$	$1.00 \quad lmd=$	$0 \quad Rpf=$	$0 \quad Rft=$	$0 \quad Wmax/rel/lim=$	25.8	0.4	3.4	mm		
Sez.N. 77	20	4.07		1	174	11855	0	0	-3022	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	58	
HEA260	qn=	-68		1	174	10563	0	0	-3060	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	51	
Asta: 26	21	4.07		1	174	9254	0	0	-3098	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	45	
Instab.:l=	85.0	$\beta^*l=$	59.5		0	0	0	$cl=$	$1 \quad \epsilon=$	$1.00 \quad lmd=$	$0 \quad Rpf=$	$0 \quad Rft=$	$0 \quad Wmax/rel/lim=$	23.8	0.3	3.4	mm		
Sez.N. 77	21	4.07		1	174	9255	0	0	-4879	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	45	
HEA260	qn=	-68		1	174	7173	0	0	-4917	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	35	
Asta: 27	22	4.07		1	174	5076	0	0	-4954	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	25	
Instab.:l=	85.0	$\beta^*l=$	59.5		0	0	0	$cl=$	$1 \quad \epsilon=$	$1.00 \quad lmd=$	$0 \quad Rpf=$	$0 \quad Rft=$	$0 \quad Wmax/rel/lim=$	19.1	0.2	3.4	mm		
Sez.N. 77	22	4.07		1	174	5077	0	0	-6736										

STAMPA PROGETTO S.L.U. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																		
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxpI.Rd Kg	Vypl.Rd Kg	T Rd kg*m	fy rid Kg/cmq	Rap %
Sez.N. 181	16	4.07	1	0	0	0	0	0	1781	-1	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	0
IPE140	qn=	-978	1	0	1135	0	0	0	-35	-1	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	57
Asta: 31	26	4.07	1	0	0	0	0	0	-1781	-1	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	0
Instab.:l=	255.0	β*=	255.0	0	1135	0	0	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 154	Rpf= 0	Rft= 99	Wmax/rel/lim=	15.2	4.7	10.2	mm	
Sez.N. 181	17	4.07	1	0	0	0	0	0	1781	-1	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	0
IPE140	qn=	-978	1	0	1135	0	0	0	-35	-1	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	57
Asta: 32	27	4.07	1	0	0	0	0	0	-1781	-1	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	0
Instab.:l=	255.0	β*=	255.0	0	1135	0	0	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 154	Rpf= 0	Rft= 99	Wmax/rel/lim=	21.2	4.7	10.2	mm	
Sez.N. 181	18	4.07	1	0	0	0	0	0	1781	0	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	0
IPE140	qn=	-978	1	0	1135	0	0	0	-35	0	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	57
Asta: 33	28	4.07	1	0	0	0	0	0	-1781	0	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	0
Instab.:l=	255.0	β*=	255.0	0	1135	0	0	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 154	Rpf= 0	Rft= 99	Wmax/rel/lim=	24.9	4.7	10.2	mm	
Sez.N. 181	19	4.07	1	0	0	0	0	0	1781	0	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	0
IPE140	qn=	-978	1	0	1135	0	0	0	-35	0	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	57
Asta: 34	29	4.07	1	0	0	0	0	0	-1781	0	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	0
Instab.:l=	255.0	β*=	255.0	0	1135	0	0	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 154	Rpf= 0	Rft= 99	Wmax/rel/lim=	25.8	4.7	10.2	mm	
Sez.N. 181	20	4.07	1	0	0	0	0	0	1781	0	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	0
IPE140	qn=	-978	1	0	1135	0	0	0	-35	0	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	57
Asta: 35	30	4.07	1	0	0	0	0	0	-1781	0	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	0
Instab.:l=	255.0	β*=	255.0	0	1135	0	0	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 154	Rpf= 0	Rft= 99	Wmax/rel/lim=	23.8	4.7	10.2	mm	
Sez.N. 181	21	4.07	1	0	0	0	0	0	1781	1	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	0
IPE140	qn=	-978	1	0	1135	0	0	0	-35	1	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	57
Asta: 36	31	4.07	1	0	0	0	0	0	-1781	1	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	0
Instab.:l=	255.0	β*=	255.0	0	1135	0	0	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 154	Rpf= 0	Rft= 99	Wmax/rel/lim=	19.1	4.7	10.2	mm	
Sez.N. 181	22	4.07	1	0	0	0	0	0	1781	1	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	0
IPE140	qn=	-978	1	0	1135	0	0	0	-35	1	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	57
Asta: 37	32	4.07	1	0	0	0	0	0	-1781	1	36763	1977	431	13560	9875	63	2238	0
Instab.:l=	255.0	β*=	255.0	0	1135	0	0	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 154	Rpf= 0	Rft= 99	Wmax/rel/lim=	12.7	4.7	10.2	mm	
Sez.N. 71	34	1.66	1	-311	-1449	53	20	2328	-26	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	16	
HEA200	qn=	-469	1	-311	-943	49	20	2174	-26	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	11	
Asta: 38	8	1.66	1	-311	-471	44	20	2019	-26	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	6	
Instab.:l=	45.0	β*=	31.5	0	0	0	0	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	8.7	0.0	1.8	mm	
Sez.N. 71	33	1.66	1	-30	-1746	50	19	2221	-25	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	19	
HEA200	qn=	-469	1	-30	-1263	46	19	2067	-25	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	14	
Asta: 39	7	1.66	1	-30	-816	41	19	1912	-25	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	9	
Instab.:l=	45.0	β*=	31.5	0	0	0	0	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	6.2	0.0	1.8	mm	
Sez.N. 71	34	1.66	1	-1021	-307	20	12	-252	-1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	4	
HEA200	qn=	-42	1	-1021	-440	14	12	-279	-1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	5	
Asta: 40	33	1.66	1	-1021	-587	8	12	-307	-1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	6	
Instab.:l=	100.0	β*=	70.0	0	0	0	0	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	6.3	0.0	4.0	mm	
Sez.N. 71	34	0.00	1	-178	5078	241	86	-1737	1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	58	
HEA200	qn=	-42	1	-178	2593	120	86	-1814	1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	30	
Asta: 41	36	0.00	1	-178	0	0	86	-1890	1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	0	
Instab.:l=	280.0	β*=	280.0	-178	3808	144	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 56	Rpf= 43	Rft= 43	Wmax/rel/lim=	6.7	2.3	11.2	mm		
Sez.N. 71	34	1.66	1	-3607	-284	-327	-876	170	1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	10	
HEA200	qn=	0	1	-3651	-147	378	-876	170	1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	10	
Asta: 42	34	0.00	1	-3698	-2	1127	-876	170	1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	25	
Instab.:l=	166.0	β*=	116.2	-3698	171	546	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 23	Rpf= 17	Rft= 17	Wmax/rel/lim=	5.7	6.0	6.6	mm		
Sez.N. 71	33	1.66	1	-4306	-390	569	1096	235	1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	17	
HEA200	qn=	0	1	-4350	-201	-314	1096	235	1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	9	
Asta: 43	33	0.00	1	-4397	-1	-1252	1096	235	1	120479	9612	4562	55282	23364	305	2238	27	
Instab.:l=	166.0	β*=	116.2	-4397	234	524	cl= 1	ε= 1.00	lmd= 23	Rpf= 18	Rft= 18	Wmax/rel/lim=	5.7	5.7	6.6	mm		

3.5.7 Verifica Unioni

3.5.7.1 Unione HEA 260 – HEA 260

L'unione tra le due travi avviene mediante un giunto bullonato tipo flangiato

N°6 bulloni M16

Piastre flange sp. 10 mm

Azioni sul nodo

N = 142 daN

T = 6800 daN

M = 500 daN m

Azione sul singolo bullone:

$$T_b = 6800/6 = 1134 \text{ daN}$$

$$N_b = (N/6) + ((M/d)/2) = 1587 \text{ daN}$$

Sollecitazioni	
F _{v,Ed} (N)	11340
F _{t,Ed} (N)	15870

Bulloni	
Classe	8.8
d (mm)	16
γ _{M2}	1.25
f _{yb} (N/mm ²)	640
f _{tb} (N/mm ²)	800
A _n (mm ²)	201
A _{res} (mm ²)	157

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	10
γ _{M2}	1.25
d ₀ (mm)	17
f _{tk} (N/mm ²)	430

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f _{yb} (N/mm ²)	f _{tb} (N/mm ²)
4.6	240	400
5.6	300	500
6.8	480	600
8.8	640	800
10.9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A _n (mm ²)	A _{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0.313
--	-------

F _{v,Rd} (N)	60288
F _{t,Rd} (N)	90432

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0.175
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \text{ con } F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione					
Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali					
e ₁ (mm)	45	20.4	≤ e ₁ ≤		80
e ₂ (mm)	60	20.4	≤ e ₂ ≤		80
p ₁ (mm)	80	37.4	≤ p ₁ ≤		140
p ₂ (mm)	140	40.8	≤ p ₂ ≤		140

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato

$\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato

$k = \min \{2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo __ al carico applicato

$k = \min \{1,4p_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni __ al carico applicato

α MIN	0.882
k MIN	2.500

F _{b,Rd} (N)	121412
-----------------------	--------

$\frac{F_{v, Ed}}{F_{b, Rd}}$	0.093
-------------------------------	-------

3.5.7.2 Unione HEA 200 – HEA 260

L'unione tra le due travi avviene mediante un giunto bullonato tipo flangiato

N°6 bulloni M16

Piastre flange sp. 10 mm

Azioni sul nodo

N = 400 daN

T = 1540 daN

Azione sul singolo bullone:

T_b = 1540/6= 257 daN

N_b = 400/6 = 67 daN

Sollecitazioni	
F _{v,Ed} (N)	2570
F _{t,Ed} (N)	670

Bulloni

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f _{yb} (N/mm ²)	f _{tb} (N/mm ²)
4.6	240	400
5.6	300	500
6.8	480	600

Classe	8.8
d (mm)	16
γ_{M2}	1.25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	201
A_{res} (mm ²)	157

8.8	640	800
10.9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	10
γ_{M2}	1.25
d_0 (mm)	17
f_{tk} (N/mm ²)	430

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0.048
--	-------

$F_{v,Rd}$ (N)	60288
$F_{t,Rd}$ (N)	90432

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0.007
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \text{ con } F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione

Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali

e_1 (mm)	45
e_2 (mm)	40
p_1 (mm)	80
p_2 (mm)	120

20.4	≤	e_1	≤	80
20.4	≤	e_2	≤	80
37.4	≤	p_1	≤	140
40.8	≤	p_2	≤	140

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato
 $\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato
 $k = \min \{2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo _|_ al carico applicato
 $k = \min \{1,4p_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni _|_ al carico applicato

α MIN	0.882
k MIN	2.500

$F_{b,Rd}$ (N)	121412
----------------	--------

$\frac{F_{v, Ed}}{F_{b, Rd}}$	0.021
-------------------------------	-------

3.5.7.3 Unione HEA 200 – HEA 200

L'unione tra le due travi avviene mediante un giunto bullonato tipo flangiato

N°4 bulloni M16

Piastre flange sp. 10 mm

Azioni sul nodo

$N = -4400$ daN

$T = 1100$ daN

Azione sul singolo bullone:

$N_b = 4400/4 = 1100$ daN

$T_b = 1100/4 = 275$ daN

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	2750
$F_{t,Ed}$ (N)	11000

Bulloni	
Classe	8.8
d (mm)	16
γ_{M2}	1.25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	201
A_{res} (mm ²)	157

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	10
γ_{M2}	1.25
d_0 (mm)	17
f_{tk} (N/mm ²)	430

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4.6	240	400
5.6	300	500
6.8	480	600
8.8	640	800
10.9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0.132
--	-------

$F_{v,Rd}$ (N)	60288
$F_{t,Rd}$ (N)	90432

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0.122
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \text{ con } F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali	

e_1 (mm)	45	20.4	$\leq e_1 \leq$	80
e_2 (mm)	40	20.4	$\leq e_2 \leq$	80
p_1 (mm)	100	37.4	$\leq p_1 \leq$	140
p_2 (mm)	120	40.8	$\leq p_2 \leq$	140

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato

$\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato

$k = \min \{2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo _|_ al carico applicato

$k = \min \{1,4p_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni _|_ al carico applicato

α_{MIN}	0.882
k_{MIN}	2.500

$F_{b,Rd}$ (N)	121412
----------------	--------

$\frac{F_{v, Ed}}{F_{b, Rd}}$	0.023
-------------------------------	-------

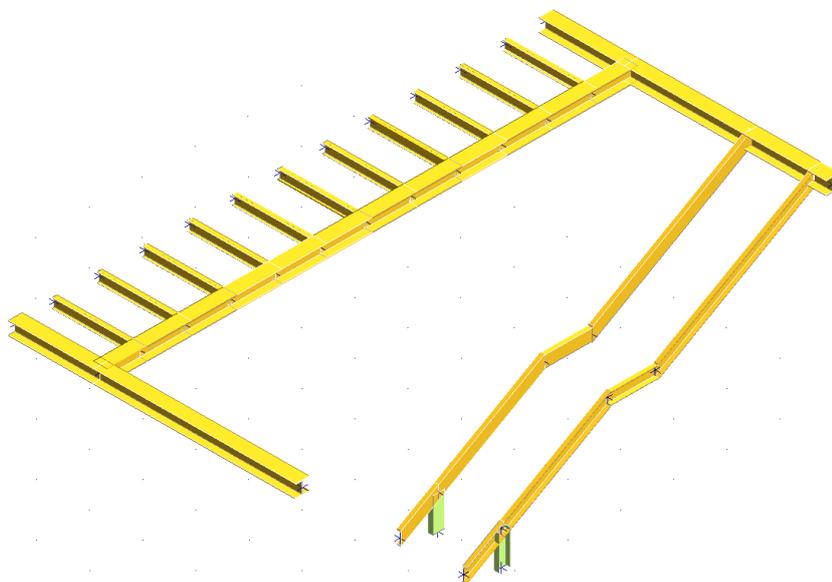
3.6 REALIZZAZIONE SCALA METALLICA DI COLLEGAMENTO TRA IL PIANO -2 E -1

3.6.1 Descrizione

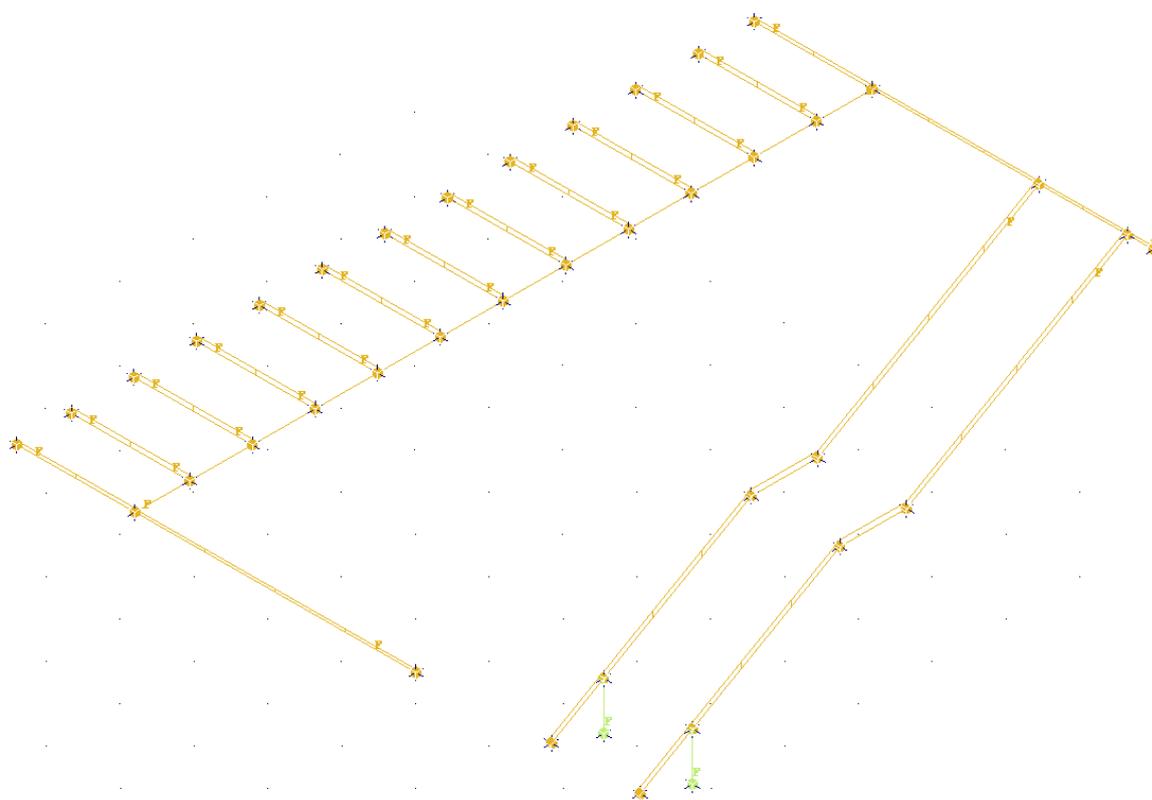
L'intervento prevede l'istallazione di una scala metallica su un vano già presente sul solaio posto tra il piano -2 ed il piano -1. La nuova scala di collegamento è prevista in profilati metallici e sovrastante grigliato metallico. I cosciali principali della scala saranno collegati alle travi già presenti dell'edificio.

Di seguito sono riportate le verifiche dei nuovi elementi della scala e le travi esistenti dell'edificio che subiranno una variazione dello stato tensionale.

3.6.2 Schemi posti a base di calcolo



Modello di calcolo



Schema vincoli e carichi

I carichi permanenti strutturali previsti per tale scala risultano i seguenti:

Gradini in grigliato metallici	30 daN/m ²
Totale	= 30 daN/m²

I carichi permanenti non strutturali previsti per tale scala risultano i seguenti:

Incidenza ringhiera	50 daN/m ²
Totale	= 50 daN/m²

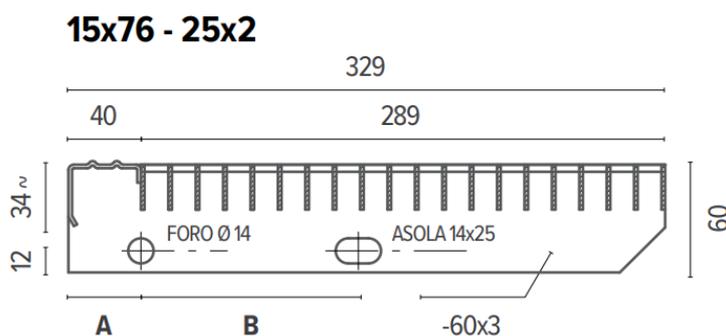
I carichi accidentali previsti per tale scala risultano i seguenti:

Scale comuni	400 daN/m ²
Totale	= 400 daN/m²

3.6.3 Verifica gradino in grigliato

Si riporta di seguito la verifica del gradino realizzato mediante un grigliato metallico

Dati gradino



Si procede alla verifica a deformazione del gradino

$$f = 5 \cdot p \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot I$$

$$p = 120 \text{ daN/ml}$$

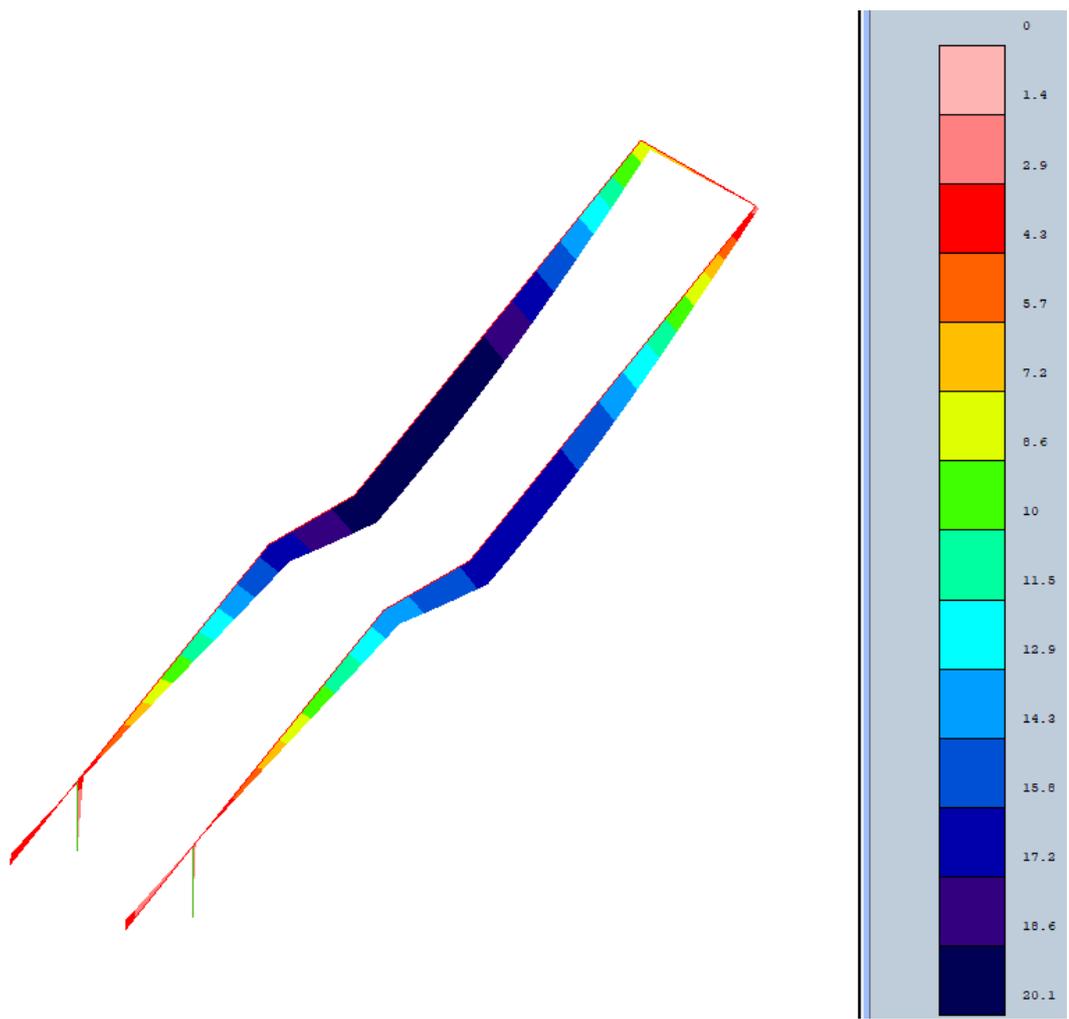
$$l = 120 \text{ cm}$$

$$I_{\text{gradino}} = 5,2 \text{ cm}^4$$

$$f_{\text{max}} = l/300 = 120/300 = 0,4 \text{ cm}$$

$$f = 0,29 < 0,4 \text{ cm verificato}$$

3.6.4 Configurazione delle deformate



Deformata combinazione 2 SLE – (mm)

3.6.5 Diagrammi delle sollecitazioni

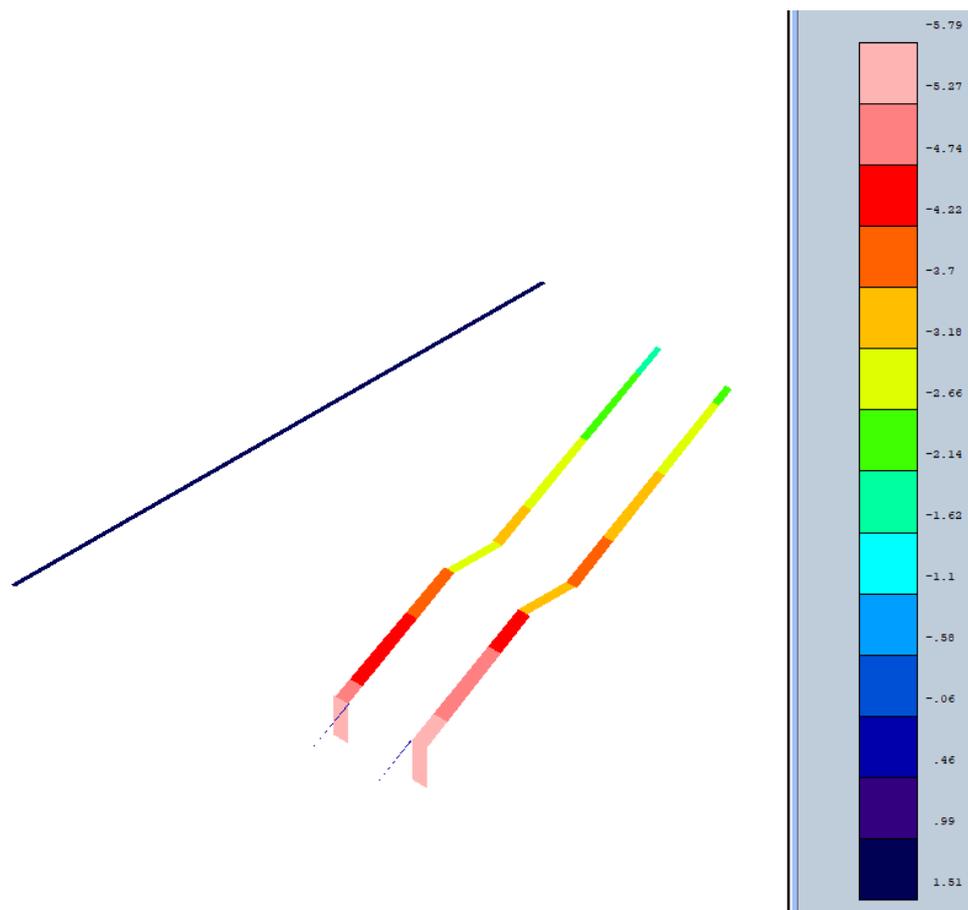


Diagramma sforzo normale – involucro (t)

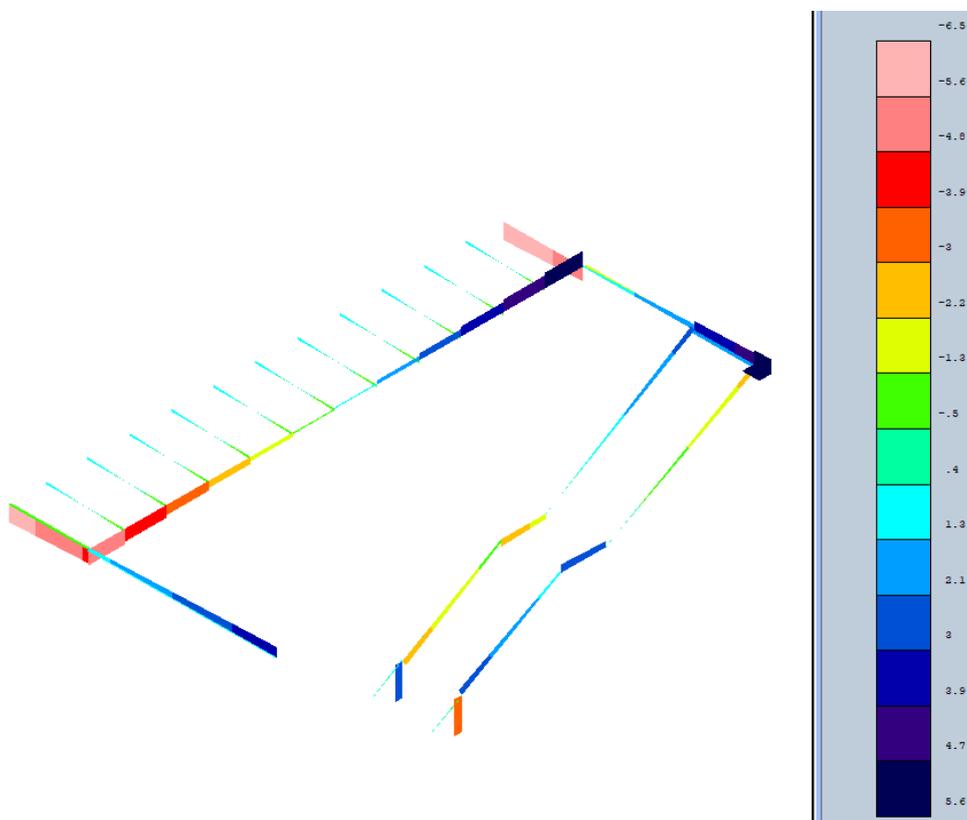


Diagramma taglio – involucro (t)

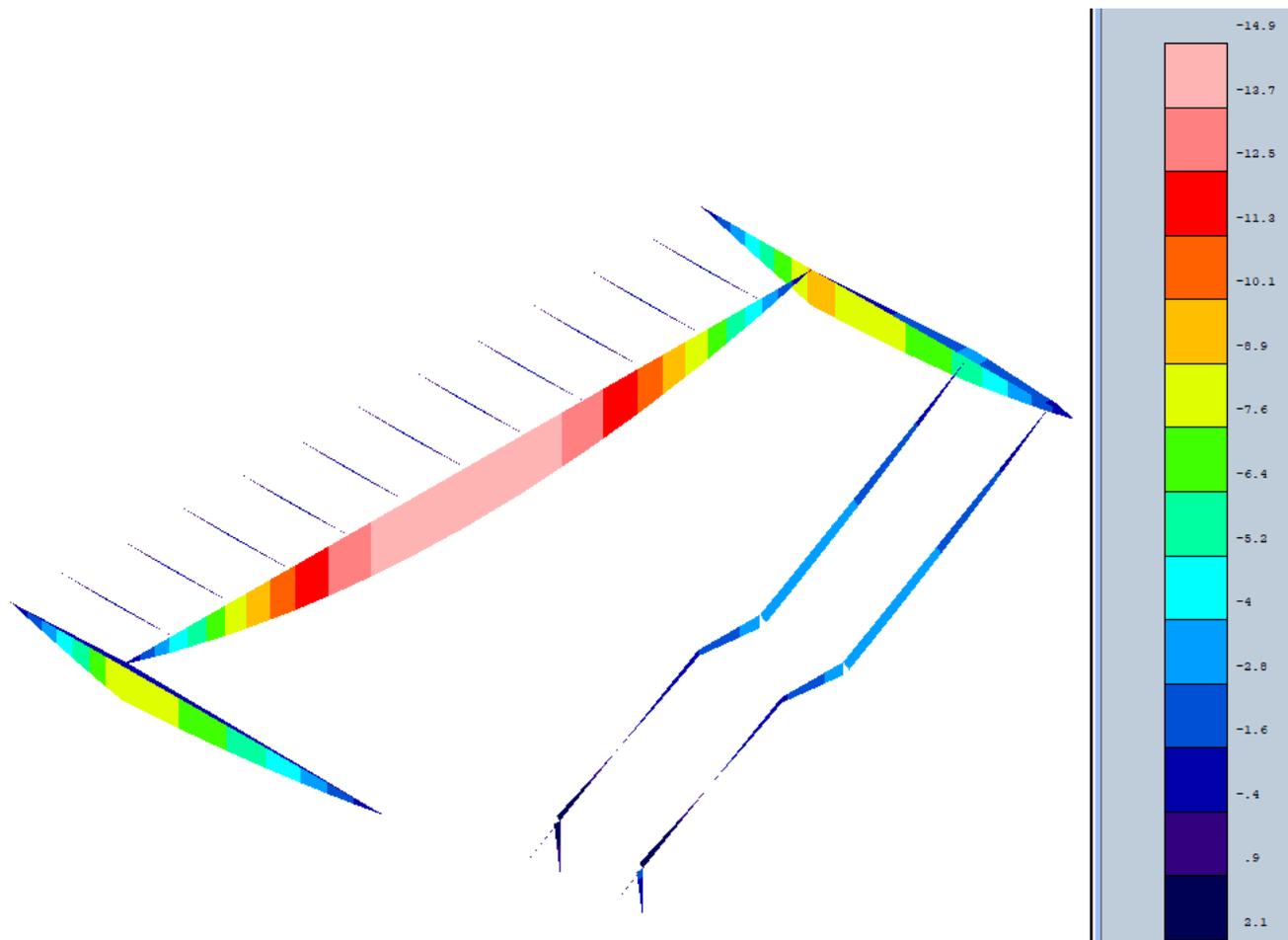
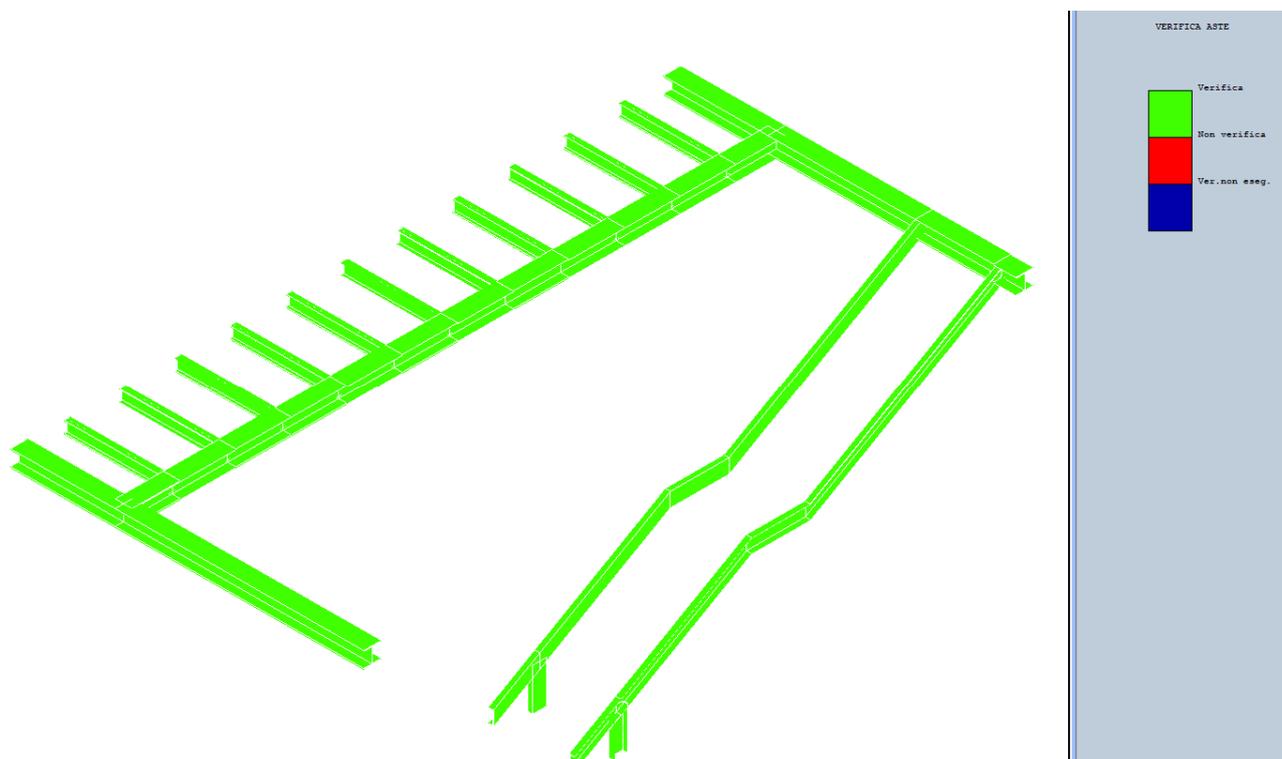


Diagramma momento – involucro (t m)

3.6.6 Verifica aste



STAMPA PROGETTO S.L.U. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																		
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxpI.Rd Kg	VypI.Rd Kg	T Rd kg*m	fy rid Kg/cmq	Rap %
Sez.N.	46	12	3.35	1	-1797	0	0	0	2061	1	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	2
UPN220	qn=	-441	1	-3000	3319	0	0	0	-26	1	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	54
Asta:	1	2	1.62	1	-3074	3301	0	0	-154	1	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	54
Instab.:	346.3	$\beta^* =$	346.3	-3074	2977			cl= 1	$\epsilon =$ 1.00	lmd= 151	Rpf= 59	Rft= 85	Wmax/rel/lim= 20.1		4.5	13.9	mm	
Sez.N.	46	2	1.62	1	-2586	3301	-1	0	-1669	0	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	54
UPN220	qn=	-509	1	-2586	2476	-1	0	0	-2001	0	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	41
Asta:	2	4	1.62	1	-2586	1500	-1	0	-2333	0	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	26
Instab.:	90.0	$\beta^* =$	63.0	-2586	3186	1	cl= 1	$\epsilon =$ 1.00	lmd= 27	Rpf= 52	Rft= 56	Wmax/rel/lim= 16.2		0.3	3.6	mm		
Sez.N.	46	4	1.62	1	-3405	1500	-1	0	-734	1	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	27
UPN220	qn=	-442	1	-3830	228	-1	0	0	-1472	1	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	8
Asta:	3	6	0.47	1	-4254	-1896	-1	0	-2210	1	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	34
Instab.:	230.7	$\beta^* =$	161.5	-4254	1422	1	cl= 1	$\epsilon =$ 1.00	lmd= 70	Rpf= 29	Rft= 34	Wmax/rel/lim= 16.0		0.3	9.2	mm		
Sez.N.	46	6	0.47	1	-4642	-1681	0	0	2586	1	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	31
UPN220	qn=	0	1	-4654	-840	0	0	0	2586	1	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	18
Asta:	4	6	-0.18	1	-4667	0	0	0	2586	1	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	6
Instab.:	65.0	$\beta^* =$	65.0	-4667	1009	0	cl= 1	$\epsilon =$ 1.00	lmd= 28	Rpf= 21	Rft= 21	Wmax/rel/lim= 3.4		0.1	2.6	mm		
Sez.N.	46	6	0.47	1	303	-215	0	0	524	0	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	4
UPN220	qn=	-441	1	151	-54	0	0	0	262	0	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	1
Asta:	5	8	0.06	2	0	0	0	0	0	0	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	0
Instab.:	82.0	$\beta^* =$	57.4	0	215	0	cl= 1	$\epsilon =$ 1.00	lmd= 25	Rpf= 0	Rft= 3	Wmax/rel/lim= 2.9		4.5	6.6	mm		
Sez.N.	46	7	0.06	2	0	0	0	0	0	0	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	0
UPN220	qn=	-441	1	151	-54	0	0	0	-262	0	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	1
Asta:	6	5	0.47	1	303	-215	0	0	-524	0	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	4
Instab.:	82.0	$\beta^* =$	57.4	0	215	0	cl= 1	$\epsilon =$ 1.00	lmd= 25	Rpf= 0	Rft= 3	Wmax/rel/lim= 2.4		3.5	6.6	mm		
Sez.N.	46	5	0.47	1	-4811	1865	0	0	-2869	2	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	34
UPN220	qn=	0	1	-4824	932	0	0	0	-2869	2	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	20
Asta:	7	5	-0.18	1	-4836	0	0	0	-2869	2	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	6
Instab.:	65.0	$\beta^* =$	65.0	-4836	1119	0	cl= 1	$\epsilon =$ 1.00	lmd= 28	Rpf= 23	Rft= 23	Wmax/rel/lim= 2.6		0.1	2.6	mm		
Sez.N.	46	5	0.47	1	-4584	-2080	2	0	2216	1	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	37
UPN220	qn=	-442	1	-4159	51	1	0	0	1478	1	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	6
Asta:	8	3	1.62	1	-3735	1329	1	0	740	1	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	25
Instab.:	230.7	$\beta^* =$	161.5	-4584	1560	1	cl= 1	$\epsilon =$ 1.00	lmd= 70	Rpf= 32	Rft= 37	Wmax/rel/lim= 13.3		0.2	9.2	mm		
Sez.N.	46	3	1.62	1	-2869	1329	2	0	2503	0	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	24
UPN220	qn=	-509	1	-2869	2381	1	0	0	2171	0	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	40
Asta:	9	1	1.62	1	-2869	3283	1	0	1838	0	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	54
Instab.:	90.0	$\beta^* =$	63.0	-2869	3063	1	cl= 1	$\epsilon =$ 1.00	lmd= 27	Rpf= 51	Rft= 54	Wmax/rel/lim= 13.6		0.3	3.6	mm		
Sez.N.	46	1	1.62	1	-3404	3283	1	0	159	1	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	54
UPN220	qn=	-441	1	-3311	3303	1	0	0	-1	1	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	55
Asta:	10	11	3.35	1	-2127	0	0	0	-2055	1	83785	6527	1600	28777	26004	264	2238	3
Instab.:	346.3	$\beta^* =$	346.3	-3404	2965	1	cl= 1	$\epsilon =$ 1.00	lmd= 151	Rpf= 60	Rft= 86	Wmax/rel/lim= 16.4		4.5	13.9	mm		
Sez.N.	77	13	3.35	1	0	0	0	4135	4893	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	0
HEA260	qn=	-485	1	0	846	-724	4135	4771	0	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	12
Asta:	11	11	3.35	1	0	1670	-1447	4135	4649	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	23
Instab.:	35.0	$\beta^* =$	35.0	0	0	0	cl= 1	$\epsilon =$ 1.00	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 2.0		0.0	1.4	mm		
Sez.N.	77	11	3.35	1	0	1669	-1447	1265	3931	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	23
HEA260	qn=	-485	1	0	3902	-2206	1265	3513	0	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	42
Asta:	12	12	3.35	1	0	5884	-2965	1265	3094	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	59
Instab.:	120.0	$\beta^* =$	84.0	0	0	0	cl= 1	$\epsilon =$ 1.00	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 7.5		0.4	4.8	mm		
Sez.N.	77	12	3.35	1	0	5884	-2965	-1321	2207	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	59
HEA260	qn=	-485	1	0	7889	-1512	-1321	1440	0	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	54
Asta:	13	15	3.35	1	0	9084	7	-1321	638	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	44
Instab.:	225.0	$\beta^* =$	157.5	0	9084	2965	cl= 1	$\epsilon =$ 1.00	lmd= 24	Rpf= 0	Rft= 76	Wmax/rel/lim= 9.1		1.8	9.0	mm		
Sez.N.	77	15	3.35	1	0	9084	7	4	-4957	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	44
HEA260	qn=	-624	1	0	4830	3	4	-5678	0	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	23
Asta:	14	14	3.35	1	0	0	0	4	-6398	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	0
Instab.:	160.0	$\beta^* =$	160.0	0	0	0	cl= 1	$\epsilon =$ 1.00	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 7.3		0.5	6.4	mm		
Sez.N.	77	15	3.35	1	1325	0	0	0	5595	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	1
HEA260	qn=	-68	1	1325	2120	0	0	0	5562	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	10
Asta:	15	10	3.35	1	1325	4227	0	0	5528	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	21
Instab.:	76.0	$\beta^* =$	76.0	0	0	0	cl= 1	$\epsilon =$ 1.00	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 18.5		0.0	3.0	mm		
Sez.N.	77	24	3.35	1	0	0	0	393	3595	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	0
HEA260	qn=	-485	1	0	5572	-746	393	2270	0	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	35
Asta:	16	23	3.35	1	0	8626	-1492	393	945	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	57
Instab.:	380.0	$\beta^* =$	380.0	0	8626	1492	cl= 1	$\epsilon =$ 1.00	lmd= 58	Rpf= 0	Rft= 59	Wmax/rel/lim= 7.8		3.3	15.2	mm		
Sez.N.	77	23	3.35	1	0	8626	-1492	-932	-4671	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	57
HEA260	qn=	-624	1	0	4601	-746	-932	-5391	0	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	30
Asta:	17	25	3.35	1	0	0	0	-932	-6111	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	0
Instab.:	160.0	$\beta^* =$	160.0	0	0	0	cl= 1	$\epsilon =$ 1.00	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 6.7		0.5	6.4	mm		
Sez.N.	77	10	3.35	1	1325	4222	0	0	4589	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	21
HEA260	qn=	-68	1	1325	6165	0	0	0	4552	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	30
Asta:	18	17	3.35	1	1325	8091	0	0	4514	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	39
Instab.:	85.0	$\beta^* =$	59.5	0	0	0	cl= 1	$\epsilon =$ 1.00	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 30.6		0.2	3.4	mm		

STAMPA PROGETTO S.L.U. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																		
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxpI.Rd Kg	VypI.Rd Kg	T Rd kg*m	fy rid Kg/cmq	Rap %
Sez.N. 77	17	3.35	1		1325	8087	0	0	3575	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	39
HEA260	qn=-	-68	1		1325	9599	0	0	3538	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	47
Asta: 19	19	3.35	1		1325	11094	0	0	3500	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	54
Instab.:l=	85.0	β*l=	59.5		0	0	0	0	cl= 1 ε= 1.00 lmd= 0		Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	41.0	0.3	3.4	mm	
Sez.N. 77	19	3.35	1		1325	11091	0	0	2561	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	54
HEA260	qn=-	-68	1		1325	12172	0	0	2524	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	59
Asta: 20	21	3.35	1		1325	13236	0	0	2486	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	64
Instab.:l=	85.0	β*l=	59.5		0	0	0	0	cl= 1 ε= 1.00 lmd= 0		Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	48.8	0.3	3.4	mm	
Sez.N. 77	21	3.35	1		1325	13234	0	0	1547	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	64
HEA260	qn=-	-68	1		1325	13884	0	0	1510	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	67
Asta: 21	26	3.35	1		1325	14517	0	0	1472	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	71
Instab.:l=	85.0	β*l=	59.5		0	0	0	0	cl= 1 ε= 1.00 lmd= 0		Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	53.7	0.4	3.4	mm	
Sez.N. 77	26	3.35	1		1325	14516	0	0	533	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	71
HEA260	qn=-	-68	1		1325	14735	0	0	496	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	72
Asta: 22	28	3.35	1		1325	14937	0	0	458	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	73
Instab.:l=	85.0	β*l=	85.0		0	0	0	0	cl= 1 ε= 1.00 lmd= 0		Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	55.3	0.4	3.4	mm	
Sez.N. 77	28	3.35	1		1325	14937	0	0	-481	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	73
HEA260	qn=-	-68	1		1325	14725	0	0	-518	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	72
Asta: 23	30	3.35	1		1325	14497	0	0	-556	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	70
Instab.:l=	85.0	β*l=	59.5		0	0	0	0	cl= 1 ε= 1.00 lmd= 0		Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	55.3	0.4	3.4	mm	
Sez.N. 77	30	3.35	1		1325	14498	0	0	-1495	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	70
HEA260	qn=-	-68	1		1325	13855	0	0	-1532	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	67
Asta: 24	32	3.35	1		1325	13196	0	0	-1570	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	64
Instab.:l=	85.0	β*l=	59.5		0	0	0	0	cl= 1 ε= 1.00 lmd= 0		Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	53.5	0.4	3.4	mm	
Sez.N. 77	32	3.35	1		1325	13198	0	0	-2509	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	64
HEA260	qn=-	-68	1		1325	12124	0	0	-2546	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	59
Asta: 25	34	3.35	1		1325	11034	0	0	-2584	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	54
Instab.:l=	85.0	β*l=	59.5		0	0	0	0	cl= 1 ε= 1.00 lmd= 0		Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	48.5	0.3	3.4	mm	
Sez.N. 77	34	3.35	1		1325	11037	0	0	-3523	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	54
HEA260	qn=-	-68	1		1325	9532	0	0	-3560	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	46
Asta: 26	36	3.35	1		1325	8011	0	0	-3598	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	39
Instab.:l=	85.0	β*l=	59.5		0	0	0	0	cl= 1 ε= 1.00 lmd= 0		Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	40.5	0.3	3.4	mm	
Sez.N. 77	36	3.35	1		1325	8015	0	0	-4536	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	39
HEA260	qn=-	-68	1		1325	6079	0	0	-4574	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	30
Asta: 27	38	3.35	1		1325	4127	0	0	-4612	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	20
Instab.:l=	85.0	β*l=	59.5		0	0	0	0	cl= 1 ε= 1.00 lmd= 0		Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	29.9	0.2	3.4	mm	
Sez.N. 77	38	3.35	1		1325	4132	0	0	-5550	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	20
HEA260	qn=-	-68	1		1325	2072	0	0	-5583	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	10
Asta: 28	23	3.35	1		1325	0	0	0	-5616	0	194309	20585	9628	90382	37160	607	2238	1
Instab.:l=	74.0	β*l=	74.0		0	0	0	0	cl= 1 ε= 1.00 lmd= 0		Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	17.6	0.0	3.0	mm	
Sez.N. 185	37	3.35	1		0	0	0	0	939	5	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	0
IPE180	qn=-	-806	1		0	375	0	0	0	5	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	10
Asta: 29	38	3.35	1		0	0	0	0	-939	5	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	0
Instab.:l=	160.0	β*l=	160.0		0	375	0	0	cl= 1 ε= 1.00 lmd= 77		Rpf= 0	Rft= 12	Wmax/rel/lim=	17.8	0.2	6.4	mm	
Sez.N. 185	35	3.35	1		0	0	0	0	939	4	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	0
IPE180	qn=-	-806	1		0	375	0	0	0	4	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	10
Asta: 30	36	3.35	1		0	0	0	0	-939	4	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	0
Instab.:l=	160.0	β*l=	160.0		0	375	0	0	cl= 1 ε= 1.00 lmd= 77		Rpf= 0	Rft= 12	Wmax/rel/lim=	30.1	0.2	6.4	mm	
Sez.N. 185	33	3.35	1		0	0	0	0	939	3	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	0
IPE180	qn=-	-806	1		0	375	0	0	0	3	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	10
Asta: 31	34	3.35	1		0	0	0	0	-939	3	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	0
Instab.:l=	160.0	β*l=	160.0		0	375	0	0	cl= 1 ε= 1.00 lmd= 77		Rpf= 0	Rft= 12	Wmax/rel/lim=	40.6	0.2	6.4	mm	
Sez.N. 185	31	3.35	1		0	0	0	0	939	2	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	0
IPE180	qn=-	-806	1		0	375	0	0	0	2	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	10
Asta: 32	32	3.35	1		0	0	0	0	-939	2	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	0
Instab.:l=	160.0	β*l=	160.0		0	375	0	0	cl= 1 ε= 1.00 lmd= 77		Rpf= 0	Rft= 12	Wmax/rel/lim=	48.6	0.2	6.4	mm	
Sez.N. 185	29	3.35	1		0	0	0	0	939	1	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	0
IPE180	qn=-	-806	1		0	375	0	0	0	1	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	10
Asta: 33	30	3.35	1		0	0	0	0	-939	1	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	0
Instab.:l=	160.0	β*l=	160.0		0	375	0	0	cl= 1 ε= 1.00 lmd= 77		Rpf= 0	Rft= 12	Wmax/rel/lim=	53.6	0.2	6.4	mm	
Sez.N. 185	27	3.35	1		0	0	0	0	939	0	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	0
IPE180	qn=-	-806	1		0	375	0	0	0	0	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	10
Asta: 34	28	3.35	1		0	0	0	0	-939	0	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	0
Instab.:l=	160.0	β*l=	160.0		0	375	0	0	cl= 1 ε= 1.00 lmd= 77		Rpf= 0	Rft= 12	Wmax/rel/lim=	55.4	0.2	6.4	mm	
Sez.N. 185	22	3.35	1		0	0	0	0	939	-1	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	0
IPE180	qn=-	-806	1		0	375	0	0	0	-1	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	10
Asta: 35	26	3.35	1		0	0	0	0	-939	-1	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	0
Instab.:l=																		

STAMPA PROGETTO S.L.U. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																						
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																						
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxpIRd Kg	VyplRd Kg	T Rd kg*m	fy rid Kg/cmq	Rap %				
Instab.:j=	160.0	β* =	160.0		0	375	0	cl= 1	ε=	1.00	lmd=	77	Rpf=	0	Rft=	12	Wmax/rel/lim=	41.1	0.2	6.4	mm	
Sez.N.	185	16	3.35	1	0	0	0	0	0	939	-4	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	0			
IPE180	qn=	-806	1	0	375	0	0	0	0	-4	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	10				
Asta:	38	17	3.35	1	0	0	0	0	0	-939	-4	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	0			
Instab.:j=	160.0	β* =	160.0		0	375	0	cl= 1	ε=	1.00	lmd=	77	Rpf=	0	Rft=	12	Wmax/rel/lim=	30.7	0.2	6.4	mm	
Sez.N.	185	9	3.35	1	0	0	0	0	0	939	-5	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	0			
IPE180	qn=	-806	1	0	375	0	0	0	0	-5	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	10				
Asta:	39	10	3.35	1	0	0	0	0	0	-939	-5	53596	3725	774	19713	14539	105	2238	0			
Instab.:j=	160.0	β* =	160.0		0	375	0	cl= 1	ε=	1.00	lmd=	77	Rpf=	0	Rft=	12	Wmax/rel/lim=	18.7	0.2	6.4	mm	

3.6.7 Verifica unioni

3.6.7.1 Unione UPN220 – HEA 260

L'unione tra le due travi avviene mediante un giunto bullonato tipo flangiato

N°3 bulloni M16

Piastre flange sp. 10 mm

Azioni sul nodo

N = -2600 daN

T = 940 daN

Azione sul singolo bullone:

$T_b = 940/3 = 314$ daN

$N_b = (2600/3) + ((940 \cdot 0.13)/0.12) = 1885$ daN

Sollecitazioni	
F _{v,Ed} (N)	3140
F _{t,Ed} (N)	18850

Bulloni	
Classe	8.8
d (mm)	16
γ _{M2}	1.25
f _{yb} (N/mm ²)	640
f _{tb} (N/mm ²)	800
A _n (mm ²)	201
A _{res} (mm ²)	157

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f _{yb} (N/mm ²)	f _{tb} (N/mm ²)
4.6	240	400
5.6	300	500
6.8	480	600
8.8	640	800
10.9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A _n (mm ²)	A _{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245

t (mm)	10	22	380	303
γ_{M2}	1.25	24	452	353
d ₀ (mm)	17	27	572	459
f _{tk} (N/mm ²)	430	30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0.201
--	-------

F _{v,Rd} (N)	60288
F _{t,Rd} (N)	90432

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0.208
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \text{ con } F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione
Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali

e ₁ (mm)	50	20.4	≤ e ₁ ≤	80
e ₂ (mm)	40	20.4	≤ e ₂ ≤	80
p ₁ (mm)	60	37.4	≤ p ₁ ≤	140
p ₂ (mm)	50	40.8	≤ p ₂ ≤	140

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato

$\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato

$k = \min \{2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo _|_ al carico applicato

$k = \min \{1,4p_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni _|_ al carico applicato

α MIN	0.926
k MIN	2.418

F _{b,Rd} (N)	123283
-----------------------	--------

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}}$	0.025
-----------------------------	-------

3.6.7.2 Unione UPN220 – trave in c.a.

L'unione tra le due travi avviene mediante un giunto bullonato

N°4 bulloni M16

Piastre sp. 10 mm

Azioni sul nodo

N = -4840 daN

T = 2870 daN

UNIONE COLONNA PLINTO**DATI PIASTRA**

Base	B =	200.00 mm
Altezza	H =	340.00 mm
Spessore	t =	10.00 mm
Diametro Fori	d0 =	17.00 mm
Distanza X Bullone - Bordo Piastra	e1 =	40.00 mm
Interasse Bulloni	p1 =	120.00 mm
Distanza Y Bullone - Bordo Piastra	e2 =	40.00 mm
Interasse Bulloni	p2 =	260.00 mm

DATI BULLONI / TIRAFONDI

Classe della Vite	=	8.8
Dado	=	8
Resistenza a Snervamento	fyb =	640.00 N/mm ²
Resistenza a Rottura	ftb =	800.00 N/mm ²
Diametro dei Bulloni	d =	16 mm
Area Resistente	Ares =	157 mm ²
Lunghezza di Ancoraggio	L =	200 mm

DATI CALCESTRUZZO

Classe	=	C25/30
Resistenza Car. Cubica	Rck =	30.00 N/mm ²
Resistenza Car. Cilindrica	fck =	24.90 N/mm ²
Coeff. parziale di sicurezza cls	γc =	1.50
Coeff. per effetti di Lungo Termine	αcc =	0.85
Valore Medio Resistenza compressione cls	fcm =	32.90 N/mm ²
Valore Medio Resistenza trazione cls	fctm =	2.56 N/mm ²
Modulo Elastico cls	Ec =	31447.16 N/mm ²
Diagramma Calcolo Tensione-Deform. cls.:	=	Parabola Rettangolo (CEB)
Deformazione limite elasto-plastico cls	εc2 =	0.20%
Deformazione Ultima cls	εcu =	0.35%
Resistenza di Progetto a Compressione	fcd =	14.11 N/mm ²
Resistenza di Progetto a Trazione	fctd =	1.19 N/mm ²

DATI ACCIAIO

Tipo di Acciaio	=	S275 t<40 UNI EN 10025-2
Resistenza caratteristica di Snervamento	fyk =	275.00 N/mm ²
Resistenza caratteristica di Rottura	ftk =	430.00 N/mm ²

DATI COLONNA

Profilo (IPE: Profili IPE ad ali parallele)	=	IPE 220
Base profilo	B =	110.00 mm
Altezza profilo	H =	220.00 mm

SOLLECITAZIONI

Sforzo Assiale	N =	-49.00 kN
Taglio	T =	29.00 kN

VERIFICA

Verifica Tirafondi a Trazione Centrata

Valore di Calcolo Sforzo Assiale Resistente Nrd = 4·Ares·fyd = 321.54 kN
Ned = 49.00 kN < Nrd - VERIFICA

Verifica Piastra

Tensione di Trazione singolo Bullone $N_b = 12.25 \text{ kN}$
 Distanza Tirafondi - Bordo Colonna $c = 20.00 \text{ mm}$
 Valore di Calcolo Taglio Resistente $V_{prd} = B_p \cdot s_p \cdot f_{vd} = 302.42 \text{ kN}$
 Valore di Calcolo Momento Resistente $M_{prd} = (B_p \cdot s_p^2 / 6) \cdot f_{yd} = 0.87 \text{ kNm}$
 $V_{ed} = 2 \cdot N_b = 24.50 \text{ kN} < V_{prd} - \text{VERIFICA}$
 $M_{ed} = 2 \cdot N_b \cdot c = 0.49 \text{ kNm} < M_{prd} - \text{VERIFICA}$

Verifica Taglio

Valore di Calcolo Resistenza a Taglio Unione
 Resistenza a taglio singolo Bullone $F_{vRd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / 1.25 = 60.29 \text{ kN}$
 $V_{rd} = 4 \cdot F_{vRd} = 241.15 \text{ kN}$
 $V_{ed} = T = 29.00 \text{ kN} < V_{rd} - \text{VERIFICA}$

Verifica Taglio / Trazione Tirafondi

Resistenza a taglio singolo Bullone $F_{vRd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / 1.25 = 60.29 \text{ kN}$
 Resistenza a trazione singolo Bullone $F_{tRd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / 1.25 = 90.43 \text{ kN}$
 $F_{v,Ed} = T/4 = 7.25 \text{ kN} < F_{v,Rd} - \text{VERIFICA}$
 $F_{t,Ed} = N/4 = 12.25 \text{ kN} < F_{t,Rd} - \text{VERIFICA}$
 $F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/1.4 \cdot F_{t,Rd} = 0.22 \text{ kN} < 1 - \text{VERIFICA}$

Verifica Ancoraggio Tirafondi

Valore di Calcolo Resistenza di Aderenza Tirafondo
 $N_{brd} = f_{bd} \cdot \pi \cdot D \cdot L = (2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk} / \gamma_c) \cdot \pi \cdot D \cdot L = 26.99 \text{ kN}$
 $N_b = N/4 = 12.25 \text{ kN} < N_{brd} - \text{VERIFICA}$

3.6.7.3 Unione parapetto della scala

L'unione dei montanti della scala avviene mediante un giunto di tipo bullonato.

Determinazione delle sollecitazioni

Peso della ringhiera 50 daN/ml

Azione orizzontale sul parapetto della ringhiera $= H_k = 200 \text{ daN/ml}$

Altezza parapetto = $1,20 \text{ ml}$

Passo dei montanti = $1,00 \text{ ml}$

Azioni sul bullone più sollecitato

$T_{by} = (50 \cdot 1,5) / 3 = 25 \text{ daN}$

$T_{bx} = (200 \cdot 1,5) / 3 + (200 \cdot 1,5) \cdot 1,2 / 0,12 = 3100 \text{ daN}$

$T_{tot} = 3200 \text{ daN}$

Giunto

n°3 bulloni M16

Piastra sp. 6 mm

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed} \text{ (N)}$	32000
$F_{t,Ed} \text{ (N)}$	0

Bulloni	
Classe	8.8
d (mm)	16
γ_{M2}	1.25

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	$f_{yb} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$f_{tb} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
4.6	240	400
5.6	300	500
6.8	480	600
8.8	640	800
10.9	900	1000

f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	201
A_{res} (mm ²)	157

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	6
γ_{M2}	1.25
d_0 (mm)	17
f_{tk} (N/mm ²)	430

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0.531
--	-------

$F_{v,Rd}$ (N)	60288
$F_{t,Rd}$ (N)	90432

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0.000
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \text{ con } F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione
Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali

e_1 (mm)	50	20.4	$\leq e_1 \leq$	64
e_2 (mm)	40	20.4	$\leq e_2 \leq$	64
p_1 (mm)	60	37.4	$\leq p_1 \leq$	84
p_2 (mm)	50	40.8	$\leq p_2 \leq$	84

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato
 $\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato
 $k = \min \{2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo _|_ al carico applicato
 $k = \min \{1,4p_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni _|_ al carico applicato

α_{MIN}	0.926
k_{MIN}	2.418

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}}$	0.433
-----------------------------	-------

$F_{b,Rd}$ (N)	73970		
----------------	-------	--	--

3.6.7.4 Montante parapetto della scala

Sollecitazioni montante sul nodo

$$N_{ed} = 75 \text{ daN}$$

$$T_{ed} = 300 \text{ daN}$$

$$M_{ed} = 360 \text{ daN m} = 36000 \text{ daN cm}$$

Sezione montante 0.6x8 cm

$$W_{pl} = 9.6 \text{ cm}^3$$

$$f_u = 36000/10 = 3600 \text{ daN/cm}^2$$

$$M_{c,Rd} = W_{pl} f_{yk} / \gamma_{MO} = 9.6 \cdot 4300 / 1.05 = 39314 \text{ daN cm}$$

$$M_{ed} / M_{c,Rd} = 0,91 < 1 \text{ verificato}$$

4 ALLEGATI

- Prove e indagini sulla muratura



1° DIVISIONE

Controlli Strutture e Fabbricati

PROVE CON MARTINETTI PIATTI



Determinazione delle caratteristiche meccaniche e tensionali di strutture in muratura
Fabbricato sito in Subiaco (RM) Piazza della Resistenza - Antico Teatro Narzio -

COMMITTENTE: CO.GE.AP. srl

Rapporto di prova n° 2404/08

Guidonia Montecelio, 17/12/2008



1. PREMESSA

Il presente rapporto di prova contiene i risultati delle indagini eseguite "in situ" il giorno 15 e 16/12/2008 mediante l'utilizzo di martinetti piatti, in corrispondenza di alcune strutture murarie del fabbricato sito in Subiaco (RM) Piazza della Resistenza - Antico Teatro Narzio - .

Le prove sono state eseguite al piano seminterrato a quota -6.28, alla presenza del Geom. Marco Tozzi, rappresentante della Committente .

Le indagini svolte tendono a definire i valori relativi alle caratteristiche meccaniche e tensionali della struttura muraria esaminata, i cui risultati sono sintetizzati nelle tabelle riepilogative di seguito riportate, assieme alle ubicazioni delle zone di prova ed alla relativa documentazione fotografica.

2. TECNOLOGIA APPLICATA

2.1 Misura dello stato di sollecitazione

La misura della sollecitazione agente è basata sulla variazione dello stato tensionale generato in una zona della struttura per effetto di un taglio eseguito in direzione normale alla superficie. Il rilascio delle tensioni provoca una chiusura del taglio che può essere rilevata attraverso misure di convergenza fra punti posti in posizione simmetrica rispetto al taglio.

Uno speciale martinetto piatto semicircolare viene inserito all'interno del taglio e la pressione viene gradualmente aumentata, fino ad annullare la convergenza in precedenza misurata.



Caratteristiche geometrico-costruttive martinetti piatti

In queste condizioni la pressione all'interno del martinetto è pari alla sollecitazione preesistente nella muratura, a meno di una costante che tiene conto del rapporto tra l'area



del martinetto di carico e quella del taglio. Il valore di tensione (σ) nella zona di prova è dato dalla relazione:

$$\sigma = K_m \cdot K_a \cdot P \quad K_{tot} = K_m \cdot K_a$$

dove:

- K_m è una costante che tiene conto delle caratteristiche geometriche del martinetto e della rigidità della saldatura di bordo;
- K_a è data dal rapporto fra area del martinetto e area del taglio ($K_a = A_{martinetto}/A_{taglio}$);
- $K_{tot} = K_m \times K_a$ è il coefficiente correttivo globale;
- P è la pressione che ripristina le condizioni originarie della muratura.

In particolare, la costante K_m viene determinata mediante taratura in laboratorio dei martinetti utilizzati, in base ad una curva di calibrazione, come di seguito riportato.



Curva di taratura martinetti piatti

Le misure di convergenza sono eseguite in corrispondenza di n° 3 basi di misura verticali (basi A, B e C), costituite da piastrine metalliche di diametro 5 mm, incollate sulla superficie della muratura, utilizzando un deformometro meccanico millesimale di tipo amovibile.



Al termine della prova il martinetto piatto può essere facilmente estratto e lo spessore di malta ripristinato in modo da riportare la muratura alle condizioni originarie.

2.2 Determinazione delle caratteristiche di deformabilità e resistenza

Per la determinazione delle caratteristiche di deformabilità vengono utilizzati due martinetti piatti paralleli, i quali delimitano un campione significativo di muratura sul quale viene eseguita una prova di compressione monoassiale in direzione normale al piano di posa, senza l'asportazione del campione.

Le basi di misura per estensimetro rimovibile, applicate sulla faccia libera del campione, permettono di ottenere un quadro completo deformativo del setto murario in direzione assiale (basi A, B e C) e trasversale (base D).

Il valore del modulo di deformabilità è calcolato, per ciascun intervallo di sollecitazione, impiegando la seguente formula:

$$E = \Delta P / \Delta \varepsilon_d$$

dove:

- ΔP è la differenza tra due sollecitazioni;
- $\Delta \varepsilon_d$ è la deformazione unitaria misurata in corrispondenza della base centrale di misura ottenuta dividendo la deformazione misurata per la lunghezza della base di misura (200.000 μm).

I martinetti piatti utilizzati per la prova sono dispositivi di carico dotati di elevata deformabilità e sono quindi particolarmente idonei ad applicare uno schema di carico uniformemente distribuito.

La prova proposta può fornire anche una stima della resistenza a compressione della muratura. È possibile, con opportune cautele, avvicinarsi al collasso della muratura esaminata attraverso progressivi incrementi del carico applicato dai martinetti piatti e valutare in tal modo una probabile resistenza a rottura a compressione.

La tecnica di prova del martinetto piatto può praticamente definirsi non distruttiva in quanto, al termine di essa, i martinetti piatti inseriti dentro la muratura possono essere rimossi con estrema facilità e gli strati di malta possono essere facilmente reintegrati.

3. ELABORAZIONE DATI E RISULTATI

3.1 Stato di sollecitazione, modulo di deformazione e modulo di Poisson

Come già accennato lo stato tensionale nella zona di prova è dato dalla misura della pressione fornita alla cella di carico tale da annullare la deformazione indotta dal taglio stesso.



La deformazione considerata è quella della base centrale di misura (B). Le basi di misura laterali (A e C) forniscono un quadro più completo del comportamento deformativo della muratura e in genere presentano deformazioni minori, risentendo della maggior rigidità dei martinetti e della muratura ai lati del taglio.

I dati relativi a questo tipo di prova sono raccolti in schede dove sono anche indicate, sia in forma tabellare che grafica, le letture al deformometro millesimale con le relative deformazioni,.

Sempre nella stessa scheda, le prime due letture sono effettuate prima e dopo il taglio, mentre il valore di pressione in corrispondenza della terza rappresenta lo stato tensionale rilevato.

I valori del modulo di deformazione E e del modulo di Poisson, calcolati nei vari intervalli di pressione, sono riportati nella tabella riepilogativa.

3.2 Carico di rottura

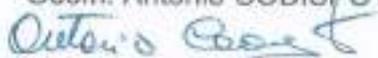
La prova di deformabilità viene effettuata caricando il martinetto fino alla pressione in cui lo stesso non prende più carico e si possono notare nel campione di muratura i primi segni di crisi, quali fessurazione degli elementi resistenti e/o dello schiacciamento degli strati di malta.

Le caratteristiche geometrico-costruttive dei martinetti utilizzati permettono di raggiungere pressioni comprese tra 55 e 60 bar, valori oltre i quali l'elemento subisce danni irreversibili in corrispondenza delle saldature di bordo.

I dati desunti da tali prove sono riportati nelle relative schede.

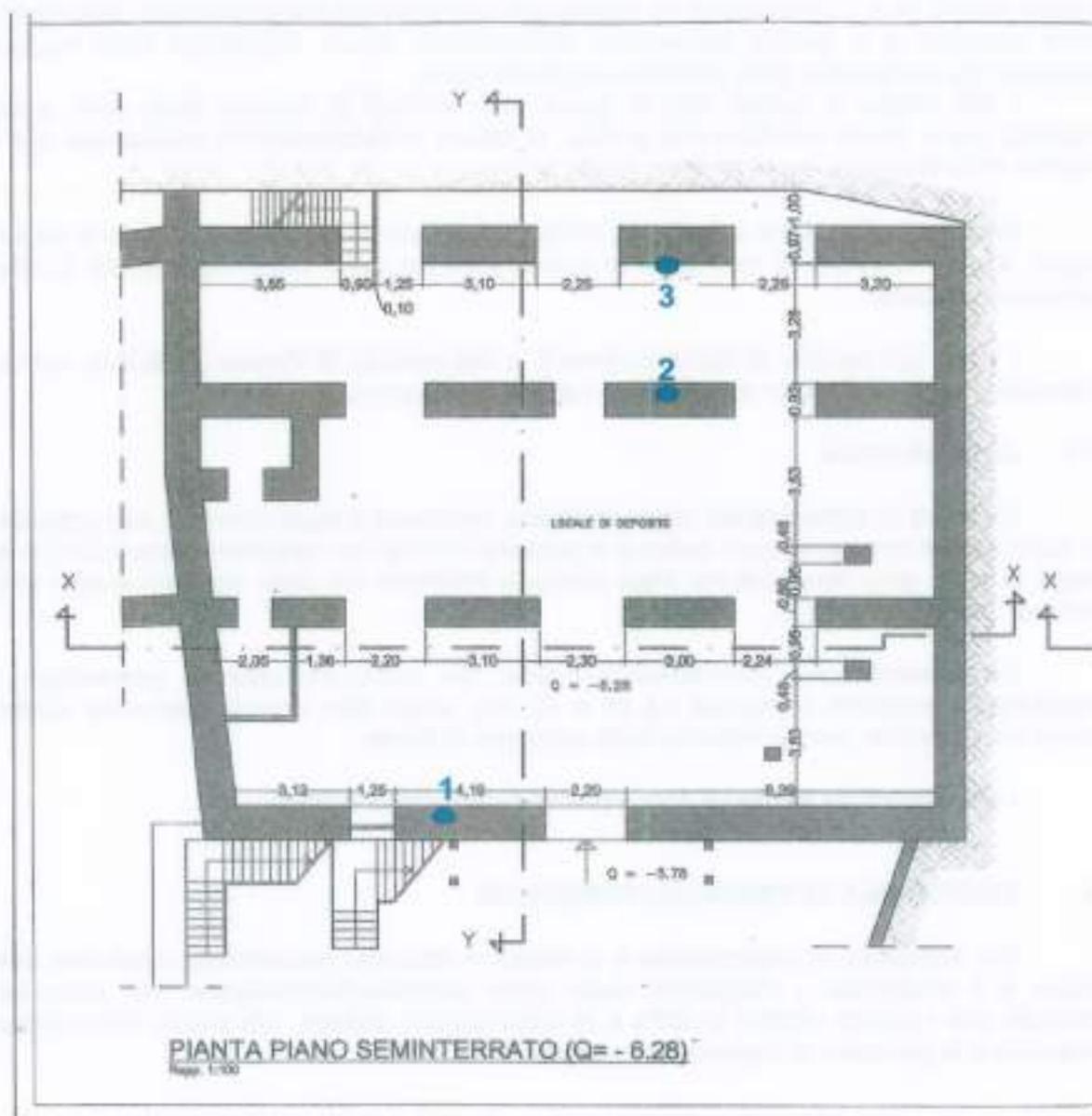
4. DIAGRAMMA TENSIONI-DEFORMAZIONI

Per semplicità di elaborazione e di lettura e dato che l'andamento qualitativo delle curve è il medesimo, i diagrammi delle curve tensione-deformazione non sono stati costruiti con i carichi effettivi in MPa e le deformazioni unitarie, ma con le deformazioni misurate e le pressioni al manometro espresse in bar.

LO SPERIMENTATORE
 Geom. Antonio CODISPOTI




LA DIREZIONE
 Dott. Ing. Stefano SPINA



Prova n° 1 (Martinetto piatto singolo)



Prova n° 1 (Martinetto piatto doppio)



**SCHEDA DATI
 MARTINETTO PIATTO SINGOLO**

Prova N° 1

Tipo di prova: **SEMPLICE** **STATO TENSIONALE RILEVATO : 0.41 Mpa**

Martinetto N° 12

Area taglio	(cm ²)	290	<p>Disposizione basi di misura</p>
Area martinetto	(cm ²)	290	
K _{sc}	—	0.81	
K _s	—	1.00	
K _{tot} = K _s x K _{sc}	—	0.81	
Distanza basi di misura verticali	(cm)	20	

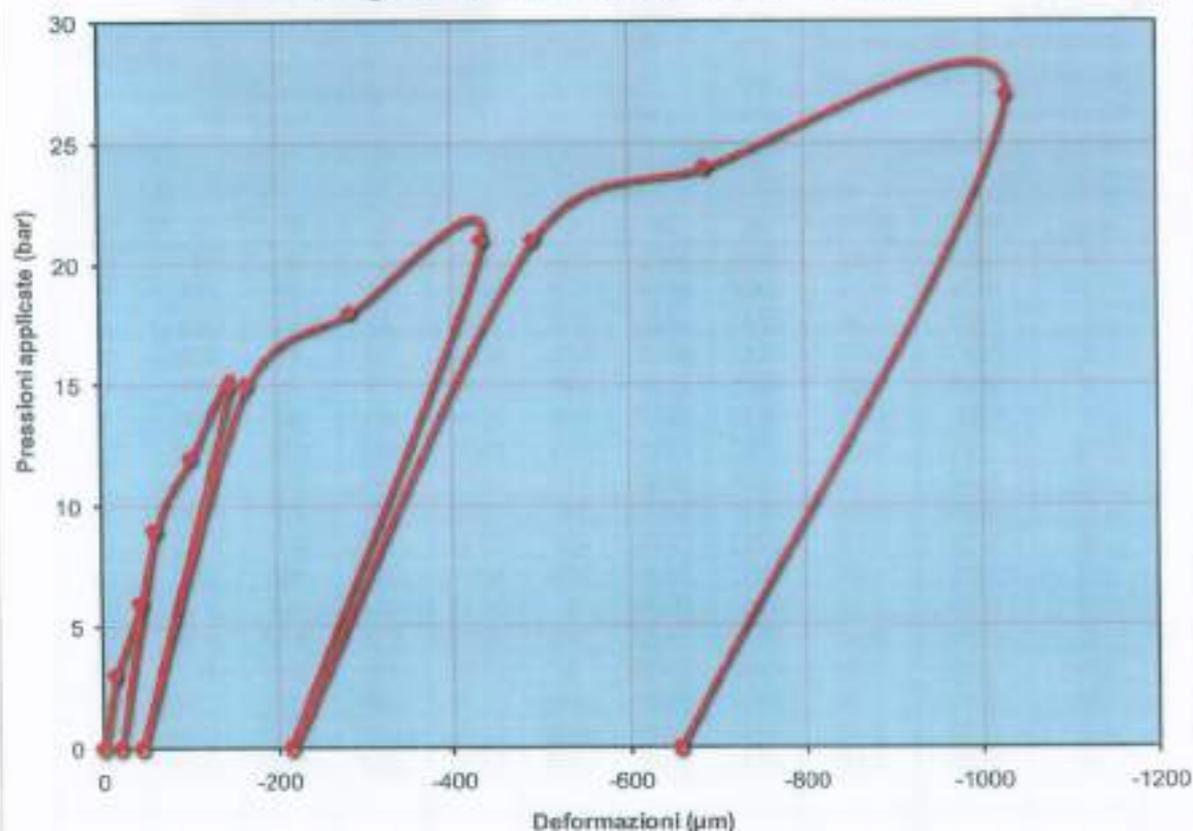
(1) Prima del taglio (2) Dopo il taglio (3) Ripristino

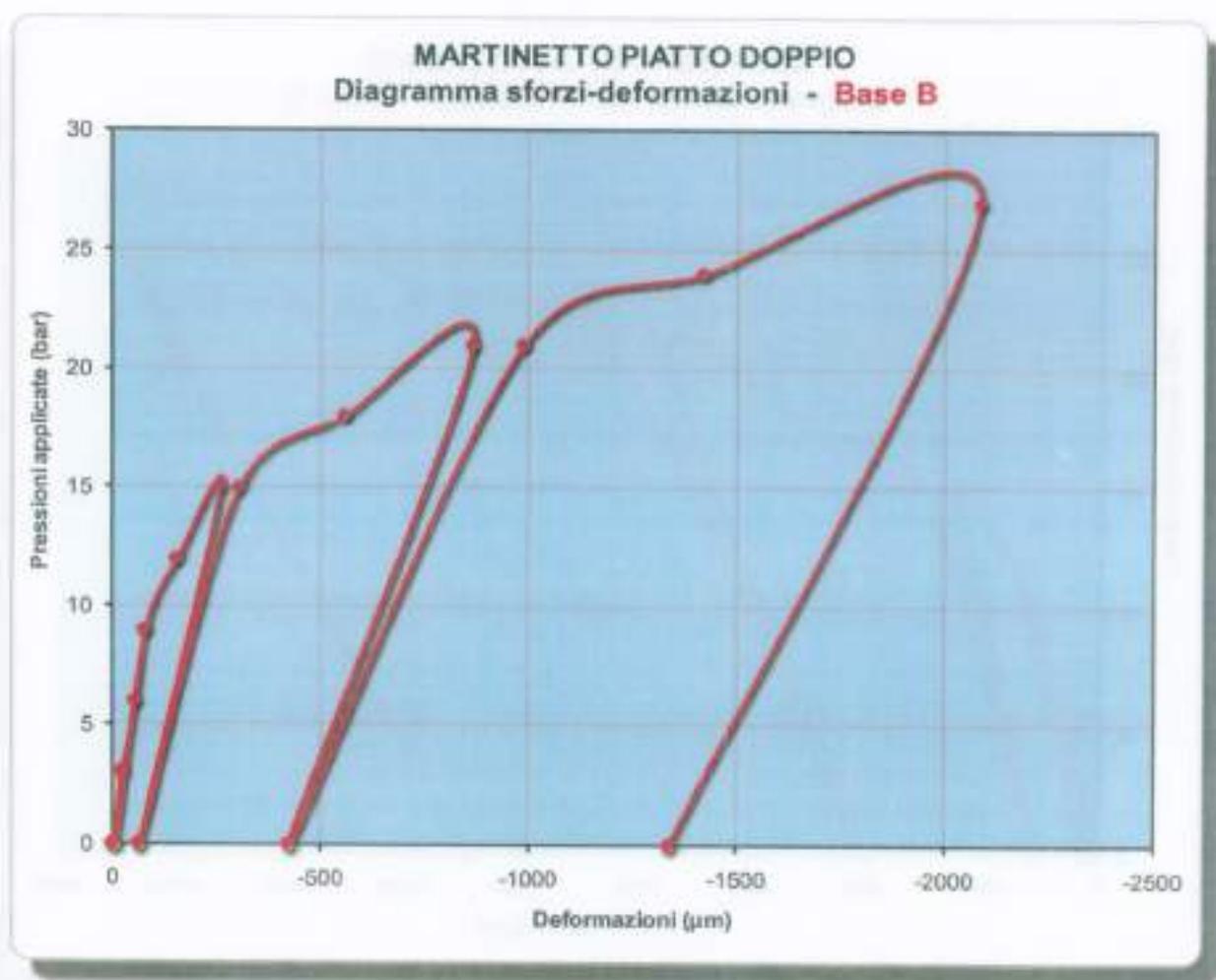
Pressione manometro		Tensione effettiva	Letture basi verticali (µm)			Deformazioni verticali (µm)		
(bar)	(MPa)	(MPa)	A	B	A	A	B	C
0.0 ⁽¹⁾	0.00	0.00	-330	2364	1356	0	0	0
0.0 ⁽²⁾	0.00	0.00	-381	2286	1300	-51	-78	-56
5.0 ⁽³⁾	0.50	0.41	-330	2364	1354	0	0	-2

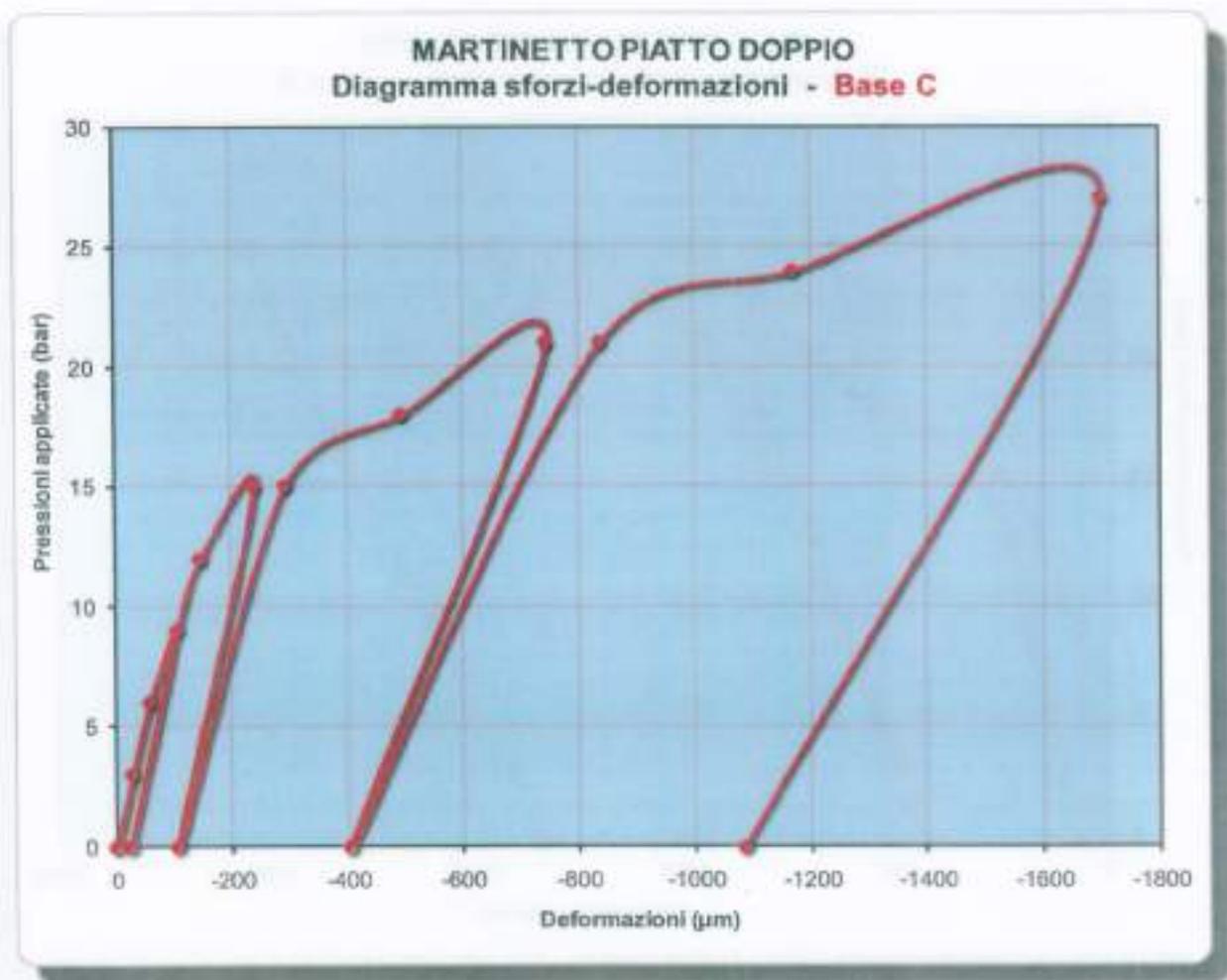
MARTINETTO PIATTO SINGOLO
Diagramma deformazioni taglio

	Base "A"	Base "B"	Base "C"
—●— Prima del taglio	0	0	0
—■— Dopo il taglio	-51	-78	-56
—▲— Ripristino	0	0	-2

MARTINETTO PIATTO DOPPIO
Diagramma sforzi-deformazioni - Base A

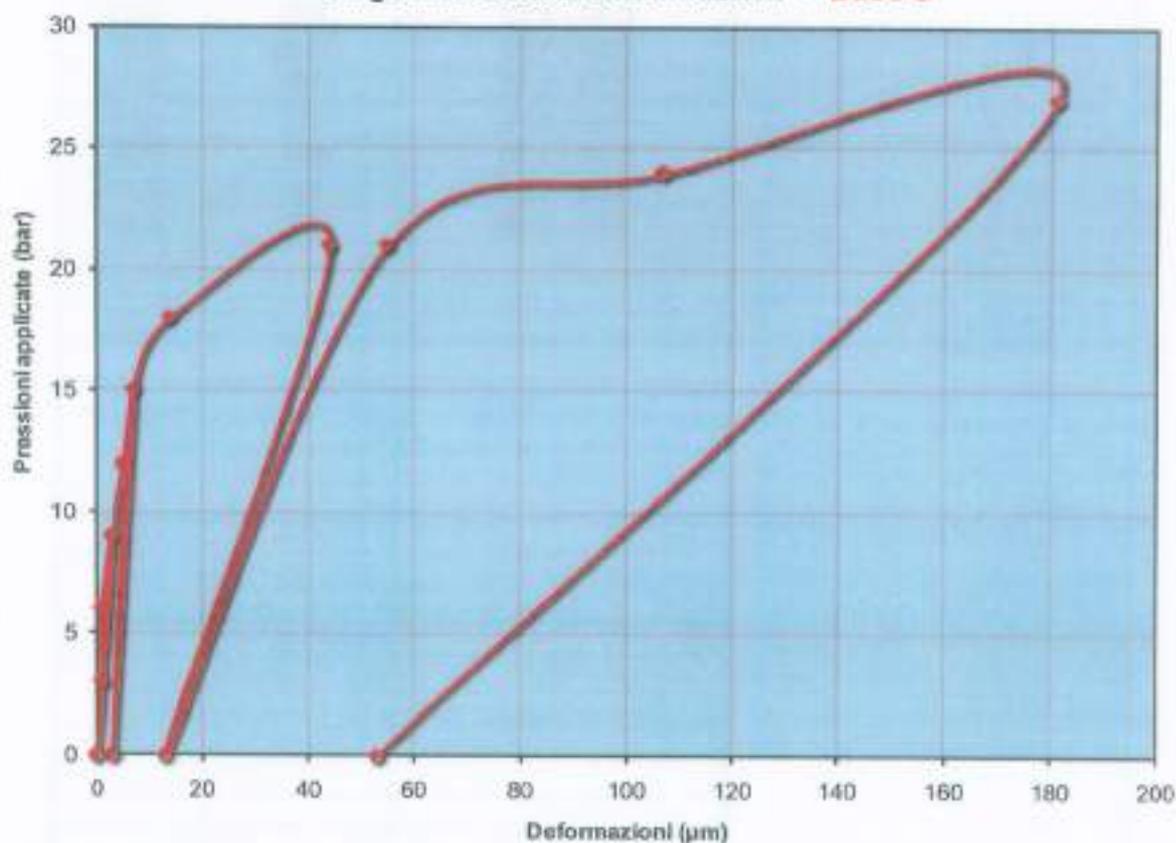








MARTINETTO PIATTO DOPPIO Diagramma sforzi-deformazioni - Base D





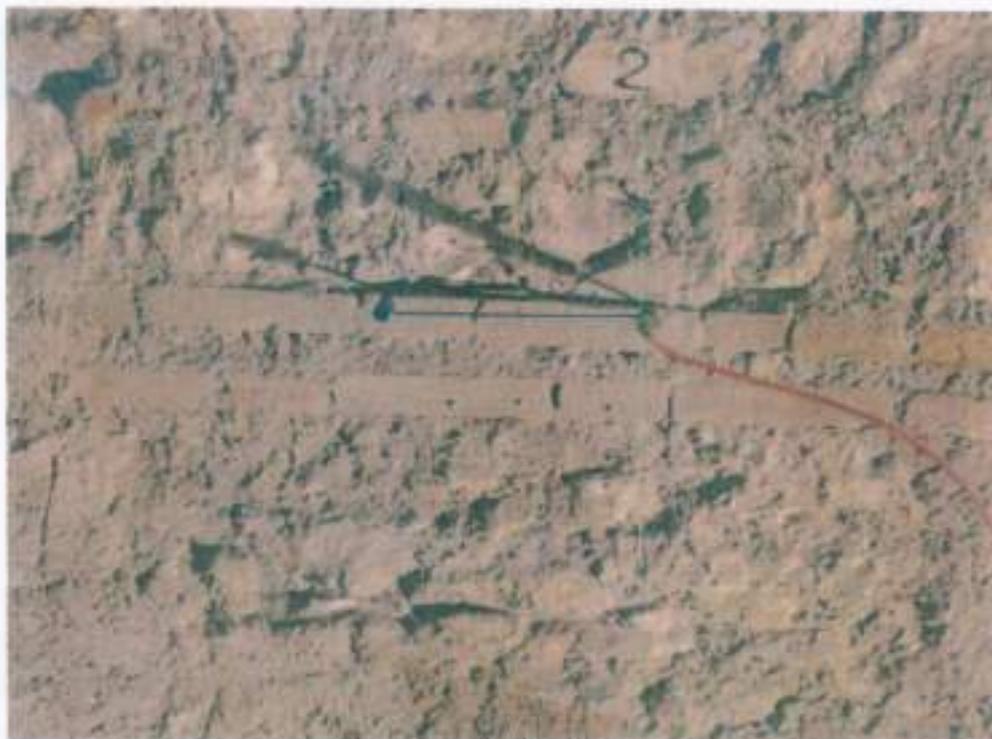
Certificato n° 833-01 - SEDE LEGALE, UFF. E LAB.: 00012 Galdoria M. (Roma) Loc. Sottavilla - Via Tiberina Km. 18,300 - Tel. 0774032880 - e - Fax 0774032762

Certificato n° 833-02 - PERUGIA - 06100 S. Sisto Loc. S. Andrea delle Fratte - Via P. Sorani, 50a - Tel. 0755271717 - Fax 0755271708

Certificato n° 833-03 - LATINA SCALO - 04012 Loc. Tor Tre Ponti - Via Carrara, 100a - Tel. 0773822157 - Tel. e Fax 0773823217

Certificato n° 833-04 - BASSANO - 07100 Loc. Ponte S. Maria - Strada 25 - Tel. 079382380 - Fax 079382008

www.istedil.it
E-mail: info@istedil.it



Prova n° 2 (Martinetto piatto singolo)



Prova n° 2 (Martinetto piatto doppio)



SCHEDA DATI MARTINETTO PIATTO SINGOLO

Prova N° 2

Tipo di prova: SEMPLICE **STATO TENSIONALE RILEVATO: 0.65 Mpa**

Martinetto N° 12

Area taglio	(cm ²)	290	<p style="text-align: center; font-size: small;">Disposizione basi di misura</p>
Area martinetto	(cm ²)	290	
K _m	---	0.81	
K _g	---	1.00	
K _{tot} = K _g x K _m	---	0.81	
Distanza basi di misura verticali	(cm)	20	

(1) Prima del taglio (2) Dopo il taglio (3) Ripristino

Pressione manometro		Tensione effettiva	Lecture basi verticali (µm)			Deformazioni verticali (µm)		
(bar)	(MPa)	(MPa)	A	B	A	A	B	C
0.0	0.00	0.00	-1934	103	2099	0	0	0
0.0	0.00	0.00	-1956	54	2068	-22	-49	-31
8.0	0.80	0.65	-1936	103	2098	-2	0	-1

MARTINETTO PIATTO SINGOLO
Diagramma deformazioni taglio

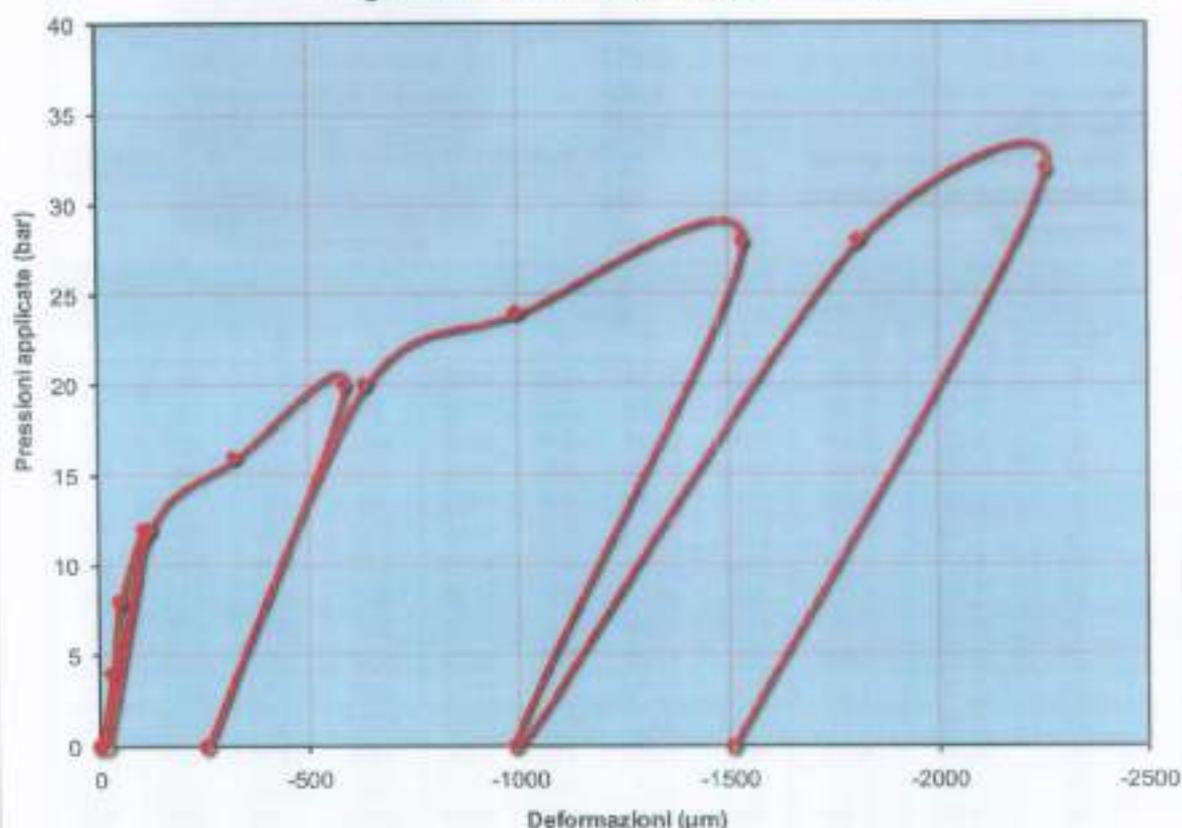
	Base "A"	Base "B"	Base "C"
Prima del taglio	0	0	0
Dopo il taglio	-22	-49	-31
Ripristino	-2	0	-1



SCHEDA DATI MARTINETTO PIATTO DOPPIO										
Prova N° 2										
Tipo di prova: DOPPIA		TENSIONE MASSIMA RILEVATA : 2.59 Mpa								
Martinetto NN° 12 e 13										
Area taglio superiore	(cm ²)	290	<p style="text-align: center;">Disposizione basi di misura</p>							
Area taglio inferiore	(cm ²)	290								
Area martinetto	(cm ²)	290								
K ₉₀	—	0.81								
K ₀	—	1.00								
K _{tot} = K ₉₀ x K ₀	—	0.81								
Distanza basi di misura verticali	(cm)	20								
Distanza basi di misura orizzont.	(cm)	10								
Distanza tagli	(cm)	40								
Pressione manometro		Tensione effettiva	Letture basi vert. e orizz. (µm)				Deformazioni vert. e orizz. (µm)			
(bar)	(MPa)	(MPa)	A	B	C	D	A	B	C	D
0	0.00	0.00	1392	2494	-240	1488	0	0	0	0
4	0.40	0.32	1363	2475	-242	1490	-29	-19	-2	2
8	0.80	0.65	1343	2441	-258	1494	-49	-53	-18	6
12	1.20	0.97	1282	2369	-305	1499	-110	-125	-65	11
0	0.00	0.00	1374	2481	-242	1489	-18	-13	-2	1
12	1.20	0.97	1270	2349	-321	1499	-122	-145	-81	11
16	1.60	1.30	1065	2134	-459	1508	-327	-360	-219	20
20	2.00	1.62	805	1830	-651	1518	-587	-664	-411	30
0	0.00	0.00	1135	2210	-412	1493	-257	-284	-172	5
20	2.00	1.62	755	1744	-702	1523	-637	-750	-462	35
24	2.40	1.94	395	1271	-921	1533	-997	-1223	-681	45
28	2.80	2.27	-142	582	-1285	1569	-1534	-1912	-1045	81
0	0.00	0.00	403	1268	-863	1496	-989	-1226	-623	8
28	2.80	2.27	-415	251	-1496	1577	-1807	-2243	-1256	89
32	3.20	2.59	-864	-290	-1925	1644	-2256	-2784	-1685	156
0	0.00	0.00	-115	645	-1300	1526	-1507	-1849	-1060	38

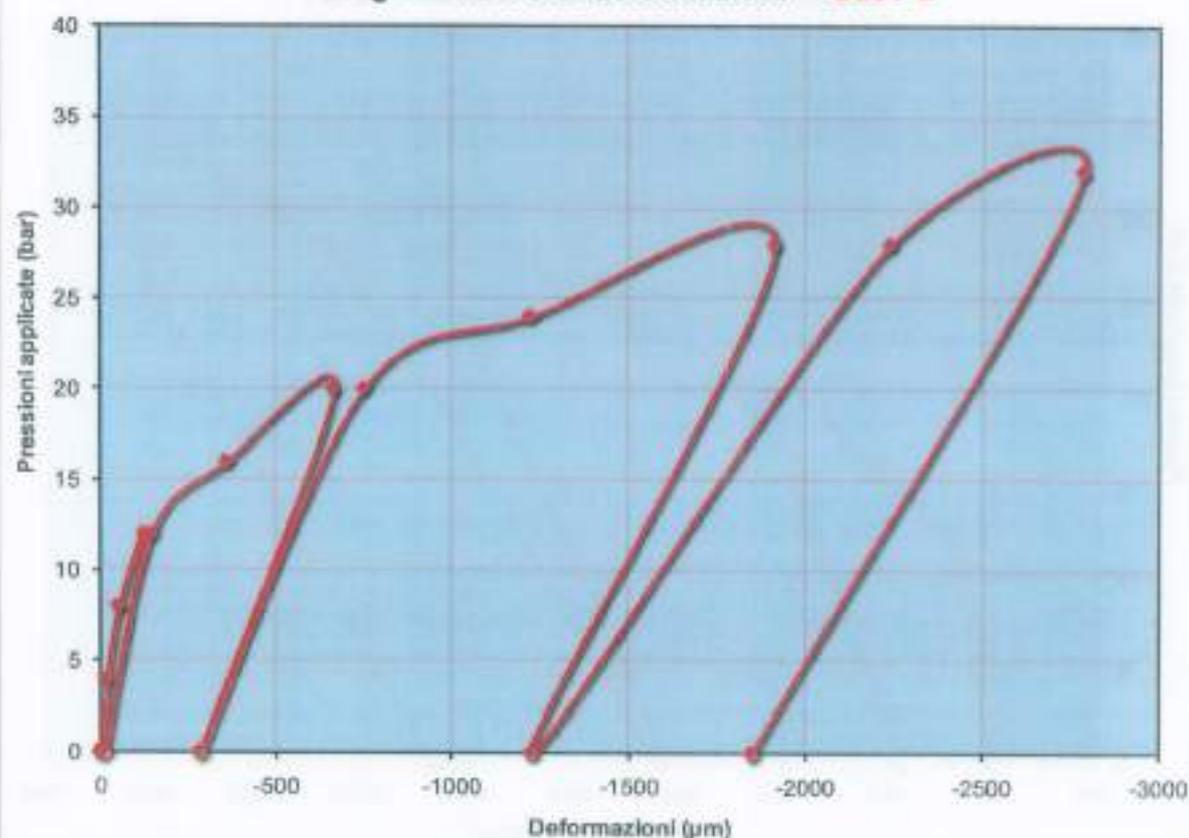


MARTINETTO PIATTO DOPPIO
Diagramma sforzi-deformazioni - Base A



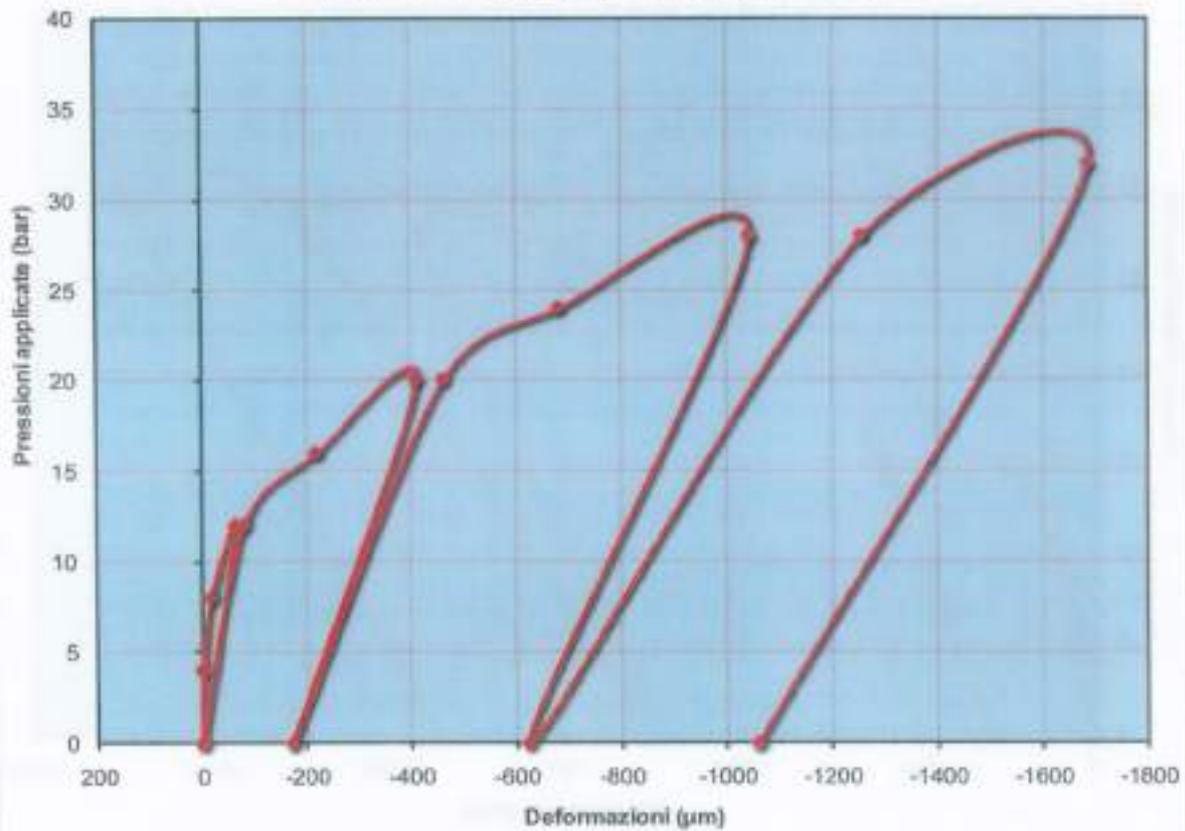


MARTINETTO PIATTO DOPPIO
Diagramma sforzi-deformazioni - Base B



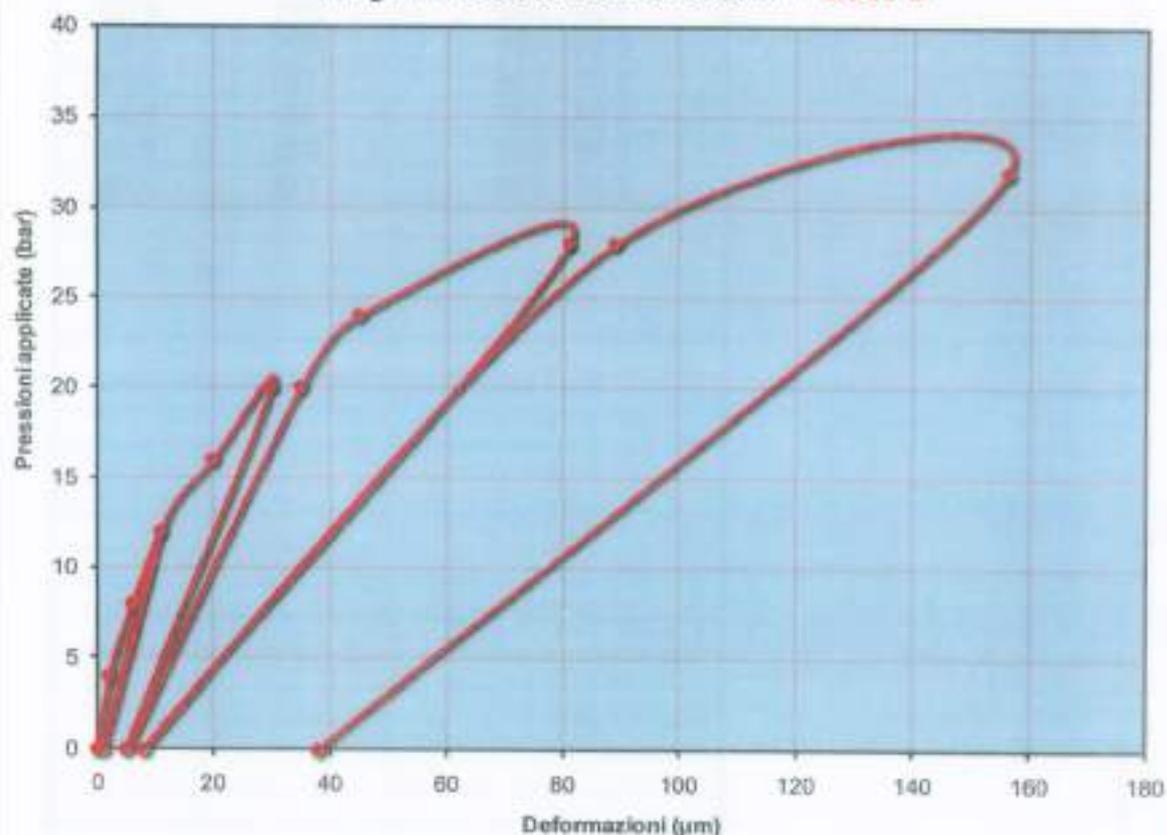


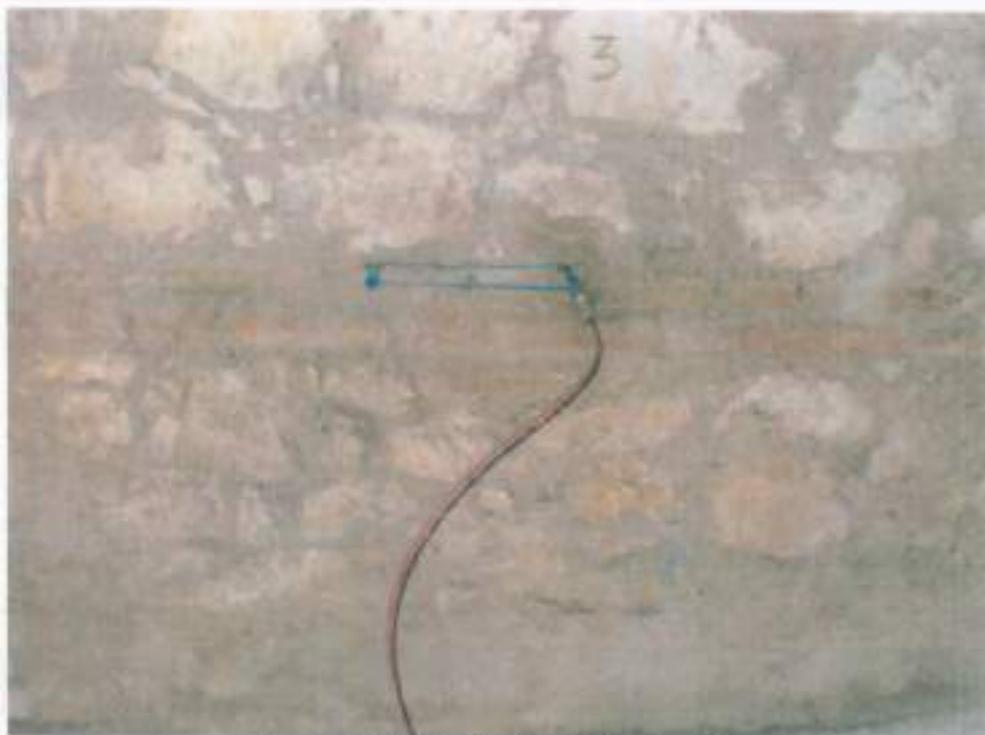
MARTINETTO PIATTO DOPPIO
Diagramma sforzi-deformazioni - Base C





MARTINETTO PIATTO DOPPIO
Diagramma sforzi-deformazioni - Base D





Prova n° 3 (Martinetto piatto singolo)



Prova n° 3 (Martinetto piatto doppio)



**SCHEDA DATI
 MARTINETTO PIATTO SINGOLO**

Prova N° 3

Tipo di prova: **SEMPLICE** **STATO TENSIONALE RILEVATO : 0.57 Mpa**

Martinetto N° 12

Area taglio	(cm ²)	290	
Area martinetto	(cm ²)	290	
K_{m1}	—	0.81	
K_m	—	1.00	
$K_{tot} = K_m \times K_{m1}$	—	0.81	
Distanza basi di misura verticali	(cm)	20	

(1) Prima del taglio (2) Dopo il taglio (3) Ripristino

Pressione manometro		Tensione effettiva	Letture basi verticali (µm)			Deformazioni verticali (µm)		
(bar)	(MPa)	(MPa)	A	B	A	A	B	C
0.0	0.00	0.00	2535	3192	2176	0	0	0
0.0	0.00	0.00	2498	3135	2146	-37	-57	-30
7.0	0.70	0.57	2533	3192	2172	-2	0	-4

MARTINETTO PIATTO SINGOLO
Diagramma deformazioni taglio

	Base "A"	Base "B"	Base "C"
Prima del taglio	0	0	0
Dopo il taglio	-37	-57	-30
Ripristino	-2	0	-4



**SCHEDA DATI
 MARTINETTO PIATTO DOPPIO**

Prova N° 3

Tipo di prova: **DOPPIA**

TENSIONE MASSIMA RILEVATA : 2.43 Mpa

Martinetto NN° 12 e 13

Area taglio superiore	(cm ²)	290
Area taglio inferiore	(cm ²)	290
Area martinetto	(cm ²)	290
K _{0a}	---	0.81
K _{0b}	---	1.00
K _{0tot} = K _{0a} x K _{0b}	---	0.81
Distanza basi di misura verticali	(cm)	20
Distanza basi di misura orizzont.	(cm)	10
Distanza tagli	(cm)	40

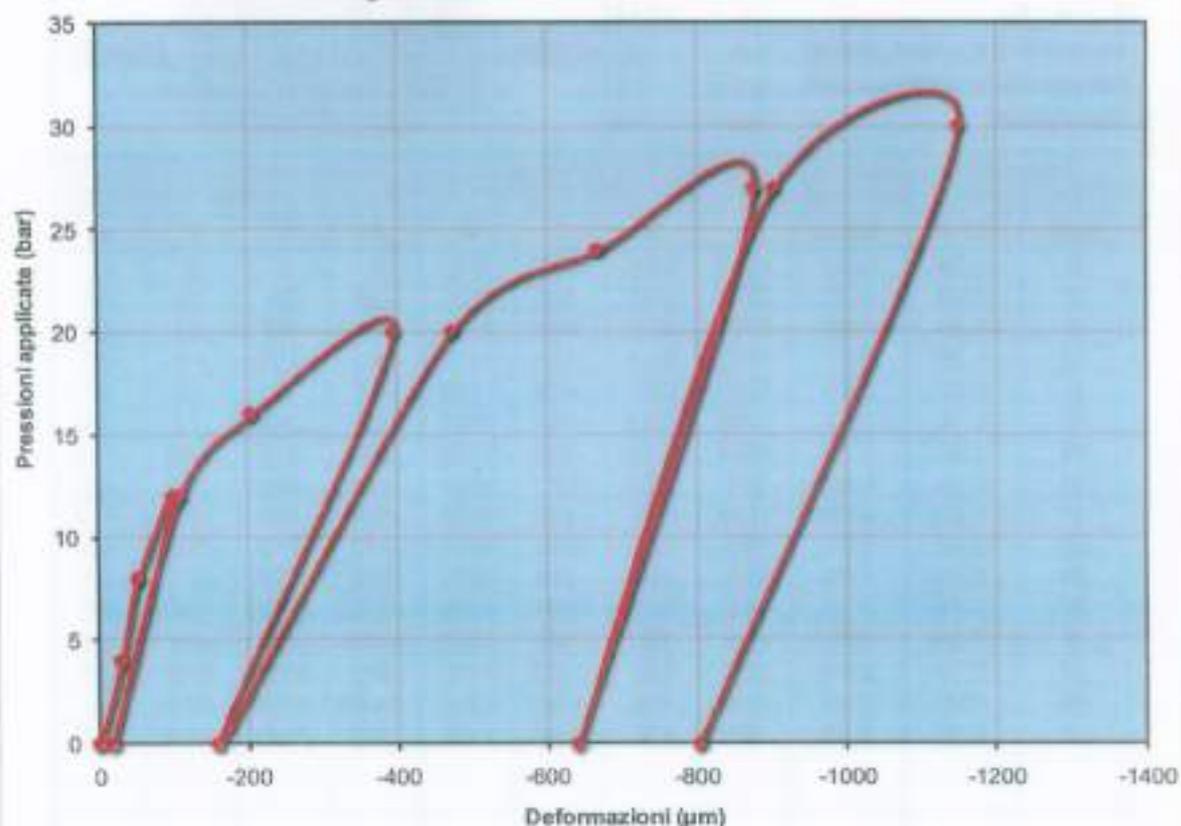


Disposizione basi di misura

Pressione manometro		Tensione effettiva	Letture basi vert. e orizz. (µm)				Deformazioni vert. e orizz. (µm)			
(bar)	(MPa)	(MPa)	A	B	C	D	A	B	C	D
0	0.00	0.00	1268	1683	-403	1180	0	0	0	0
4	0.40	0.32	1238	1640	-423	1156	-30	-23	-20	-24
8	0.80	0.65	1216	1600	-444	1130	-52	-63	-41	-50
12	1.20	0.97	1167	1525	-478	1118	-101	-138	-75	-82
0	0.00	0.00	1250	1655	-416	1103	-18	-8	-13	-77
12	1.20	0.97	1159	1518	-480	1081	-109	-145	-77	-99
16	1.60	1.30	1064	1388	-538	1069	-204	-275	-135	-111
20	2.00	1.62	874	1129	-652	1081	-394	-534	-249	-99
0	0.00	0.00	1109	1465	-484	1066	-159	-198	-81	-114
20	2.00	1.62	795	1044	-681	1081	-473	-619	-278	-99
24	2.40	1.94	600	806	-774	1093	-688	-857	-371	-87
27	2.70	2.19	392	503	-988	1100	-876	-1160	-595	-80
0	0.00	0.00	628	906	-804	1050	-640	-757	-401	-130
27	2.70	2.19	366	448	-1012	1105	-902	-1215	-609	-75
30	3.00	2.43	119	198	-1362	1214	-1149	-1465	-959	34
0	0.00	0.00	466	582	-966	1106	-802	-1081	-583	-72

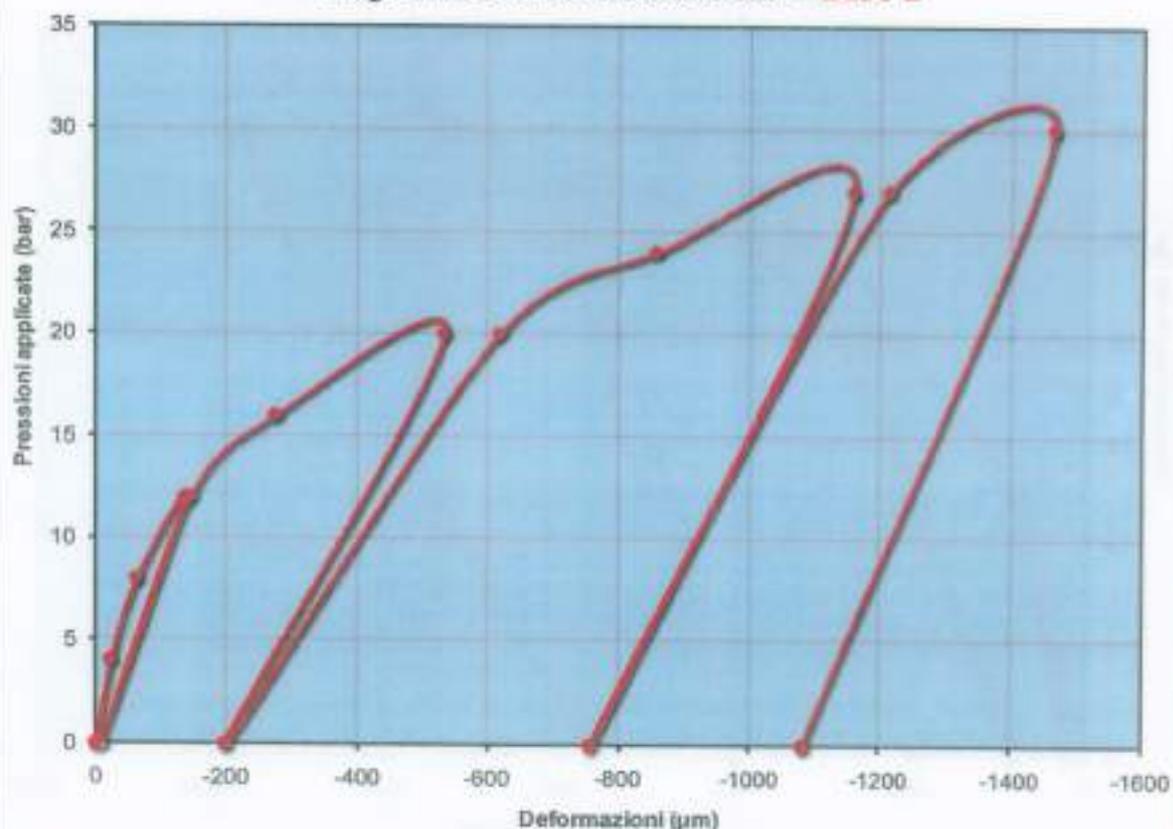


MARTINETTO PIATTO DOPPIO
Diagramma sforzi-deformazioni - Base A



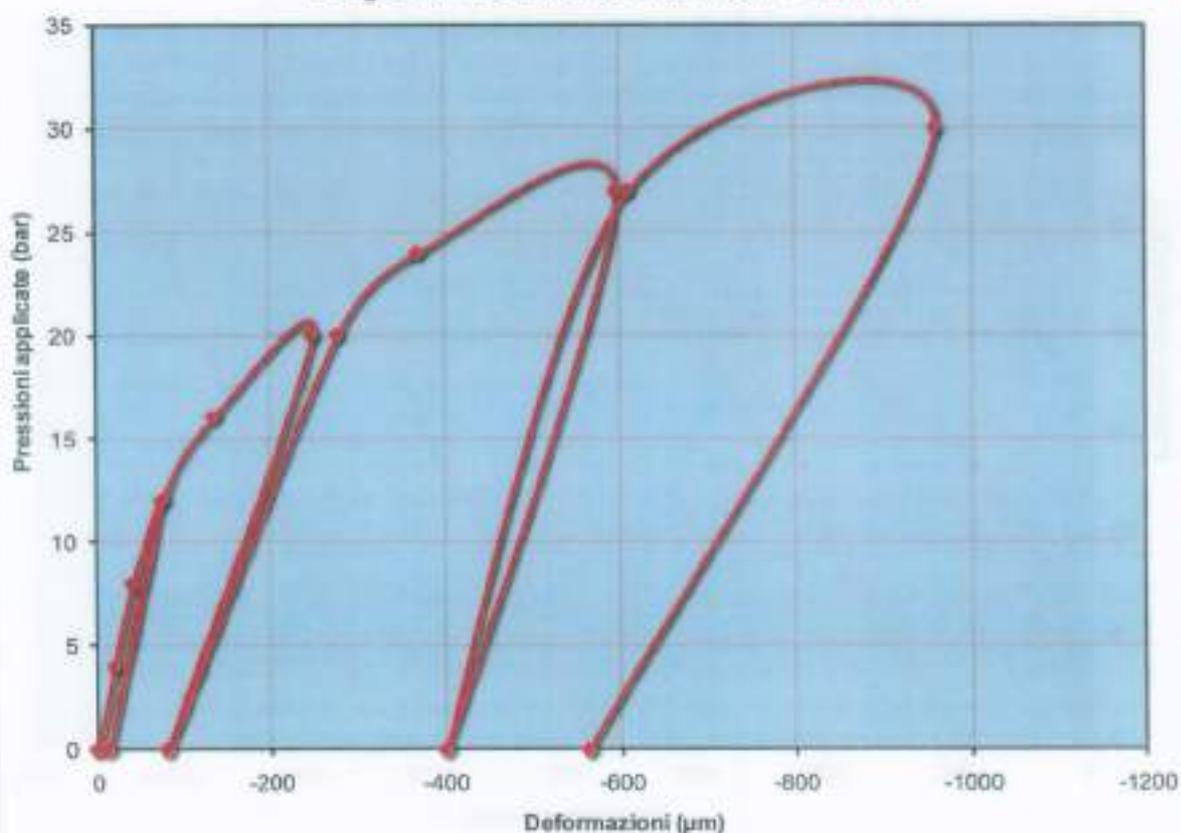


MARTINETTO PIATTO DOPPIO
Diagramma sforzi-deformazioni - Base B



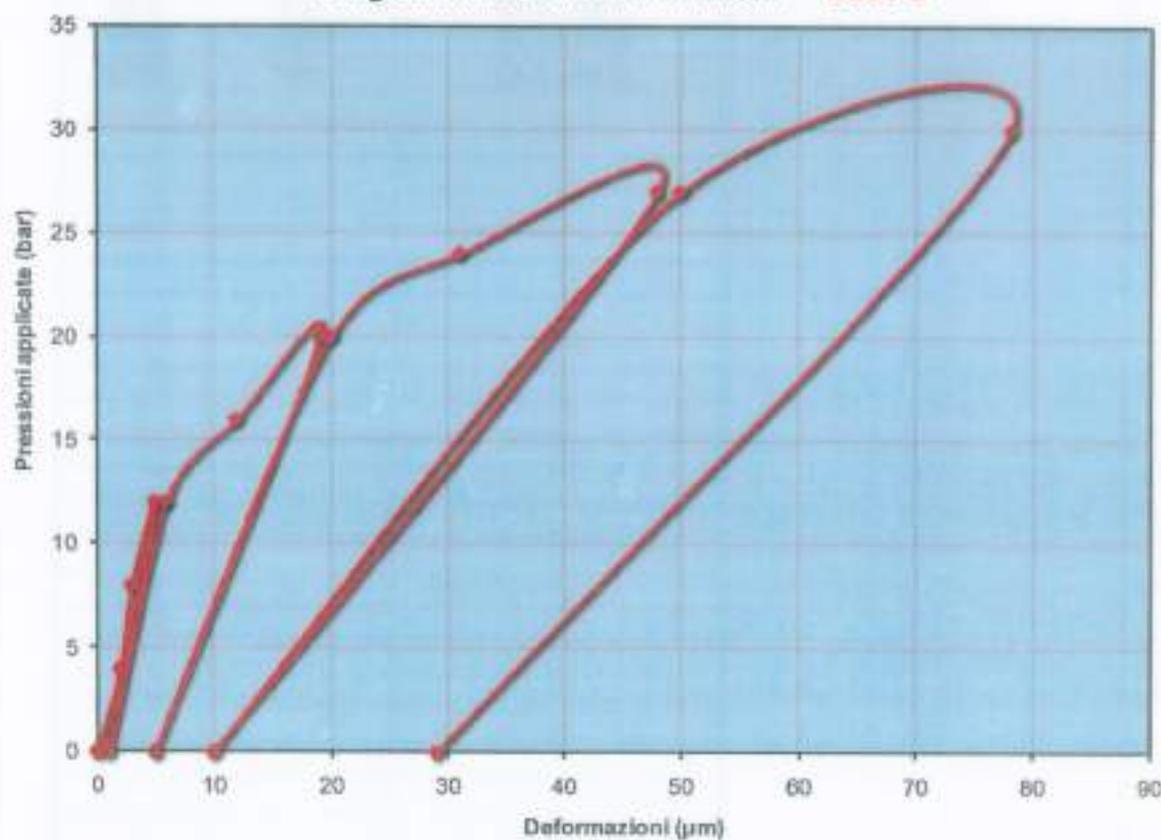


MARTINETTO PIATTO DOPPIO
Diagramma sforzi-deformazioni - Base C





MARTINETTO PIATTO DOPPIO
Diagramma sforzi-deformazioni - Base D





SCHEDA DATI MARTINETTO PIATTO DOPPIO					
NUMERO PROVA	TENSIONE DI ESERCIZIO	TENSIONE MASSIMA	INTERVALLO DI TENSIONE APPLICATO	MODULO DI DEFORMABILITÀ	MODULO DI POISSON
N°	σ_e	σ_m	$\Delta\sigma$	E	ν
---	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	---
3	0.57	2.43	0.00 - 0.32	2783	1.04
			0.32 - 0.65	1650	0.79
			0.65 - 0.97	853	0.45
			0.00 - 0.97	1416	0.68
			0.97 - 1.30	508	0.40
			1.30 - 1.62	247	0.19
			0.00 - 1.62	770	0.16
			1.62 - 1.94	269	0.10
			1.94 - 2.19	165	0.07
			0.00 - 2.19	956	0.06
			2.19 - 2.43	192	0.02
Rapporto $\frac{\sigma_m}{\sigma_e}$		4.29			



1° DIVISIONE

Controlli Strutture e Fabbricati

INDAGINE ENDOSCOPICHE



Determinazione qualitativa delle caratteristiche di composizione e compattezza di strutture murarie. Fabbricato sito in Subiaco (RM) Piazza della Resistenza - Antico Teatro Nazario -

COMMITTENTE: CO.GE.AP. srl

Rapporto di prova n° 2404/08-2

Guidonia Montecelio, 17/12/2008



1. PREMESSA

Il presente rapporto di prova contiene i risultati dell'indagine eseguita "in situ" il giorno 15/12/2008 mediante l'utilizzo dell'endoscopio, in corrispondenza di alcune strutture murarie del fabbricato sito in Subiaco (RM) Piazza della Resistenza - Antico Teatro Narzio.

Le ubicazioni delle prove sono state concordate con il Geom. Marco Tozzi, rappresentante della Committente, presente durante l'esecuzione delle stesse. Nella planimetria seguente sono indicate le zone di indagine.

2. ENDOSCOPIE SU MURATURA

L'indagine endoscopica consiste in una tecnica lievemente distruttiva applicata principalmente per la valutazione delle principali proprietà di elementi murari e lignei, in particolar modo la compattezza (presenza di vuoti), la composizione (tipo di elementi resistenti e di tipo di malta), le caratteristiche geometriche e la disposizione spaziale. Viene eseguita mediante l'effettuazione di fori del diametro di circa 25 mm, leggermente inclinati ed opportunamente "pullti" mediante aria compressa e/o acqua, all'interno dei quali viene inserito un endoscopio rigido che permette di individuare la composizione della muratura o del legno, lo stato della malta, eventuali cavità, fessurazioni interne, percorsi seguiti dalle miscele cementizie iniettate, ecc.

L'attrezzatura utilizzata per le indagini è costituita da:

- endoscopio Cophos con sonda rigida a fibre ottiche;
- fotocamera digitale Canon;
- sistema computerizzato d'acquisizione immagini digitali.

L'endoscopio consente il collegamento ad apparecchi video e/o fotografici per la caratterizzazione della stratigrafia della massa muraria e dello stato degli elementi resistenti e della malta. Di seguito si riportano le schede riassuntive per ciascuna endoscopia effettuata, con l'esame descrittivo effettuato e la relativa ricostruzione stratigrafica.

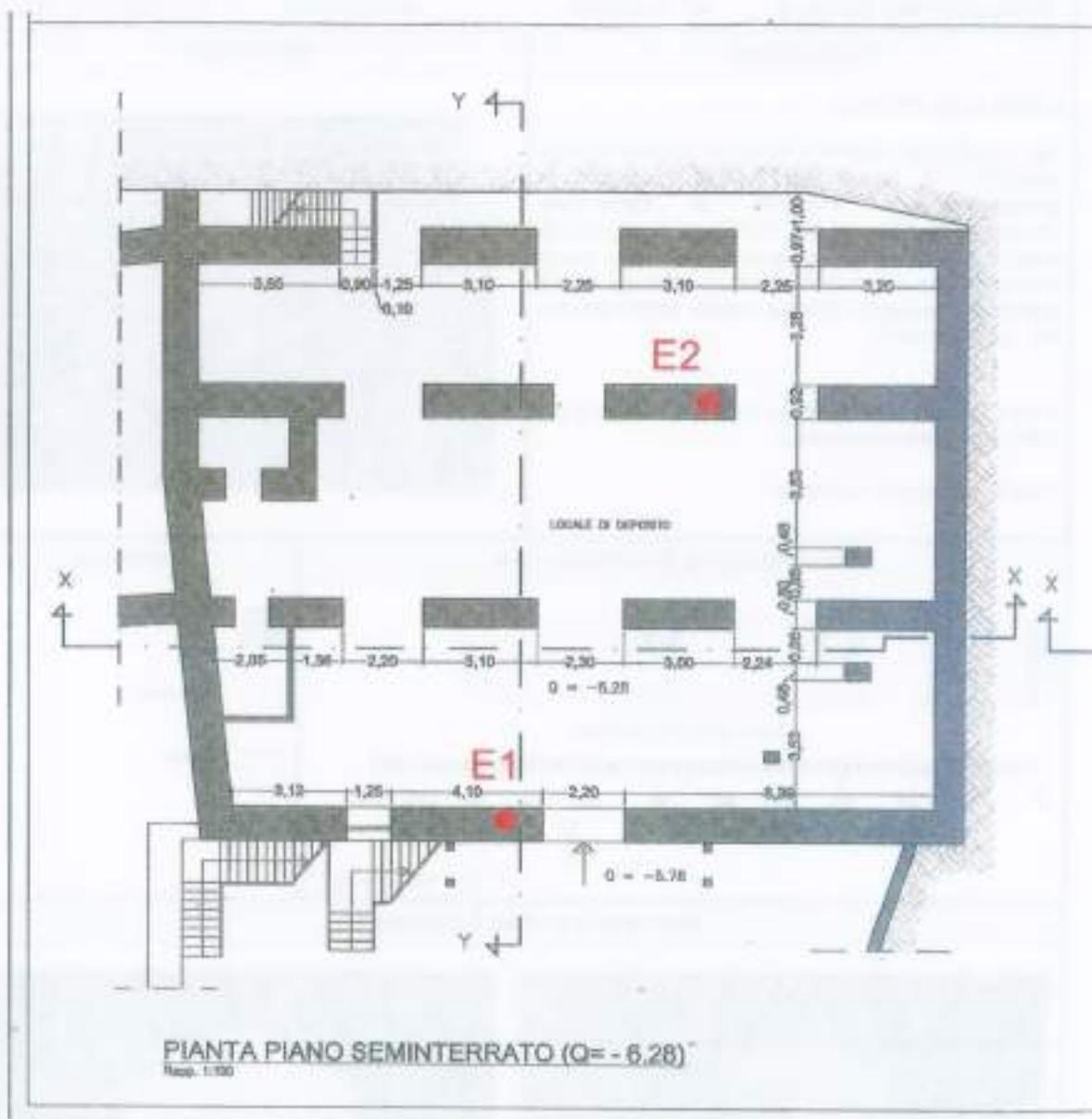
LO SPERIMENTATORE

Dott. Paolo Crescenzi



LA DIREZIONE

Dott. Ing. Stefano Spina

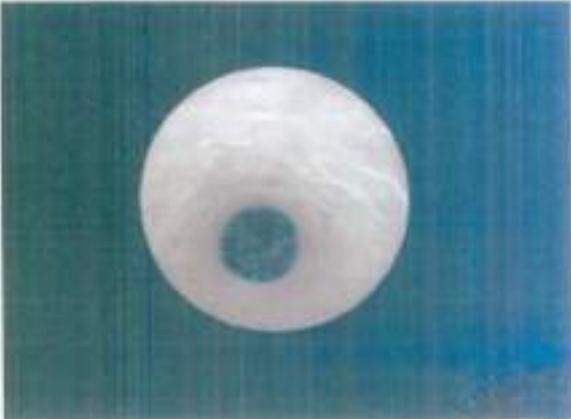


Ubicazione delle endoscopie

mi



Certificato n° 823-01 SEDE LEGALE UFF. E LAB.: 00012 Guidonia M. (Roma) Loc. Betteseille - Via Tiburtina Km 18,000 - Tel. 0774/323883 Ca. - Fax 0774/323792
 Certificato n° 823-02 PERUGIA - 06100 S. Stefano 2 - Aniba delle Fratte - Via P. Sansone, 5/a - Tel. 075/8271717 - Fax 075/8271700
 Certificato n° 823-03 LATINA SCALO - 34023 Loc. Tor Va Ponte - Via Camera, 12/a - Tel. 0773/620137 - Tel. e Fax 0773/620217
 Certificato n° 823-04 BASSANO - 37100 Loc. Poggio Nobile - Strada 28 - Tel. 0445/27300 - Fax 0445/273001
 www.istedil.it
 Email: info@istedil.it

INDAGINE ENDOSCOPICA "1"			
DIREZIONE DEL FORO	<input checked="" type="checkbox"/> Orizzontale	<input type="checkbox"/> Verticale	<input type="checkbox"/> Inclinato _{per}
TIPOLOGIA DEL FORO	<input checked="" type="checkbox"/> Passante	<input type="checkbox"/> Non passante	Profondità = 90 cm
DESCRIZIONE		UBICAZIONE	
<p>Da 0 a 1 cm: intonaco</p> <p>Da 1 a 90 cm: elementi litoidi in calcare bianco compatto, di forma per lo più irregolare o grossolanamente sbazzata e dimensioni comprese tra 15 e 30 cm. Presenza di legante di malta di calce, grigia a grana medio-fine, poco aderente, che non sempre riempie gli spazi tra gli elementi, lasciando piccole cavità centimetriche per sgretolamento.</p> <p>Foto 1 = Cavità per carenza di malta - sbazzatura inferiore elemento calcareo</p> <p>Foto 2 = Elemento calcareo</p>			
RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA		LEGENDA	
 <p>Scala delle profondità (cm)</p> <p>0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110</p> <p>1 2</p> <p>↓ Rilasciamento foto</p>		<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Intonaco <input type="checkbox"/> Malta grigia <input type="checkbox"/> Calcare 	
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA			
 <p>Foto 1</p>		 <p>Foto 2</p>	

Certificato n° 323/01 SEDE LEGALE, UFF. E LAB.: 00012 Giuliano M. (Roma) Loc. Sottaville - Via Taurina km. 16,300 - Tel. 0774/655502 r.a. - Fax 0774/322702
 Certificato n° 323/02 PERUGIA - 06132 S. Benedetto S. Andrea della Fonte - Via P. Senese, 54 - Tel. 075/3271717 - Fax 075/3271730
 Certificato n° 323/03 LATINA SCALO - 04013 Loc. Tor Tre Fonti - Via Canale, 124 - Tel. 0773/930127 - Tel. e Fax 0773/930217
 Certificato n° 323/04 SASSANO - 07100 Loc. Fagnola Nuova - Spazio 25 - Tel. 0773/930258 - Fax 0773/930261

www.istedil.it
 E-mail: info@istedil.it

INDAGINE ENDOSCOPICA "2"			
DIREZIONE DEL FORO	<input checked="" type="checkbox"/> Orizzontale	<input type="checkbox"/> Verticale	<input type="checkbox"/> Inclinato _{per}
TIPOLOGIA DEL FORO	<input checked="" type="checkbox"/> Passante	<input type="checkbox"/> Non passante	Profondità = 90 cm
DESCRIZIONE		UBICAZIONE	
<p>Da 0 a 2 cm: intonaco</p> <p>Da 2 a 88 cm: elementi litoidi in calcare bianco od ocra compatto, di forma per lo più irregolare e dimensioni fino a 20 cm. Abbondante legante di malta di calce grigia a grana medio-fine, a debole grado di coesione. Cavità per sgretolamento si rilevano tra 27 e 33 cm di profondità e tra 60 e 65 cm di profondità. Elemento in laterizio tra 75 e 88 cm di profondità.</p> <p>Da 88 a 90 cm: intonaco</p> <p>Foto 1 = cavità a 30 cm di profondità Foto 2 = contatto malta - elemento calcareo</p>			
RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA		LEGENDA	
<p>Scala delle profondità (cm)</p> <p>0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110</p> <p>1 2</p> <p>↳ Ritenimento foto</p>		<ul style="list-style-type: none"> Intonaco Malta grigia Calcareo Laterizio 	
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA			
Foto 1		Foto 2	

Mi



1ª DIVISIONE

Controlli Strutture e Fabbricati

Guidonia Montecelio, 17/12/2008

RAPPORTO DI PROVA N° 2404/08-1

Il presente rapporto di prova contiene i risultati dei controlli non distruttivi effettuati sulle strutture in c.a. del fabbricato sito in Subiaco (RM) Piazza della Resistenza - Antico Testro Narzio -.

Committente : CO.GE.AP. srl

Date dei controlli : 16/12/2008.

I controlli sono stati effettuati dai ns. Tecnici in corrispondenza di due pilastri e di una trave, secondo le indicazioni fornite sul posto dal Geom. Marco Tozzi, per conto della Committente e sono consistiti nella stima della presenza delle armature tramite un pacometro PROFOMETER 5 - PROCEQ, dotato di sonda universale e basato sul principio della corrente di Foucault ad induzione di impulsi.

L'indagine ha evidenziato la presenza di armature principali (longitudinali) e di staffature all'interno degli elementi esaminati, i cui risultati sono riportati nella tabella di seguito riportata; in particolare, per quanto riguarda la trave, l'indagine si è limitata alle zone intradossali e si precisa che la misura del copriferro è la minima rilevata in corrispondenza di ogni elemento esaminato.

Per l'ubicazione degli elementi esaminati, si rimanda al disegno contenuto nell'allegato n° 1.

Nell'allegato n° 2, sono riportate alcune fotografie prodotte nel corso dei controlli.

N° ORD.	STRUTTURA ESAMINATA	RILIEVO
1	Pilastro n° 1 piano terra (platea)	Armatura n° 6 ferri ϕ 20 mm, staffe ϕ 7 mm passo 22 cm., copriferro 1.0 cm.
2	Pilastro n° 2 piano terra (platea)	Armatura n° 6 ferri ϕ 20 mm, staffe ϕ 7 mm passo 25 cm., copriferro 1.2 cm.
3	Trave n° 3 copertura piano terra (platea)	Armatura n° 8 ferri ϕ 32 mm, staffe passo 55 cm., copriferro 0.8 cm.

LO SPERIMENTATORE
 Geom. Antonio Codispoti

Antonio Codispoti



LA DIREZIONE
 Dott. Ing. Stefano Spina

Stefano Spina



ALLEGATO N° 2 AL RAPPORTO DI PROVA N° 2404/08-1



Verifiche pacometriche su pilastro



Verifiche pacometriche su pilastro

②



RAPPORTO DI PROVA n° 2404/08-3

Guidonia Montecelio 18/12/2008

Risultato degli esami non distruttivi delle travi in acciaio ubicate all'interno del fabbricato sito
 in Subiaco (RM) Piazza della Resistenza - Antico Teatro Nartzio.

Committente:	CO.GE.AP. srl
Tipologia di prova	Misure di durezza Vickers.
Parti esaminate:	Travi a doppio T in Acciaio
Data degli esami	18 Dicembre 2008

PREMESSA

Le travi a doppio T esaminate sono state ubicate al 1° piano nella zona del ballatoio che collega la Galleria del teatro, al 2° piano in prossimità della scala di accesso all'ex appartamento superiore e infine nei locali bagni del teatro.

Gli esami non distruttivi eseguiti sono del tipo Microdurezza Vickers consentono di valutare mirato in base al valore rilevato con lo Strumento impiegato (Durometro) il carico di rottura dell'acciaio costituente le strutture esaminate.

Le misure sono state rilevate sia sulla piattabanda che sull'anima delle travi.

RISULTATO DELLE PROVE

I valori medi di durezza Vickers rilevati sono risultati pari a HV 145+185 con corrispondenza "Indicativa" del carico di rottura pari a 465-595 Mpa, utilizzando come riferimento la normativa DIN 50150, di cui si riporta in allegato la tabella con i valori di Conversione.

LO SPERIMENTATORE

P.I. Stefano Dezi
 H° Livello EN 473

**LA DIREZIONE**

Dott. Ing. Stefano Spina



Valori approssimativi di conversione tra resistenza alla trazione e durezza secondo DIN 50150

ALLEGATO AL RAPPORTO DI PROVA N° 2404/08-3

La tabella di conversione è solitamente valida per acciai non legati, acciai basso legati e fusioni d'acciaio lavorati plasticamente a caldo e trattati termicamente.

Sono possibili maggiori dispersioni per acciai alto legati e i o inoxidati da stampaggio a freddo per es. S.S., acciai inossidabili A1-A4).

Resist. alla trazione N/mm ²	Durezza Vickers (F > 9810)	Durezza Brinell ¹⁾	Durezza Rockwell		
			HRC	HRC	HRA
250	85	70			
310	95	80,7	41		
350	105	90,3	48		
390	115	100,7	50		
430	125	110	56,2		
490	135	120,8			
550	145	130	62,3		
610	155	140			
670	165	150	68,7		
730	175	160			
790	185	170	75		
850	195	180			
910	205	190	81,7		
970	215	200			
1030	225	210	88,7		
1090	235	220			
1150	245	230	95,5		
1210	255	240			
1270	265	250	102,3		
1330	275	260			
1390	285	270	109,7		
1450	295	280			
1510	305	290	116,7		
1570	315	300			
1630	325	310	123,7		
1690	335	320			
1750	345	330	130,7		
1810	355	340			
1870	365	350	137,7		
1930	375	360			
1990	385	370	144,7		
2050	395	380			
2110	405	390	151,7		
2170	415	400			
2230	425	410	158,7		
2290	435	420			
2350	445	430	165,7		
2410	455	440			
2470	465	450	172,7		
2530	475	460			
2590	485	470	179,7		
2650	495	480			
2710	505	490	186,7		
2770	515	500			
2830	525	510	193,7		
2890	535	520			
2950	545	530	200,7		
3010	555	540			
3070	565	550	207,7		
3130	575	560			
3190	585	570	214,7		
3250	595	580			
3310	605	590	221,7		
3370	615	600			
3430	625	610	228,7		
3490	635	620			
3550	645	630	235,7		
3610	655	640			
3670	665	650	242,7		
3730	675	660			
3790	685	670	249,7		
3850	695	680			
3910	705	690	256,7		
3970	715	700			
4030	725	710	263,7		
4090	735	720			
4150	745	730	270,7		
4210	755	740			
4270	765	750	277,7		
4330	775	760			
4390	785	770	284,7		
4450	795	780			
4510	805	790	291,7		
4570	815	800			
4630	825	810	298,7		
4690	835	820			
4750	845	830	305,7		
4810	855	840			
4870	865	850	312,7		
4930	875	860			
4990	885	870	319,7		
5050	895	880			
5110	905	890	326,7		
5170	915	900			
5230	925	910	333,7		
5290	935	920			
5350	945	930	340,7		
5410	955	940			
5470	965	950	347,7		
5530	975	960			
5590	985	970	354,7		
5650	995	980			
5710	1005	990	361,7		
5770	1015	1000			
5830	1025	1010	368,7		
5890	1035	1020			
5950	1045	1030	375,7		
6010	1055	1040			
6070	1065	1050	382,7		
6130	1075	1060			
6190	1085	1070	389,7		
6250	1095	1080			
6310	1105	1090	396,7		
6370	1115	1100			
6430	1125	1110	403,7		
6490	1135	1120			
6550	1145	1130	410,7		
6610	1155	1140			
6670	1165	1150	417,7		
6730	1175	1160			
6790	1185	1170	424,7		
6850	1195	1180			
6910	1205	1190	431,7		
6970	1215	1200			
7030	1225	1210	438,7		
7090	1235	1220			
7150	1245	1230	445,7		
7210	1255	1240			
7270	1265	1250	452,7		
7330	1275	1260			
7390	1285	1270	459,7		
7450	1295	1280			
7510	1305	1290	466,7		
7570	1315	1300			
7630	1325	1310	473,7		
7690	1335	1320			
7750	1345	1330	480,7		
7810	1355	1340			
7870	1365	1350	487,7		
7930	1375	1360			
7990	1385	1370	494,7		
8050	1395	1380			
8110	1405	1390	501,7		
8170	1415	1400			
8230	1425	1410	508,7		
8290	1435	1420			
8350	1445	1430	515,7		
8410	1455	1440			
8470	1465	1450	522,7		
8530	1475	1460			
8590	1485	1470	529,7		
8650	1495	1480			
8710	1505	1490	536,7		
8770	1515	1500			
8830	1525	1510	543,7		
8890	1535	1520			
8950	1545	1530	550,7		
9010	1555	1540			
9070	1565	1550	557,7		
9130	1575	1560			
9190	1585	1570	564,7		
9250	1595	1580			
9310	1605	1590	571,7		
9370	1615	1600			
9430	1625	1610	578,7		
9490	1635	1620			
9550	1645	1630	585,7		
9610	1655	1640			
9670	1665	1650	592,7		
9730	1675	1660			
9790	1685	1670	599,7		
9850	1695	1680			
9910	1705	1690	606,7		
9970	1715	1700			
10030	1725	1710	613,7		
10090	1735	1720			
10150	1745	1730	620,7		
10210	1755	1740			
10270	1765	1750	627,7		
10330	1775	1760			
10390	1785	1770	634,7		
10450	1795	1780			
10510	1805	1790	641,7		
10570	1815	1800			
10630	1825	1810	648,7		
10690	1835	1820			
10750	1845	1830	655,7		
10810	1855	1840			
10870	1865	1850	662,7		
10930	1875	1860			
10990	1885	1870	669,7		
11050	1895	1880			
11110	1905	1890	676,7		
11170	1915	1900			
11230	1925	1910	683,7		
11290	1935	1920			
11350	1945	1930	690,7		
11410	1955	1940			
11470	1965	1950	697,7		
11530	1975	1960			
11590	1985	1970	704,7		
11650	1995	1980			
11710	2005	1990	711,7		
11770	2015	2000			
11830	2025	2010	718,7		
11890	2035	2020			
11950	2045	2030	725,7		
12010	2055	2040			
12070	2065	2050	732,7		
12130	2075	2060			
12190	2085	2070	739,7		
12250	2095	2080			
12310	2105	2090	746,7		
12370	2115	2100			
12430	2125	2110	753,7		
12490	2135	2120			
12550	2145	2130	760,7		
12610	2155	2140			
12670	2165	2150	767,7		
12730	2175	2160			
12790	2185	2170	774,7		
12850	2195	2180			
12910	2205	2190	781,7		
12970	2215	2200			
13030	2225	2210	788,7		
13090	2235	2220			
13150	2245	2230	795,7		
13210	2255	2240			
13270	2265	2250	802,7		
13330	2275	2260			
13390	2285	2270	809,7		
13450	2295	2280			
13510	2305	2290	816,7		
13570	2315	2300			
13630	2325	2310	823,7		
13690	2335	2320			
13750	2345	2330	830,7		
13810	2355	2340			
13870	2365	2350	837,7		
13930	2375	2360			
13990	2385	2370	844,7		
14050	2395	2380			
14110	2405	2390	851,7		
14170	2415	2400			
14230	2425	2410	858,7		
14290	2435	2420			
14350	2445	2430	865,7		
14410	2455	2440			
14470	2465	2450	872,7		
14530	2475	2460			
14590	2485	2470	879,7		
14650	2495	2480			
14710	2505	2490	886,7		
14770	2515	2500			
14830	2525	2510	893,7		
14890	2535	2520			

RAPPORTO DI PROVA N. 2404/2008-4

Guidonia Montecelio, 18/12/2008

Composizione chimica campioni di malte consegnati il 11/12/2008.

Committente: CO.GE.AP. srl

Analisi eseguita a partire dal 16/12/2008.

DATI DICHIARATI

Materiale: N. 3 campioni di malte, così contrassegnati:

- CAMPIONE 1
- CAMPIONE 2
- CAMPIONE 3

Provenienza: TEATRO NARZIO IN SUBIACO

MODALITA' DI PROVA

La determinazione della massa volumica è stata effettuato mediante l'uso di un adatto picnometro.

La porosità accessibile all'acqua è stata determinata per differenza di peso tra il campione saturato con acqua per immersione ed il campione secco.

Il contenuto di legante è stato determinato tramite la misura dell'ossido di calcio e della silice solubile solubile da leganti, secondo ASTM C 85.

RISULTATO DELLE PROVE

Determinazione	CAMPIONE 1	Risultato
• Tipo di malta		Malta pozzolanica
• Massa volumica a secco		1390 Kg/m ³
• Porosità accessibile all'acqua		22,2 %
• Contenuto di calce, come Ca(OH) ₂		13,2 %
		(183,5 Kg/m ³)

Considerando una massa volumica apparente della calce idrata in polvere pari a 650 Kg/m³ ed un titolo in idrossido di calcio del 85 %, si ottiene il seguente rapporto in volume:

1 parti di calce idrata + 3 parti di pozzolana

per il confezionamento di una malta equivalente a quella esaminata.

La malta è classificabile come M4, ai fini del DM 20/11/87 e pertanto la sua resistenza a compressione può essere assunta pari a 2,5 N/mm².

RAPPORTO DI PROVA N. 2404/2008-4

CAMPIONE 2

• Tipo di malta	Malta pozzolanica	
• Massa volumica a secco	1430	Kg/m ³
• Porosità accessibile all'acqua	28.8	%
• Contenuto di calce, come Ca(OH) ₂	16.1	%
	(230.2	Kg/m ³)

Considerando una massa volumica apparente della calce idrata in polvere pari a 650 Kg/m³ ed un titolo in idrossido di calcio del 85 %, si ottiene il seguente rapporto in volume:

1.25 parti di calce idrata + 3 parti di pozzolana

per il confezionamento di una malta equivalente a quella esaminata.

La malta è classificabile come M4, ai fini del DM 20/11/87 e pertanto la sua resistenza a compressione può essere assunta pari a 2,5 N/mm².

CAMPIONE 3

• Tipo di malta	Malta pozzolanica	
• Massa volumica a secco	1420	Kg/m ³
• Porosità accessibile all'acqua	28.5	%
• Contenuto di calce, come Ca(OH) ₂	13.6	%
	(193.1	Kg/m ³)

Considerando una massa volumica apparente della calce idrata in polvere pari a 650 Kg/m³ ed un titolo in idrossido di calcio del 85 %, si ottiene il seguente rapporto in volume:

1.05 parti di calce idrata + 3 parti di pozzolana

per il confezionamento di una malta equivalente a quella esaminata.

La malta è classificabile come M4, ai fini del DM 20/11/87 e pertanto la sua resistenza a compressione può essere assunta pari a 2,5 N/mm².

LO SPERIMENTATORE

Dott. Enzo CORSI



LA DIREZIONE

Dott. Ing. Stefano SPINA

